DULATY UNIVERSITY
Taraz | since 1958

№ 3
2024

ISSN 2308-9865
eISSN 2959-7994

МЕХАНИКА және ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ғылыми журналы

Научный журнал

МЕХАНИКА и ТЕХНОЛОГИИ

Scientific Journal

MECHANICS & TECHNOLOGIES

«Механика және технологиялар» журналы:

Ұлыбританияның Инжиниринг және технологиялар институтының Physics, Electronics and Computing (INSPEC DIRECT) ақпараттық қызметінің рефераттық дерекқорына кіреді.

http://inspecdirect-service.theiet.org/private/home.aspx

РИНЦ ғылыми дәйексөз Ресей ұлттық библиографиялық дерекқорында тіркелген.

http://elibrary.ru/project_risc.asp

Жыл	*Импакт-фактор*
2016	*0,011*
2017	*0,032*
2018	*0,040*
2019	*0,028*
2020	*0,034*

Қазақстандық дәйексөз базасы бойынша импакт-факторы бар:

Жыл	*Импакт-фактор*
2015	*0,030*
2016	*0,011*
2017	*0,053*
2018	*0,054*
2019	*0,042*
2020	*0,088*

http://www.nauka.kz/page.php?page_id=794&lang=1#

ҚР ҒЖБМ ҒЖБССҚК басылымдарының тізбесіне келесі ғылыми бағыттар бойынша енгізілген (26.03.2024 ж. №374 бұйрық):

- ***құрылыс технологиялары;***
- ***жеңіл өнеркәсіп технологиялары;***
- ***химиялық технологиялар;***
- ***тамақ өнімдерінің технологиялары.***

CrossRef – халықаралық DOI қорының Цифрлық нысандар идентификаторларын тіркеу ресми агенттігіне енгізілген.

https://www.crossref.org/

Журналдың жазылым индексі: 74714 («Қазпошта» АҚ-«Пошталық қызмет»)

Журнал «Механика и технологии»:

Входит в реферативную базу данных Information Service for Physics, Electronics and Computing (INSPEC DIRECT) Института Инжиниринга и Технологий Великобритании.

http://inspecdirect-service.theiet.org/private/home.aspx

Зарегистрирован в российской национальной библиографической базе данных научного цитирования РИНЦ

http://elibrary.ru/project_risc.asp

Год	*Импакт-фактор*
2016	*0,011*
2017	*0,032*
2018	*0,040*
2019	*0,028*
2020	*0,034*

Имеет импакт-фактор по Казахстанской базе цитирования:

Год	*Импакт-фактор*
2015	*0,030*
2016	*0,011*
2017	*0,053*
2018	*0,054*
2019	*0,042*
2020	*0,088*

http://www.nauka.kz/page.php?page_id=794&lang=1#

Включен в перечень изданий КОКСНВО МНВО РК по следующим научным направлениям (приказ №374 от 26.03.2024 г.):

- строительные технологии;
- технологии легкой промышленности;
- химические технологии;
- технологии в сфере продуктов питания.

Интегрирован в Crossref – официальное агентство регистрации Цифровых Идентификаторов Объекта международного DOI фонда.

https://www.crossref.org/

Подписной индекс журнала: 74714 (АО «Казпочта»-«Почтовый сервис»)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«М.Х. ДУЛАТИ атындағы
ТАРАЗ ӨҢІРЛІК УНИВЕРСИТЕТІ»
КЕ АҚ

МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ғылыми журнал

1994 жылдың қаңтарынан бастап шығады

Жылына төрт рет шығады

ISSN 2308-9865
eISSN 2959-7994

№ 3 (85)
Шілде-қыркүйек
2024 ж.

Бас редактор И.И. Бекбасаров

Редакция алқасы: Н.А. Абиев, Б. Абзалбекұлы, Н.С. Амирова, С. Әлтайұлы, И.И. Бекбасаров, И.С. Бровко, Ю.Л. Винников, Ж.К. Гафуров, А.С. Жакулин, А.Ж. Жусупбеков, М.Т. Кейкиманова, О. Крейчи, Э.М. Мамбетов, Ж.Н. Молдамуратов, М.М. Мукимов, Чен Йе Нг, А. Нурлыбаева, Г.Е. Омарова, С.А. Орынбаев, А.В. Пилягин, А.А. Сагындыков, Х.Р. Садиева, М.П. Саинов, Н.А. Смирнова, Б.Ж. Унайбаев, А.А. Чуркин, А.Г. Шлейкин, Я. Шульц

Корректор және компьютерлік беттеу Ж.К. Боркулакова

Редакция мекен-жайы:
080012, Тараз қаласы, Төле би көшесі, 60.
Тел.: 8 7262 45-35-10, факс: 8 7262 43-24-02.
http://journals.dulaty.kz E-mail: mit@dulaty.kz

Тіркеу куәлігі №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж (08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013), №KZ93VPY00027164 (23.09.2020).

Басуға қол қойылған күн 30.09.2024. Форматы 70×180/16. Шартты баспа табағы 41,57. Тираж 300 дана. Тапсырыс 586.

М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университетінің «Dulaty University» баспасы. 080000, Тараз қаласы, Ы.Сүлейменов көшесі, 11.

© М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

НАО
«ТАРАЗСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.Х. ДУЛАТИ»

МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал

Издается с января 1994 года

Выходит четыре раза в год

ISSN 2308-9865
eISSN 2959-7994

№ 3 (85)
Июль-сентябрь
2024 г.

Главный редактор И.И. Бекбасаров

Редакционная коллегия: Н.А. Абиев, Б. Абзалбекұлы, Н.С. Амирова, С. Әлтайұлы, И.И. Бекбасаров, И.С. Бровко, Ю.Л. Винников, Ж.К. Гафуров, А.С. Жакулин, А.Ж. Жусупбеков, М.Т. Кейкиманова, О. Крейчи, Э.М. Мамбетов, Ж.Н. Молдамуратов, М.М. Мукимов, Чен Йе Нг, А. Нурлыбаева, Г.Е. Омарова, С.А. Орынбаев, А.В. Пилягин, А.А. Сагындыков, Х.Р. Садиева, М.П. Саинов, Н.А. Смирнова, Б.Ж. Унайбаев, А.А. Чуркин, А.Г. Шлейкин, Я. Шульц

Корректор и компьютерная верстка Ж.К. Боркулакова

Адрес редакции:
080012, г. Тараз, ул. Толе би, 60.
Тел.: 8 7262 45-35-10, факс: 8 7262 43-24-02.
http://journals.dulaty.kz E-mail: mit@dulaty.kz

Свидетельство о регистрации №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж (08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013), №KZ93VPY00027164 (23.09.2020).

Подписано в печать 30.09.2024. Формат 70×180/16. Усл. печ. л. 41,57. Тираж 300 экз. Заявка 586.

Издательство «Dulaty University» Таразского регионального университета им. М.Х. Дулати. 080000, г. Тараз, ул. Ы.Сулейменова, 11.

© Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, 2024

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGH EDUCATION
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

M.Kh. DULATY
TARAZ REGIONAL UNIVERSITY

MECHANICS & TECHNOLOGIES

Scientific Journal

Published since January 1994

Published four times a year

ISSN 2308-9865
eISSN 2959-7994

No. 3 (85)
July-September
2024

Editor in chief I.I. Bekbasarov

Editorial board: N.A. Abiev, B. Abzalbekuly, N.S. Amirova, S. Altayuly, I.I. Bekbasarov, I.S. Brovko, Chen Ye Ng, A.A. Churkin, J.K. Gafurov, A.S. Zhakulin, A.J. Zhusupbekov, M.T. Keikimanova, O. Krejci, E.M. Mambetov, Zh.N. Moldamuratov, M.M. Mukimov, A. Nurlybayeva, G.E. Omarova, S.A. Orynbayev, A.V. Pilyagin, A.A. Sagyndykov, Kh.R. Sadieva, M.P. Sainov, J. Schulz, N.A. Smirnova, A.G. Shleikin, B.Zh. Unaibayev, Yu.L. Vinnikov

Press-corrector and computer page makeup Zh.K. Borkulakova

Editorial address:
080012, Taraz, Tole bi street, 60.
Tel.: 8 7262 45-35-10, fax: 8 7262 43-24-02.
http://journals.dulaty.kz E-mail: mit@dulaty.kz

Registration certificate №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж (08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013), №KZ93VPY00027164 (23.09.2020).

Signed in print 30.09.2024. Form 70×180/16. Cond. print. sh. 41.57. Edition 300 copies. Application 586.

Printing House «Dulaty University» of Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty. 080000, Taraz, Suleimenov street, 11.

© M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, 2024

МАЗМҰНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

ТАМАҚ ӨНІМДЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

FOOD TECHNOLOGIES

Байгельдиева М.Х., Аубакиров Х.А., Тлепов А.А.
Құстарға арналған азық қоспасын жануарлардың қалдық өнімдері мен минералды заттармен толықтандырудың маңызы …….. 9

Жұмаева А.Қ., Рыскалиева Б.Ж., Жаксыгалиева Д.С., Болат Б.Б., Максутова Н.Б., Ғаділбекова Г.Қ.
Құлмақ ашытқысы негізіндегі бидай нанының сапа көрсеткіштері ……. 17

Урбанчик Е.Н., Онгарбаева Н.О., Шустова Л.В.
Разработка рецептур концентратов напитков детоксикационного действия на зерновой основе ……. 27

Имангалиева Ж.К., Ибрагимов Н.К., Кожахиева М.О., Есенова А.Б.
Оптимизация витаминного состава в творожных продуктах ……. 40

Абубакирова Л.Д., Тултабаева Т.Ч., Темиз Х.
Өсірілген тары қоса отырып, майсыз ешкі сүтінен әзірленген ферменттелген сусындардың физико-химиялық және органолептикалық көрсеткіштерін зерттеу ……... 47

Қауымбаев Р.Т., Мухамбеталиева А.
Астық және астық дақылдарының ылғалдылығын анықтау …….. 55

Умбеталиев Н.А., Күзембаева Г.К., Күзембаев Қ., Маханов М., Шамбулов Е.Д., Оралбаев С.Ж., Сыдыкбаев Ж.Т.
Қауынды қайта өңдеу жолдарын онтайландыру ……. 64

Makangali K., Ospankulova G., Tokysheva G.
Comparative analysis of structural-mechanical and functional-technological properties of organic and non-organic beef for sausage production ……. 76

Рахымбаева М.Н., Изтаев А.И., Кулажанов Т.К., Якияева М.А., Аскарбеков Э.Б., Кенжеходжаев М.Д.
Отандық әртүрлі жаздық және күздік бидай сұрыптарының физика-химиялық қасиеттерін зерттеу ……... 84

Toimbayeva D.B., Temirova I.J., Aldieva A.B., Tarabaev B.K., Ospankulova G.H.
Choice of disinfection method for triticale grain in the process of sprout production ……. 94

Мамыраев М.Н., Кулажанов Т.К., Изтаев А.И., Кенжеходжаев М.Д., Магомедов Г.О., Якияева М.А., Аскарбеков Э.Б.
Роль размера частиц в улучшении качества порошков пшеницы, тыквы, дыни и моркови ……... 101

Желеуова Ж.С., Кансейтова Э.Т., Тасполтаева А.Р., Балабекова А.С., Қоштаева Г.Е.
Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжықтың аминқышқылдары мен май қышқылдарының құрамын зерттеу …….. 115

Оразов А.Ж., Рамазанова А.С., Қойшиева Ж.Ж., Надточий Л.А.
Шұбат құрамындағы сүтқышқылды бактериялар мен ашытқыларды идентификациялау …….. 128

Тлевлесова Д.А., Петренко Е.А., Гиноян Л.Л., Абраимов Н.Т., Санзызбаев Б.С.
Оценка качественных показателей десерта на основе арбузной мякоти .. 140

Рахматулина А.Б., Диханбаева Ф.Т., Тлевлесова Д.А., Аралбаев Н.А., Есенова А.Б.
Құрғақ түйе сүтінің тағамдық және биологиялық құндылығы …….. 151

Василенко З.В., Редько-Бодмер В.В., Зайцева П.Ю.
Принципы, особенности, подходы, применяемые в организации питания при постковидном синдроме …….. 158

Маликтаева П.М., Саржанова К.Ш., Умирбаева Ш.Д.
Ұлттық сусын «ашымықтың» дән қоспасы рецептін есептеу …… 171

Саржанова К.Ш., Маликтаева П.М.
Күрішті ажарлау процесін қауыз қосу арқылы интенсивтендіру …….. 176

Oraz G.T.
Analysis and quality assessment of beef, beef breeds of cattle in Kazakhstan . 182

ҚҰРЫЛЫС ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

CONSTRUCTION TECHNOLOGIES

Lukpanov R., Dyussembinov D., Zhantlessova Zh., Altynbekova A., Yenkebayev S., Tsygulyov D., Kozhahmet M.
Investigation of the influence of post-alcohol distillers' grains on the strength of concrete used in a two-component modified additive …….. 188

Естемесова А.С., Кульдеев Е.И., Нурлыбаев Р.Е., Алтаева З.Н., Орынбеков Е.С.
Сухие строительные смеси на основе модифицированного диатомита … 201

Алтаева З.Н., Кульдеев Е.И., Нурлыбаев Р.Е., Естемесова А.С., Орынбеков Е.С.
Способы улучшения свойств полимерных композитов на основе модифицированного диатмита …….. 213

Нурымбетова Р.У., Риставлетов Р.А., Калшабекова Э.Н., Дуйсенбаева С.Т., Кудабаев Р.Б.
Возможности применения отходов свинцового производства в производстве строительных материалов …….. 229

Кожиков С.Н., Джусупова М.А.
Разработка составов композиционных вяжущих веществ и изделий на его основе с использованием золы Экибастузской ТЭЦ …… 240

Аубакирова Ф.Х., Досалиев К.С., Ибрагимов К., Артыкбаев Д.Ж., Будикова А.М.
Исследования прочностных свойств крупнообломочного грунта каменно-земляных плотин ……. 247

Жолдасов С.Қ., Сейдуллаев Е.Ш., Асылбек М.М., Турлыбаева Б.О.
Селден қорғау құрылымдарын топтастыру және бөгеттерді шаюдан сақтау конструкциялары …… 257

Shabanova A., Zakirova M., Chuprina E.
Study of the safety of gabion structures in the conditions of urban environment …….. 270

ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

CHEMICAL TECHNOLOGIES

Волненко А.А., Сериков А., Абжапбаров А.А., Левданский А.Э., Жумадуллаев Д.К.
Анализ влияния конструктивных параметров на энергозатраты в тепломассообменном аппарате с регулярной вращающейся насадкой …. 276

Сатаева Ж.И., Машанова Н.С., Смағулова М.Е., Құндызбаева Н.Д., Рзаев Б.Т.
Зығыр сабанынан алынған целлюлозаны зерттеу ……... 287

Кабылбекова А.Т., Тілеуберді Е., Акбаров Х.И., Сырманова К.К., Унгарбаева А.С., Онгарбаев Е.К., Иманбаев Е.И.
Эффективность использования полимерных модификаторов в битумных композициях …….. 299

Tazhibayeva B.T., Musabekova L.M., Brener A.M., Golubev V.G., Ulyev L.M., Kobeyeva Z.
Simulation of suspensions sedimentation into vessels and through-flowing devices ……... 317

Садиева Х.Р., Қожахан А.К., Кубекова Ш.Н., Жанасова Г.З., Әлімғалиев И.К., Нығметов Ж.М.
Азотты-фосфорлы-күкіртті кешенді тыңайтқыштарды синтездеп алу …. 328

Жаксылык Ж., Мусабекова Л.М., Голубев В.Г., Ульев Л.М., Бердалиева А.А.
Разработка компьютерной модели инерционного сворминга в дисперсных системах …….. 338

Левицкий И.А., Дяденко М.В., Редько А.И.
Антибактериальные цинксодержащие полуфриттованные глазури для керамогранита ……. 347

Ауешов А.П., Арынов К.Т., Ескибаева Ч.З., Диканбаева А.К., Тасболтаева А.М.
Хризотил-асбест қалдығын магний тұздарына қайта өңдеудің технологиясы және оның экологиялық маңызы …….. 358

Дарменбаева А.С., Масалимова Б.К., Мукажанова Ж.Б.
Алюминий негізіндегі композиттік материалдарды синтездеу және олардың қасиеттерін зерттеу ……. 367

ЖЕҢІЛ ӨНЕРКӘСІП ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

ТЕХНОЛОГИИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

LIGHT INDUSTRY TECHNOLOGIES

Yussupova L.Kh., Yeldiyar G.K., Baidildayeva A.K., Jumabekova G.B., Abzalbekuly B.
Determination of the regularity of the distribution of the adolescents feet size 375

Абдикаева А.К., Уалиев Б.М., Абдрахманова А.Г.
Классикалық симметрия қағидаларын қолдану негізінде костюм пішінінің көркемдік жобалауы …….. 384

Maksudova D.T., Ilkhamova M.U., Tursunova D.K.
Analysis of designs and development of footwear insoles from luffa for medical professionals …… 393

Шардарбек М.Ш., Боркулакова Ж.К., Абзалбекулы Б., Кауымбаев Р.Т., Ташмухамедов Ф.Р., Сарыбаева Э.Е., Ораз Г.Т., Мажиханова Б.К.
Анализ производства и свойства нетканых материалов: Мировые тенденции и развитие в Казахстане …….. 399

Ким И.С., Джанпаизова В.М., Метелева О.В.
Исследование рынка потребителей пальтово-ассортиментной группы для женщин среднего возраста …….. 406

Сулейменова Т.Н., Көбеева Н.М., Бекбергенова Н.А.
Талшықты материалдардың құрылымы мен қасиеттерінің өзара байланысы …… 416

Юсупова Л.Х., Елдияр Г.К., Джумабекова Г.Б., Мунасипов С., Абзалбекұлы Б.
Жасөспірімдерге арналған аяқ киімнің үстінгі бөлігінің материалдар пакетінің тұтынушылық сипаттамаларын талдау …… 423

Бобоев Ф.А., Илхамова М.У., Ахмедов Ж.Д.
Подготовка исходной графической информации и проектирование верха спецобуви в среде AutoCad ……. 432

МЕХАНИКА

MECHANICS

Жакаш Ә.Т., Джакашова Э.А., Есилханқызы А.
Автобалансирлер қозғалысының математикалық моделі ……... 440

Duru H., Gürbüz B., Chiyaneh A.B.
A second-order finite difference method for singularly perturbed nonlinear delay parabolic problems with periodic initial-boundary conditions ……... 447

Оразахын Д.Н., Абилжанулы Т.
Мал азығын дайындау комбайндағы дефлекторының бүйір қабырғасының көлбеулігінің оңтайлы мәнін анықтау …… 452

ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES

Орынбаев С.А., Сыздық А.Ж., Абдлахатова Н.Ш.
Жел энергетикасын пайдалану перспективасы …… 459

АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

INFORMATION TECHNOLOGIES

Акилов Е.К., Есмаханова Л.Н.
Искусственный интеллект в мире кибербезопасности ……... 465

Исабеков Ж.Б., Исабекова Б.Б., Жантлесова А.Б.
Разработка электронных средств обучения с применением интерактивных технологий …… 472

Abduvalova A.D., Akhmetzhanova Sh.E., Eshmakhanova T.K.
Overview of principles and methods of medical waste management and their application for database design ……. 479

Zagorulko Yu.A.
Development of a method for automatic extraction of ontology entity names from natural language texts ……... 486

ҒТАМР 65.59.91

М.Х. Байгельдиева[1] – *негізгі автор,*
Х.А. Аубакиров[2], **А.А. Тлепов**[3]

[1]*Докторант,* [2,3]*Ауыл шаруашылығы ғылым. канд., доцент*

ORCİD [1]*https://orcid.org/0000-0002-9607-9627* [2]*https://orcid.org/0000-0003-2670-4834*
[3]*https://orcid.org/0000-0003-2947-3840*

[1,2,3]*М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,*

Тараз қ., Қазақстан

[1]*meruert860407@gmail.com*

https://doi.org/10.55956/UYMA4582

ҚҰСТАРҒА АРНАЛҒАН АЗЫҚ ҚОСПАСЫН ЖАНУАРЛАРДЫҢ ҚАЛДЫҚ ӨНІМДЕРІ МЕН МИНЕРАЛДЫ ЗАТТАРМЕН ТОЛЫҚТАНДЫРУДЫҢ МАҢЫЗЫ

Аңдатпа. Құс шаруашылығы – еліміздің агроөнеркәсіп кешенінің жетекші саласының бірі, оның дамуы, бір жағынан, қоғамның құс еті және жұмыртқа өнімдерімен қанағаттану деңгейін, екінші жағынан, ауыл шаруашылығының экономикалық әл-ауқатын анықтайтын ұлттық экономиканың маңызды секторы.

Ауыл шаруашылығы жануарларының өнімділігі 70-80% азықтандыру және қоректену жағдайына және тек 20-30% генетикалық мүмкіндігіне байланысты екені белгілі. Сондықтан, мал-құс өнімділігін арттыруға көмектесетін маңызды шара ретінде – түрлі жас кезеңдеріне байланысты жануардың энергияға және белгілі бір қоректік заттарға қажеттілігін қанағаттандыруға негізделген толыққұнды азықтандыруды қамтамасыз етілуін айта аламыз. Егер бұл талап орындалса, онда балапандардың қысқа мерзімде қарқынды түрде өсіп-дамуы қамтамасыз етіліп, кезегінше құс шаруашылығының жоғары өнімділігіне қол жеткізуге мүмкіндік туылады.

Тірек сөздер: азық қоспасы, қоректік заттар, минералды заттар, азықтандыру, рацион, құс шаруашылығы, балапандар, бройлер, жылқы қаны, қой қаны, ірі қара қаны, ылғалдылық, протеин, май, күл.

Байгельдиева, М.Х. Құстарға арналған азық қоспасын жануарлардың қалдық өнімдері мен минералды заттармен толықтандырудың маңызы [Мәтін] / М.Х. Байгельдиева, Х.А. Аубакиров, А.А. Тлепов // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.9-16. https://doi.org/10.55956/UYMA4582

Кіріспе. Азық құрамындағы қоректік заттар мен минералды элементтердің жетіспеушілігін өтеу үшін, құс өсірушілер органикалық қалдықтар және макро- және микроэлементтердің әртүрлі көздерін пайдаланады. Осы мақсатта өнеркәсіпте өндірілген минералды қоспалар, олардың табиғи көздері немесе белгілі бір минералды элементтері бар өнеркәсіптік қалдықтар қолданылуы мүмкін. Рацион құрамының қоректік және минералды қоспалар ретінде белгілі бір макро- және микроэлементтермен қамтамасыз етілумен қатар, бұл қоспалардың құны, оларды сатып алу және тасымалдау шығындарының есепке алынуы маңызды. Өйткені, қазіргі кезде нарықта ұсынылатын азықтық қоспалар мен

минералды заттардың көпшілігі шаруашылықтар үшін тым қымбат болып отырған жайы бар.

Әсіресе, өсу энергиясы жоғары, метаболизмі қарқынды жүретін және репродуктивті қызметі жақсы дамыған құс түрлерінің толыққанды және минералды қоректендірілуіне ерекше көңіл бөлінеді. Сонымен қатар, құс етінің биологиялық ерекшеліктері әсіресе өнеркәсіптік құс шаруашылығының интенсивті түрлерінде тиімді қолданылады, оған жұмыртқалайтын тауықтардың күтіп-бағылуының торлы және едендік жүйесі, сондай-ақ етке арналған гибридті бройлер балапандарын өсіру кіреді.

Осы бағытта, өсіруге алынған құстардың рационын толыққұнды қоректік заттармен, метаболизмнің катализаторы болып табылатын биологиялық белсенді және минералды заттармен қамтамасыз ету өте маңызды. Көптеген зерттеулер олардың ұлпалық тыныс алу, қан түзу, көбею үдерістерінде, жүйке және эндокриндік жүйелердің қызметтерінде, жалпы алғанда, жануарлар денесінің табиғи қорғанысын күшейтудегі маңызды рөлін анықтады [1-7].

Толыққұнды азықтандыру және минералды қоректенудің жеткіліксіз немесе теңгерімсіздігі орын алған жағдайларда, құс ағзасынындағы қалыпты метаболизм процесі бұзылып, көбею белсенділігі нашарлайды, қолайсыз жағдайларға төзімділігі айтарлықтай төмендейді және соның салдарынан жиі өлім-жітімге алып келетін аурулар туындайды. Өнімділік пен ағзаның қорғаныс қабілетінің төмендеуінің ең көп тараған себебі – аса үлкен өндіріс жағдайындағы құс шаруашылығында жеткіліксіз және теңгерімді азықтандыруды қамтамасыз етпеу. Құс етін қарқынды түрде өндіру мақсатында олардың мыңдаған санын тауық фермаларында шоғырландыра өсіру барысында, құс ағзасындағы метаболизм үдерісінің шиеленісіне әкеледі, демек, организмдегі микро және макроэлементтердің, дәрумендердің және басқа да биологиялық белсенді заттардың қамтамасыз етілуінің төмендеуіне алып келеді.

Құс шарашылығында азық құрамындағы минералды элементтердің жетіспеушілігінің ішінара орын алуы үлкен шығын әкеледі, ондай кезде аурудың айқын белгілері байқалмағанымен, құстардың өнімділігі төмендейді, олардың жемді пайдалануы нашарлап, әртүрлі ауруларға төзімділігі әлсірейді.

Толыққұнды азықтандыру жағдайында құстың жекелей және тұқымдық ерекшеліктеріне, өнімділігіне, жасына, күтіп-бағу жағдайларына, негізгі азықтың құрамы мен сапасына және минералды заттарға қажеттілігін зерттеуге ерекше назар аударылуы керек.

Малазықтық және минералды қоспалар, биологиялық стимуляторлар, премикстердің әртүрлі түрлерін қолдану құс ағзасының қажеттіліктеріне сәйкес келетін қатаң белгіленген мөлшерде және арақатынаста жеткізілсе ғана оң нәтиже береді.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Ет пен сүйек ұнының құрамын анықтауға бағытталған бұл зерттеу Астана қаласындағы С. Сейфуллин атындағы агротехникалық университетінің зертханасында жүргізілді. Үлгілерді кептіру үшін BINDER үлгісіндегі BD 115 кептіру пеші пайдаланылды. Жануарлардың қан құрамын анықтау үшін FOSS NIRS 2500 аналитикалық экспрессы анализаторы қолданылды. Жануалардың қан сынамаларын алу және олардың құрамын анықтау келесі стандарттық талаптарға негізделді:

– ГОСТ 33674-2015 «Қан және олардың өнімдері»;

– ГОСТ 9231910 «Сойылған жаруарлар қаны»;

– ГОСТ 13496.3-92 (ИСО 6496-83) «Құрама жем, құрама жем шикізаты. Ылғалдылықты анықтау әдісі»;

– ГОСТ 13496.4-93 «Жем, құрама жем, құрама жем шикізаты. Азот пен шикі ақуызды анықтау әдістері»;

– Ветеринариялық-санитариялық талаптар. «Сойылатын жануарларды ветеринариялық тексеру және ет пен ет өнімдерін ветеринариялық-санитариялық сараптау қағидалары». 27.12.1983 ж.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Құс шаруашылығында оларға арналған рацион құрамын қоректік заттар және минералды элементтермен толықтыру өте маңызды шара. Өйткені, азық құрамының теңгерімсіздігі орын алған жағдайларда, құс ағзасынындағы қалыпты метаболизм үдерісі бұзылып, көбею қабілеттілігі, иммунитеті айтарлықтай төмендейтіні белгілі. Сондықтан, біздер өз зерттеулерімізде мал сою бекеттерінде қалдық заттар ретінде кәріз суына ағызып жіберілетін ауыл шаруашылық жануарларының қан құрамының қоректік заттар мөлшерін анықтауды мақсат еттік. Сонымен қатар, сойылатын жануарлардың әр түрлі инфекциялық аурулардан таза екендігіне, жергілікті мал дәрігерлері тарапынан берілетін «Ветеринариялық анықтама» қағазы және еттің сыртқы белгілерін бағалау арқылы көз жеткізілді.

Зерттеу барысында арнайы қасап орындарында жылқы, ірі қара және қойларды сою кезінде жоғарыда аталған ауыл шаруашылық жануарларынан қан сұйықтықтары ыдыстарға құйып алынды. Қан сұйықтықтарын кептіріп ұнтақтарға айналдыру барысында түрлі құрылғылар мен әдістер (кептіру шкафтары, желдеткіші бар BOSCH газ плитасы, күн астында, көлеңкеде, самал желде ұстау және т.б.) қолданылды. Ұнтақ дәрежесіне дейін кептірілген жануарлар қандары (1, 2, 3, 4, 5-суреттер) аузы герметикалық құтыларға салынып жабылған соң Астана қаласына апарылып, С. Сейфуллин атындағы агротехникалық университетінің зертханасында құрамын анықтау жұмыстары бойынша сараптама жұмыстары жүргізілді.

Сурет 1. Жануарлар қанын дайындау

Сурет 2. Ұйытылған қан

Сурет 3. Қанды кептіру

Сурет 4. Қан ұнтақтарын алу

Сурет 5. Құтыларға салынған дайын қан ұнтақтары

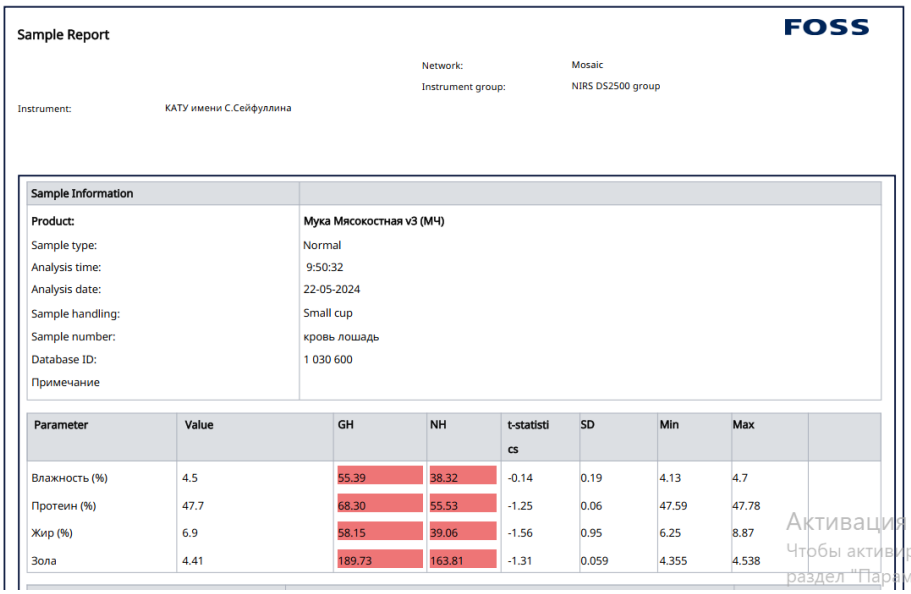
Құсқа берілетін азық құрамының неғұрлым толыққұнды болуы, балапандардың ауруға шалдықпай шығындардың орын алуының алдын алып, қарқынды өсіп-жетілуін қамтамасыз етеді. Қалдық өнім ретінде далаға тасталып, құс шаруашылығындағы азықтық жем қоспасы ретінде рацион құрамында қолданыс таппай келе жатқан, өте құнды шығу тегі органикалық зат – жануарлар қаны екендігі белгілі. Сондықтан, түрлі ауыл шаруашылық жануарларының арнайы кептірілген қан сынамалары С. Сейфуллин атындағы агротехникалық университетінің зертханасында сараптамадан өткізілді. Келесі 6, 7, 8 суреттерде зертхана жағдайында анықталған кептірілген қан сынамалары құрамының статистикалық мәліметтері кескіндеме түрінде беріледі.

Product:	**Мука Мясокостная v3 (МЧ)**
Sample type:	Normal
Analysis time:	9:47:51
Analysis date:	22-05-2024
Sample handling:	Small cup
Sample number:	кровь баран
Database ID:	1 030 599
Примечание	

Parameter	Value	GH	NH	t-statistics	SD	Min	Max
Влажность (%)	4.4	63.98	44.05	-0.21	0.1	4.23	4.55
Протеин (%)	47.6	79.93	67.03	-1.26	0.02	47.53	47.6
Жир (%)	7.9	63.10	44.57	-1.26	0.84	6.82	9.17
Зола	5.80	217.47	191.35	-1.17	0.307	5.618	6.514

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите

Сурет 6. Қой қаны құрамын сараптау нәтижелерінің статистикалық мәліметтері



Sample Report

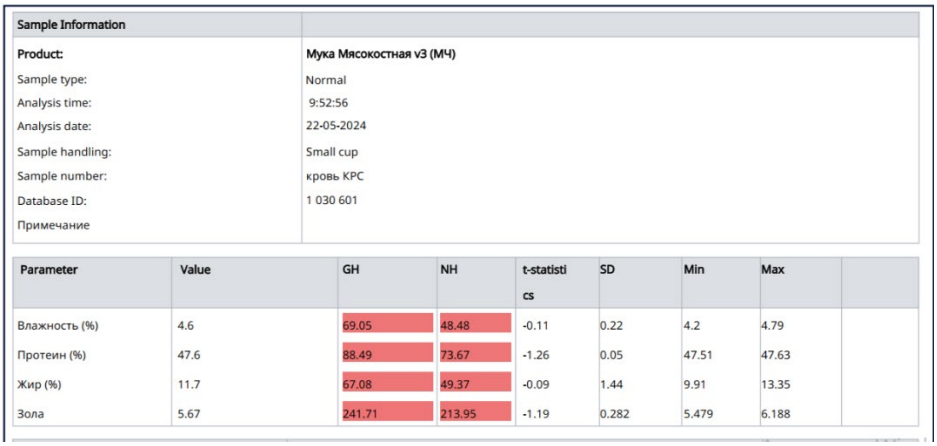
FOSS

Network: Mosaic
Instrument group: NIRS DS2500 group
Instrument: КАТУ имени С.Сейфуллина

Sample Information	
Product:	**Мука Мясокостная v3 (МЧ)**
Sample type:	Normal
Analysis time:	9:50:32
Analysis date:	22-05-2024
Sample handling:	Small cup
Sample number:	кровь лошадь
Database ID:	1 030 600
Примечание	

Parameter	Value	GH	NH	t-statistics	SD	Min	Max
Влажность (%)	4.5	55.39	38.32	-0.14	0.19	4.13	4.7
Протеин (%)	47.7	68.30	55.53	-1.25	0.06	47.59	47.78
Жир (%)	6.9	58.15	39.06	-1.56	0.95	6.25	8.87
Зола	4.41	189.73	163.81	-1.31	0.059	4.355	4.538

Сурет 7. Жылқы қаны құрамын сараптау нәтижелерінің статистикалық мәліметтері



Sample Information	
Product:	**Мука Мясокостная v3 (МЧ)**
Sample type:	Normal
Analysis time:	9:52:56
Analysis date:	22-05-2024
Sample handling:	Small cup
Sample number:	кровь КРС
Database ID:	1 030 601
Примечание	

Parameter	Value	GH	NH	t-statistics	SD	Min	Max
Влажность (%)	4.6	69.05	48.48	-0.11	0.22	4.2	4.79
Протеин (%)	47.6	88.49	73.67	-1.26	0.05	47.51	47.63
Жир (%)	11.7	67.08	49.37	-0.09	1.44	9.91	13.35
Зола	5.67	241.71	213.95	-1.19	0.282	5.479	6.188

Сурет 8. Ірі қара қаны құрамын сараптау нәтижелерінің статистикалық мәліметтері

Тәжірибе жұмыстарында алынған қан сынамаларының органикалық заттар құрамын анықтаудың статистикалық көрсеткіштері 1-кестеде берілген.

Зерттеу нәтижесінде (1-кесте) ылғалдылық мөлшерінің ең төменгі көрсеткіші қойда – 4,4% болса, ең жоғарғысы – 4,6% ірі қара малында екендігі анықталды. Жылқы сынамасында бұл көрсеткіш аралық мәнге (4,5%) ие болды. Протеин мөлшері бойынша аса бір айырмашылықтар байқалмады. Май мөлшерінің ең жоғары көрсеткіші – 11,7% ірі қара қаны сынамасынан анықталса, қойда бұл көрсеткіш – 7,9%, ал жылқыда ең төменгі – 6,9% нәтижені көрсетті. Күл мөлшерінің ең жоғары көрсеткіші қой қаны сынамасында – 5,67 болса, ірі қарада – 5,67, ал жылқыда ең төменгі көрсеткіш – 4,41 құрады.

Кесте 1

Ауыл шаруашылық жануарларының қан құрамындағы қоректік (органикалық) заттардың көрсеткіштері

			Көрсеткіштер			
			Ылғалдылығы, %	Протеин, %	Май, %	Күл
Мөлшері			4,4	47,6	7,9	5,80
Қой қаны	Статистикалық мәліметтері	GH	63,98	79,93	63,10	217,47
		NH	44,05	67,03	44,57	191,35
		t-statisti	-0,21	-1,26	-1,26	-1,17
		SD	0,1	0,02	0,84	0,37
Мөлшері			4,5	47,7	6,9	4,41
Жылқы қаны	Статистикалық мәліметтері	GH	55,39	68,30	58,15	189,73
		NH	38,32	55,53	39,06	163,81
		t-statisti	-0,14	-1,25	-1,56	-1,31
		SD	0,19	0,06	0,95	0,06
Мөлшері			4,6	47,6	11,7	5,67
Ірі қара қаны	Статистикалық мәліметтері	GH	69,05	88,49	67,08	241,71
		NH	48,48	73,67	49,37	213,9
		t-statisti	-0,11	-1,26	-0,09	-1,19
		SD	0,22	0,05	1,44	0,28

Ішек микрофлорасының қалыпты жұмыс істеуі құстардың денсаулығын сақтауда үлкен рөл атқарады. Қазіргі уақытта асқазан-ішек жолдарының ауруларының алдын алудың әртүрлі симбиотикалық құралдарын пайдалана отырып, ауыл шаруашылық жануарлары мен құстарды өсіру технологияларын дамытуға көп көңіл бөлінуде. Зерттеу нәтижесінде жылқы сынамасында бұл көрсеткіш аралық мәнге (4,5%) ие болды. Протеин мөлшері бойынша аса бір айырмашылықтар байқалмады. Май мөлшерінің ең жоғары көрсеткіші – 11,7% ірі қара қаны сынамасынан анықталса, қойда бұл көрсеткіш – 7,9%, ал жылқыда ең төменгі – 6,9% көрсетті.

Қорытынды. Құс балапандары рационының толыққұнды болуы олардың салмақ қосып, тез өсіп-жетілуіне тікелей әсер етеді. Рацион құрамында қандайда бір макро және микро элементтердің жетіспеушілігі балапандардың әлжуаз болып, түрлі ауруларға шалдығуына әсер етеді. Сондықтан, жас балапандар рационын толыққұнды, шығу тегі органикалық заттармен байыту өте маңызды болдып саналады. Мақалада жануарлар қанын азықтық қоспа ретінде пайдаланудың маңызы көрсетіледі.

Әдебиеттер тізімі

1. Аубакиров, Х.А. Наладка переработки вторичных продуктов лошадей – путь к безотходной технологии продуктов коневодства [Текст] / Х.А. Аубакиров // Вестник Киргизского аграрного университета. – 2011. – № 1(19). – С. 92-94.
2. Аубакиров, Х.А. О переработке вторичных продуктов коневодства [Текст] / Х.А. Аубакиров, К.Ж. Сейтбаев // Вестник Росийской академии с-х. наук. – 2011. – № 3. – С. 65-66.

3. Аубакиров, Х.А. Значение и выгоды безотходной переработки вторичных продуктов убоя сельскохозяйственных животных [Текст] / Х.А. Аубакиров, М.Д. Кенжеходжаев // Н.А. Назарбаевтың «Болашаққа бағдар: рухани жаңғыру» бағдарламалық мақаласына арналған «Агроөнеркәсіптік кешенді алға шығаратын ақылды технологиялар» тақырыбындағы аймақтық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдары. – Тараз: [?], 2018. – С. 17-20.
4. Аубакиров, Х.А. Значение переработки отходов мясной промышленности [Текст] / Х.А. Аубакиров, М.Х. Байгельдиева, М.Д. Кенжеходжаев, М.Ш. Гаражаев // Международная научно-практическая конференция «Состояние и перспективы развития ветеринарии и животноводства в Республике Казахстан», посвященная 80-летию академика НАН РК, доктора ветеринарных наук, профессора Сайдулдина Тлеуберды. – Алматы: ҚазҰАЗУ, 2023. – С. 653-659.
5. Baigeldiyeva M.Kh., Aubakirov Kh.A., Kenzhekhodzhaev M.D. Results of determining the nutritional composition of meat and bone meals intended for fodder mixture // Mechanics and Technology / Scientific journal, 2024. No.1 (83). P.24-31.
6. Karwowska M., Łaba S., Szczepanski K. Food Loss and Waste in Meat Sector – Why the Consumption Stage Generates the Most Losses? // Sustainability, 2021. Vol. 13. P. 6227
7. Velichko N.A., et al. Technology of meat and meat products: textbook manual. – Krasnoyarsk: Krasnoyarsk state agrarian university, 2019.

Материал редакцияға 03.04.24 түсті.

М.Х. Байгельдиева[1], Х.А. Аубакиров[1], А.А. Тлепов[1]

[1]Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ВАЖНОСТЬ ДОПОЛНЕНИЯ КОРМОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ ПТИЦ ПРОДУКТАМИ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И МИНЕРАЛЬНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Аннотация. Развитие птицеводства является одной из ведущих отраслей АПК, которое влияет на экономическое благополучие страны, определяющей уровень удовлетворенности населения мясом и яичной продукцией птицы.

Известно, что продуктивность сельскохозяйственных животных на 70-80% зависит от правильного кормления и лишь на 20-30% от генетического потенциала. В качестве важной меры повышения продуктивности птицы можно считать обеспечение кормления, основанного на удовлетворении потребностей животного в энергии и отдельных питательных веществах в зависимости от разных возрастных периодов. Если это требование будет соблюдено, то за короткий период времени будет обеспечен интенсивный рост цыплят и, в свою очередь, можно достичь высокой продуктивности птицеводства.

Ключевые слова: кормовая смесь, питательные вещества, минеральные вещества, кормление, рацион, птицеводство, цыплята, бройлеры, кровь лошади, кровь овцы, кровь КРС, влага, белок, жир, зола.

M.Kh. Baigeldiyeva[1], H.A. Aubakirov[1], A.A. Tlepov[1]

[1]M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

IMPORTANCE OF SUPPLEMENTING POULTRY FEED MIXTURES WITH ANIMAL PRODUCTS AND MINERALS

Abstract. Poultry farming development is one of the leading sectors of the agro-industrial complex, which affects the economic well-being of the country, determining the level of population satisfaction with poultry meat and egg products.

It is known that the productivity of farm animals depends on proper feeding by 70-80% and only on genetic potential by 20-30%. An important measure for increasing poultry productivity can be considered the provision of feeding based on satisfying the animal's needs for energy and individual nutrients depending on different age periods. If this requirement is met, then intensive growth of chickens will be ensured in a short period of time and, in turn, high productivity of poultry farming can be achieved.

Keywords: feed mixture, nutrients, minerals, feeding, diet, poultry farming, chickens, broilers, horse blood, sheep blood, cattle blood, moisture, protein, fat, ash.

References

1. Aubakirov KH.A. Naladka pererabotki vtorichnykh produktov loshadey – put' k bezotkhodnoy tekhnologii produktov konevodstva [Setting up the processing of secondary products of horses – the way to waste-free technology of horse breeding products] // Vestnik Kirgizskogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Kyrgyz Agrarian University], 2011. No. 1 (19). P. 92-94, [in Russian].
2. Aubakirov KH.A., Seytbayev K.ZH. O pererabotke vtorichnykh produktov konevodstva [On the processing of secondary products of horse breeding] // Vestnik Rosiyskoy akademii s-kh. Nauk [Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences], 2011. No. 3. P. 65-66, [in Russian].
3. Aubakirov KH.A., Kenzhekhodzhayev M.D. Znacheniye i vygody bezotkhodnoy pereraboki vtorichnykh produktov uboya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh [The importance and benefits of waste-free processing of secondary products of slaughter of agricultural animals] // N.A. Nazarbayevtyň «Bolashaq̣ḳa baġdar: rukhani zhaňġyru» baġdarlamalyq̣ maq̣alasyna arnalġan «Agroönerkəsíptík keshendí alġa shyġaratyn aq̣yldy tekhnologiyalar» taq̣yrybyndaġy aymaq̣tyq̣ ġylymi-təzhíribelík konferentsiyasynyň materialdary [Materials of the regional scientific and practical conference “Smart technologies that promote the agro-industrial complex” dedicated to the program article of N.A. Nazarbayev “Looking to the future: modernization of public consciousness”]. – Taraz: [?], 2018. – P. 17-20, [in Russian].
4. Aubakirov KH.A., Baygel'diyeva M.KH., Kenzhekhodzhayev M.D., Garazhayev M.SH. Znacheniye pererabotki otkhodov myasnoy promyshlennosti [The importance of processing waste from the meat industry] // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Sostoyaniye i perspektivy razvitiya veterinarii i zhivotnovodstva v Respublike Kazakhstan», posvyashchennaya 80-letiyu akademika NAN RK, doktora veterinarnykh nauk, professora Sayduldina Tleuberdy [International scientific and practical conference "State and prospects for the development of veterinary medicine and animal husbandry in the Republic of Kazakhstan", dedicated to the 80th anniversary of Academician of the NAS RK, Doctor of Veterinary Sciences, Professor Saiduldin Tleuberdy]. – Almaty: Kazakh National Agrarian Research University, 2023. P. 653-659, [in Russian].
5. Baigeldiyeva M.Kh., Aubakirov Kh.A., Kenzhekhodzhaev M.D. Results of determining the nutritional composition of meat and bone meals intended for fodder mixture // Mechanics and Technology / Scientific journal, 2024. No.1 (83). P.24-31.
6. Karwowska M., Łaba S., Szczepanski K. Food Loss and Waste in Meat Sector – Why the Consumption Stage Generates the Most Losses? // Sustainability, 2021. Vol. 13. P. 6227
7. Velichko N.A., et al. Technology of meat and meat products: textbook manual. – Krasnoyarsk: Krasnoyarsk state agrarian university, 2019.

ҒТАМР 65.33.29

А.Қ. Жұмаева[1] – *негізгі автор*, ©
Б.Ж. Рыскалиева[2], Д.С. Жаксыгалиева[3],
Б.Б. Болат[4], Н.Б. Максутова[5], Г.Қ. Ғаділбекова[6]

[1]PhD, доцент м.а., [2]Магистр, аға оқытушы, [3]Магистр, оқытушы, [4,5,6]Магистрант
ORCİD
[1]https://orcid.org/0000-0001-7637-8155 [2]https://orcid.org/0000-0003-2896-5405
[3]https://orcid.org/0008-0008-3646-0259 [4]https://orcid.org/0009-0004-6540-8557
[5]https://orcid.org/0009-0002-6567-6928 [6]https://orcid.org/0009-0002-7300-8209

[1,2,3,4,5,6]Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті,

Орал қ., Қазақстан

[1]balaussa.bolat@mail.ru

https://doi.org/10.55956/FWDF5613

ҚҰЛМАҚ АШЫТҚЫСЫ НЕГІЗІНДЕГІ БИДАЙ НАНЫНЫҢ САПА КӨРСЕТКІШТЕРІ

Аңдатпа. Қазақстанда нан-тоқаш өнімдері негізгі тағам болып табылады. Алайда оның сапасы әрдайым қойылатын талаптарға сәйкес келмейтіндіктен, сапалы, сонымен қатар тағамдық құндылығы жоғары нан өнімдерінің жаңа сорттарын жасаудың нақты қажеттілігі туындады. Бұл тұрғыдан алғанда, табиғи өсімдік шикізатын пайдалану бойынша зерттеулер қызығушылық тудырады.

Соңғы жылдары әлемде нанды емдік және профилактикалық қасиеттер беретін әртүрлі пайдалы заттармен байытуға көп көңіл бөлінді. Диеталық нан өнімдерін қолданудың емдік профилактикалық әсері рецептураға қажетті қосымша компоненттерді енгізу немесе қажетсіздерді алып тастау, сондай-ақ пісіру технологиясын өзгерту арқылы қамтамасыз етіледі. Осы орайда құлмақ шикізаты қолданылып құрғақ ашытқы дайындалды.

Мақалада нан өнімнің ашытқысыз сорттарының ассортиментін кеңейту мақсатында бидай нанының технологиясында құлмақ ашытқысын қолдану мүмкіндігі қарастырылады.

Бұл мақалада ұнды кондитер өнімінің сапасын арттыру және ассортиментін кеңейту мақсатында жаңа ұнды кондитер өнімі жасалды. Зерттеу «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС және Алматы технологиялық университетінің зертханаларында жүргізілді. Нанның физикалық-химиялық және органолептикалық көрсеткіштерін зерттеу негізінде құлмақ ашытқысын енгізудің оңтайлы концентрациясы анықталды.

Тірек сөздер: нан өнімдері, құлмақ ашытқысы, нан, тағамдық құндылық, аминқышқылдар, дәрумен, минералды заттар.

Жұмаева, А.Қ. Құлмақ ашытқысы негізіндегі бидай нанының сапа көрсеткіштері [Мәтін] / А.Қ. Жұмаева, Б.Ж. Рыскалиева, Д.С. Жаксыгалиева, Б.Б. Болат, Н.Б. Максутова, Г.Қ. Ғаділбекова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.17-26. https://doi.org/10.55956/FWDF5613

Кіріспе. Бүгінгі таңда біздің халқымыздың әлеуметтік маңызы бар азық-түлік өнімдерінің тізімінде нан мен нан өнімдері маңызды орын алады. Экономикалық тұрақсыздық кезеңінде нан тұтыну сөзсіз артады, өйткені нан

жаппай тұтынудың ең қол жетімді өнімі болып табылады. Нан рецептурасына оның профилактикалық қасиеттерін беретін және нанның тағамдық құндылығын арттыратын заттарды қосу халықтың рационында маңызды қоректік заттардың жетіспеушілігінің алдын алу мәселесін барынша тиімді шешуге мүмкіндік береді. Нан бүгінде көптеген халықтардың тамақтану рационында алдыңғы орындарды иемденеді [1-5].

Бір адам жылына орта есеппен 120-125 кг піскен нан және ұннан жасалған тағамдарды пайдаланады. Нанның сіңімділігінің жоғары болуы оның химиялық құрамының ерекшелігіне және оның құрамындағы заттардың болуына байланысты.

Адам нанды жей отырып, өзінің көмірсуға деген қажеттілігінің тең жартысын, ақуыздың үштен бір бөлігін, В витамин тобының жартысынан көбісін, сондай-ақ фосфор мен темірді өз бойына сіңіреді. Қара бидай және қарапайым ұндарынан дайындалған нандар тағамдық талшықтарға деген қажеттілікті толықтай қамтамасыз етеді [1,2,6].

Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының зерттеуінше ересектер мен балалардың көпшілігі сапасыз тамақ өнімдерінен зардап шегеді. Аталмыш рейтингте Қазақстан алғашқы ондыққа кіріп отыр.

Құрғақ құлмақ ашытқысы қосылған нан өнімінің оргонолептикалық, физика-химиялық көрсеткіштері ГОСТ 34551-2019, ГОСТ 5568-68, ГОСТ 25832-89, ГОСТ Р 55569-2013 сәйкес зерттелді.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Бұл жұмыста өнімінің сапасын арттыру мақсатында құлмақ ашытқысын қолданған болатынбыз. Құлмақ өнімдерін өндеу мынадай қасиеттерге ие болып табылады. Құрамында азотты, азотсыз экстрактивті, минералды және фенолды заттар, дайын өнімнің сапасын арттыруға мүмкіндік беретін амин қышқылдар, сондай-ақ құлмақ құрамында микрофлораның дамуын тежейтін мирцен және мирценол, кариофиллен, гераниол, линалол, борнеол, гумулен эфир майлары мен ащы қышқыл ацилфлороглюцидтер (лупулон, гулупон, гумулон) бар. Құлмақ шикізаты қазіргі таңда көпке белгілі бауыр мен бүйрек проблемаларына, сондай-ақ жүрек-қан тамырлары ауруларына ем болып келеді. Тыныс алуды реттейді және метаболизм процестерін белсенді етіп, әйел гормоны эстрогенді шығарады. Асқазан проблемалары бар адамдарға тағайындалады. Секреторлық безді белсендірудің арқасында асқазан сөлі бөлініп, тәбет жоғарылайды. Витамин тапшылығының алдын алады және ас қорыту жақсарады. Бұл бізге өз кезегінде дұрыс тамақтануға септігін тигізеді [7-10].

Құлмақ дәрумендер мен минералдарға бай: Е дәрумені – 164%, РР дәрумені – 31%, калий – 29,9%, кальций – 27,3%, магний – 58,5%, фосфор – 59,1% [8,9,19].

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Ашытқысыз нан пісірудің басқа нан өнімдерінен ерекшелігі құрамында адам ағзасына зиян келтіретін наубайхана ашытқысының болмауында. Мұндай пісіру өте ұзақ уақыт бойы ас қорыту жолдарының ауруларының алдын алу және емдеу үшін қолданылған. Органолептикалық қасиеттерінің арқасында ол ішектің мінсіз жұмысына ықпал етеді, асқазан-ішек жолдарының бұлшықеттерінің белсенді жұмысын ынталандырады. Жоғары тығыздығы мен қаттылығы тағамның жақсы сіңуіне және ас қорыту жүйесінің тиімді жұмысына ықпал етеді. Ашытқысыз нан пісіру бауырдың жұмысын жақсартады, ұйқы безінің тұрақты жұмысына ықпал етеді, сонымен қатар асқазанның қышқыл ортасын төмендетуге қабілетті, осылайша әртүрлі мәселелерден арылуға көмектеседі. Ашытқылардың қамырда ісінуі және осылайша ішекте газдың жоғарылауы

қабілеті туралы барлығы дерлік біледі. Ашытқысыз нанды біржола қолдану метеоризмнен арылуға көмектеседі. Мұндай нанды диетологтар жиі ұсынады, өйткені ол нан өнімдерінің басқа түрлеріне қарағанда аз калориялы [3,6,7,20,21].

Құлмақ негізіндегі ашытқыны қолданып нан өндірісі технологиясын жетілдіру барысында ең алдымен құлмақ ашытқысы жасалды: құлмақ, бидай кебегі, жоғары сұрыпты бидай ұны.

Құлмақ шикізаты қосылған құрғақ ашытқының дайындалу барысы 1-суретте көрсетілген.

Сурет 1. Құлмақ шикізаты қосылған құрғақ ашытқының дайындалу барысы

Нанды дайындау үшін жоғарыда көрсетілген құрғақ ашытқыны пайдалана отырып опара дайындау әдісі таңдалды. Дайындалған опарадан әртүрлі мөлшері бар нан өнімдерінің сапасына зерттеулер жүргізілді. Зерттеу барысында нан өнімдерінің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері зерттелді. Салыстырмалы бағалау үшін нан өнімін дайындау кезеңінде құлмақ ашытқысының әртүрлі мөлшерін қосу әдісі қолданылды. Рецептуралардың 3 нұсқасы ұсынылды: опара дайындау барысында жоғары сұрыпты бидай ұнын 15%, 30%, 45% мөлшерінде құлмақ ашытқысына ауыстыру.

Құлмақ ашытқысынан опара дайындау рецептурасы 1-кестеде көрсетілген. Құрғақ құлмақ ашытқысы қосылған нан өнімінің және бақылау үлгісінің рецептурасы 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 1

Құлмақ ашытқысынан опара дайындау рецептурасы

№	Шикізат	15%	30%	45%
1	опара	15 г	30 г	45 г
2	ұн	85 г	70 г	55 г
3	су	100 г	100 г	100 г
4	қант	5 г	5 г	5 г

Кесте 2

Құлмақ ашытқысы қосылған нан өнімінің және бақылау үлгісінің рецептурасы

№	Шикізат	Бақылау үлгісі	15%	30%	45%
1	опара		205 г	205 г	205 г
2	су	300 г	300 г	300 г	300 г
3	ұн	700 г	700 г	700 г	700 г
4	тұз	12 г	12 г	12 г	12 г
5	қант	20 г	20 г	20 г	20 г

Наубайхана ашытқысының қатысуынсыз дайындалған, ерекше дәмі мен хош иісі бар және құлмақ ашытқысы қосылған диеталық тағамға ұсынылатын нан алынды. Құлмақ ашытқысы қосылған нан өнімінің органолептикалық көрсеткіштеріт 3-кестеде көрсетілген.

Кесте 3

Құлмақ ашытқысы қосылған нан өнімінің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері

№	Көрсеткіштердің атауы	Бақылау үлгісі	Дайын үлгілердегі құлмақ ашытқысының саны		
			15%	30%	45%
1	Сыртқы түрі	беті тегіс, жылтыр, үлкен жарықтарсыз			
2	Түсі	ашық сары			
3	Пішіні	өзіне тән, көлемі үлкен емес			
4	Дәмі мен иісі	өнімнің өзіне тән дәмі мен иісі бар, бөтен иіс пен дәм жоқ	нанның бұл түріне тән жағымды дәмі бар, құлмақ аздап дәмі сезіледі	нанның бұл түріне тән жағымды дәмі бар, құлмақ айқын дәмі сезіледі	нанның бұл түріне тән жағымды дәмі бар, құлмақ айқын дәмі сезіледі
5	Нан жұмсағының күйі	созылмалы, жұмсағы бастапқы пішінге оралады, үгітілмелі	Тығыз	Тығыз	Тығыз
Физика-химилық көрсеткіштері					
6	Пісіру қасиеттері Піскен күйі, кесілген түрі		Толық піскен, ылғалды емес, эластикалық	Толық піскен, ылғалды емес, эластикалық	Толық піскен, ылғалды емес, эластикалық
7	Қышқылдылық, %		3,2	3,5	4,0
8	Ылғалдылық, %		39,6	40,0	41,2
9	Кеуектілік, %		71,0	71,0	70,2

3-кестеде көрсетілгендей, құлмақ ашытқысының мөлшері нан өнімдерінің иісіне, дәміне, құрылымына әсер етті. Жоғары сұрыпты бидай ұнына 15%, 30%, 45% құлмақ ашытқысын қосқан кезде органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштерінде бақылау үлгісімен салыстырғанда бірнеше өзгерістер байқалды.

Құлмақ ашытқысы қосылған нан өнімінің дегустацилық көрсеткіштері 4-кестеде көрсетілген.

Кесте 4

Құлмақ ашытқысы қосылған нан өнімінің дегустацилық көрсеткіштері

№	Көрсеткіштердің атауы	Дайын үлгілердегі құлмақ ашытқысының саны			
		Бақылау үлгісі	15%	30%	45%
		5- баллдық шкала бойынша орташа бағалау			
1	Сыртқы түрі	5	4,6	5	4,6
2	Дәмі	5	4	4,6	4
3	Иісі	4,6	4,6	5	4,6
4	Түсі	4	5	5	5
5	Органолептикалық көрсеткіштері	4,6	4,5	4,9	4,5

Дегустациялық бағалау нәтижелері құлмақ ашытқысының 30% мөлшері бақылау үлгісімен салыстырған кезде үлгінің ең жақсы көрсеткіштерге ие екенін көрсетіп, оңтайлы мөлшер ретінде таңдалып алынды.

Құлмақ ашытқысының 30% мөлшеріндегі үлгісі және қорытынды бақылау үлгісі 2-суретте көрсетілген.

Сурет 2. Құлмақ ашытқысының 30% мөлшеріндегі үлгісі және қорытынды бақылау үлгісі

Екі үлгінің физика-химиялық көрсеткіштерін салыстыру кезінде құлмақ ашытқысын қосқанда нанның ақуыз мөлшері 2,07%-ға төмендегенін, ал май – 1,51%, көмуірсу – 38,52% төмендегенін атап өтуге болады. Бақылау үлгісі және байытылған құлмақ ашытқысымен дайындалған нан өнімінің физика-химиялық көрсеткіштері 5-кестеде, аминқышқылды құрамы 6-кестеде көрсетілген.

Кесте 5

Құрғақ құлмақ ашытқысы қосылған нан өнімінің физика-химиялық көрсеткіштері

№	Көрсеткіштердің атауы	Бақылау үлгісі	Дайын үлгілердегі құлмақ ашытқысының саны
1	Ақуыз, %	10,46±0,16	8,39±0,14
2	Май, %	4,14±0,05	2,63±0,04
3	Көмірсу, %	56,71±0,84	18,19±0,23

Кестеде көрсетілген нәтижелерге сәйкес жоғары сұрыпты бидай ұнынан жасалған нанға қарағанда тағамдық құндылығы жоғарылағанын және калориясы аз екенін көруге болады.

Кесте 6

Құрғақ құлмақ ашытқысы қосылған нан сапасының аминқышқылды құрамы

№	Аминқышқылды құрамы	Бақылау үлгісі	Дайын үлгілердегі құлмақ ашытқысының саны
1	аргинин	1,131±0,452	1,933±0,773
2	лизин	0,198±0,067	0,111±0,038
3	тирозин	0,566±0,170	0,391±0,117
4	фенилаланин	1,037±0,311	0,740±0,222
5	гистидин	0,156±0,078	0,090±0,045
6	лейцин+изолейцин	0,943±0,245	0,699±0,182
7	метионин	0,287±0,098	0,275±0,094
8	валин	0,707±0,283	0,535±0,214
9	пролин	2,074±0,539	1,645±0,428
10	треонин	0,566±0,226	0,535±0,214
11	серин	0,707±0,184	0,535±0,139
12	аланин	0,518±0,135	0,354±0,092
13	глицин	0,518±0,176	0,321±0,109

6-кестеде аргинин аминқышқылы құрамы көбейгенін атап өтуге болады. Аргинин жүректің жұмысына оң әсер етеді, қан тамырларының кеңеюін қамтамасыз етеді, қан ағымын жақсартады, қан қысымын төмендетеді.

Қорытынды. Осылайша зерттеулер ашытқысыз нанның жаңа түрін алу технологиясын әзірлеуге және жақсы антиоксиданттық қасиеттері бар емдік-профилактикалық мақсаттағы нан өнімдерінің ассортиментін кеңейтуге мүмкіндік берді.

Қорытындылай келе құлмақ ашытқысы қосылған нан өнімін ағзаға келтірер орасан зор пайдасын анықтай отырып, диеталық нан өнімі ретінде және адам ағзасына пайдалы нан өнімі ретінде тұтынуды ұсынуға болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Калинина, И.В. Исследование качества обогащенных видов хлеба в процессе хранения [Текст] / И.В. Калинина, Н.В. Науменко, И.В. Фекличева // Вестник ЮУрГУ. – 2015. – № 1. – С. 36-44.
2. Сатцаева, И.К. Способ повышения качества и безопасности хлебобулочных изделий из пшеничной муки путем совершенствовния технологии хмелевой закваски [Текст] / И.К. Сатцаева, В.А. Гасиева, А.К. Тебоева, Я.С. Фарниеева // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 2. – С. 118-124.

3. Дерканосова, А.А. Изучение показателей качества хлеба с содержанием хмелепродуктов [Текст] / А.А. Дерканосова, А.А. Опиничева // Вестник Мах. – 2017. – № 1. – С. 31-33.
4. Коляда, Е.В. Хлеб на хмелевой закваске [Текст] / Е.В. Коляда, А.И. Толчикова // [?]. – 2017.
5. Печенкина, О.Н. Забытые старые традиции выпечки хлеба на основе шишек хмеля [Текст] / О.Н. Печенкина, М.Е. Печенкина // [?].
6. Каратаева, О.Г. Показатели оценки качества хмелесырья [Текст] / О.Г. Каратаева, Т.С. Кукушкина, Ю.М. Алексеев // Вестник Московский Государственный Агроинженерный Университет Имени В.П. Горячкина. – 2019. – № 4. – С. 92.
7. Хмелевская, А.В. Биологически активные вещества дикорастущего хмеля обыкновенного (humulus lupulus l.), произрастающего в республике северная Осетия–Алания [Текст] / А.В. Хмелевская, С.К. Черчесова, А.А. Компанцев, И.Т. Караева // Известия горского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2. – С. 195-198.
8. Коляда, Е.В. К вопросу о химическом составе хмеля [Текст] / Е.В. Коляда, А.И. Толчикова // [?]. – 2017.
9. Алехина, Н.Н. Зерновой хлеб с продуктами переработки хмеля [Текст] / Н.Н. Алехина, Е.И. Пономарева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2016. – № 12. – С. 31-33.
10. Пономарёва, Е.И. Разработка способа приготовления зернового хлеба повышенной безопасности [Текст] / Е.И. Пономарёва, Н.Н. Алёхина, И.А. Бакаева // Науные исследования. – 2014. – С. 52-53.
11. Лоретц, О.Г. Актуальность применения натуральных пищевых красителей в хлебопечении [Текст] / О.Г. Лоретц // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 12 (154). – С. 52-56.
12. Подшивалова, М.А. Применение дополнительных компонентов в рецептуре хлеба в ООО «Сысертскийхлебокомбинат» [Текст] / М.А. Подшивалова, Н.Л. Лопаева // Молодежь и наука. – 2016. – № 2.
13. Мустафаев, Г.А. Подтверждение стабильности процессов и качества продукции [Текст] / Г.А. Мустафаев // Перспективы развития АПК в современных условиях. Материалы 7-й международной научно-практической конференции. – Владикавказ, 2017. – С.159-161.
14. Шабурова, Г.В. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении [Текст] / Г.В. Шабурова, П.К Воронина, А.А. Курочкин [и др.] // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – С. 79-83.
15. Иванова, Е.П. Выбор и обоснование биотехнологической системы для производства хмеле-тыквенной закваски [Текст] / Е.П. Иванова, Ю.В. Родионов, В.П. Капустин // Альманах современной науки и образования. – 2015. – № 5 (95). – С. 62-66.
16. Салахова, И.З. Использование хмелевой закваски в технологии бездрожжевого хлеба из пшеничной муки [Текст] / И.З. Салахова, Л.З. Габдукаева, А.Р. Нургалиева // Издательский дом «Наука образования». – 2017. – № 7. – С. 120-123.
17. Пономарева, Е.И. Хлеб из биоактивированного зерна пшеницы повышенной пищевой ценности [Текст] / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алехина, И.А. Бакаева // Новые пищевые продукты: технологии, составы, эффективность. – 2016. – № 2. – С. 116-121.
18. Сатцаева, И.К. Способ повышения качества и безопасности хлебобулочных изделий из пшеничной муки путем совершенствования технологии хмелевой закваски [Текст] / И.К. Сатцаева, В.А. Гасиева, А.К. Тебоева, Я.С. Фарниева // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 2. – С. 118-124.
19. Афанасьева, О.В. Микробиология хлебопекарного производства [Текст] / О.В. Афанасьева. – СПб.: Береста, 2016. – 182 с.
20. Булеков, Т.А. Рекомендации по технологии хлебобулочных изделий с использованием нетрадиционнго сырья [Текст] / Т.А. Булеков, А.Б. Абуова,

А.К. Гумарова, Э.Р. Чинарова, З.М. Атмуханова и др. – Уральск: РИО ЗКАТУ им. Жангир хана, [?]. – 36 с.
21. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства [Текст] / Л.Я. Ауэрман. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 416 с.

Материал редакцияға 30.04.24 түсті.

А.К. Жумаева[1], Б.Ж. Рыскалиева[1], Д.С. Жаксыгалиева[1], Б.Б. Болат[1], Н.Б. Максутова[1], Г.К. Гадилбекова[1]

[1]Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, г. Уральск, Казахстан

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБАНА ОСНОВЕ ХМЕЛЬНЫХ ДРОЖЖЕЙ

Аннотация. Хлебобулочные изделия являются основным продуктом питания в Казахстане. Однако, поскольку его качество не всегда соответствовало предъявляемым требованиям, возникла реальная необходимость в создании новых сортов хлебобулочных изделий высокого качества, а также высокой пищевой ценности. В этом смысле исследования по использованию натурального растительного сырья представляют большой теоретический и практический интерес.

В последние годы в мире большое внимание уделялось обогащению хлеба различными полезными веществами, придающими ему лечебные и профилактические свойства. Лечебно-профилактический эффект от употребления диетических хлебобулочных изделий обеспечивается введением в рецептуру необходимых дополнительных компонентов или удалением ненужных, а также изменением технологии выпечки. При этом были приготовлены сухие дрожжи с использованием хмельного сырья.

В статье рассматривается возможность использования хмельных дрожжей в технологии пшеничного хлеба с целью расширения ассортимента бездрожжевых сортов хлебобулочных изделий.

В этой статье разработан новый мучной кондитерский продукт с целью повышения качества и расширения ассортимента мучного кондитерского изделия. Исследование проводилось в лабораториях ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности» и Алматинского технологического университета. На основе изучения физико-химических и органолептических показателей хлеба была определена оптимальная концентрация введения хмельных дрожжей.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, хмельные дрожжи, хлеб, пищевая ценность, аминокислоты, витамины, минералы.

K. Zhumaeva[1], B.Zh. Ryskalieva[1], D.S. Zhaksygalieva[1], B.B. Bolat[1], N.B. Maksutova[1], G.K. Gadilbekova[1]

[1]West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan, Uralsk, Kazakhstan

QUALITY INDICATORS OF WHEAT BREAD BASED ON HOP YEAST

Abstract. Bakery products are a staple food in Kazakhstan. However, since its quality did not always meet the requirements, there was a real need to create new varieties of bakery products of high quality, as well as high nutritional value. In this sense,

research on the use of natural plant raw materials is of great theoretical and practical interest. In recent years, much attention has been paid to the enrichment of bread with various useful substances that give it therapeutic and preventive properties. The therapeutic and preventive effect of the use of dietary bakery products is provided by the introduction of necessary additional components into the formulation or the removal of unnecessary ones, as well as a change in baking technology. At the same time, dry yeast was prepared using hop raw materials.

The article considers the possibility of using hop yeast in wheat bread technology in order to expand the range of yeast-free varieties of bakery products. In this article, a new flour confectionery product has been developed in order to improve the quality and expand the range of flour confectionery. The study was conducted in the laboratories of Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP and Almaty Technological University. Based on the study of the physico-chemical and organoleptic parameters of bread, the optimal concentration of the introduction of hop yeast was determined.

Keywords: bakery products, hop yeast, bread, nutritional value, amino acids, vitamins, minerals.

References

1. Kalinina I.V., Naumenko N.V., Feklicheva I.V. Issledovaniye kachestva obogashchennykh vidov khleba v protsesse khraneniya [Study of the quality of enriched types of bread during storage] // Vestnik YUUrGU [Bulletin of South Ural State University], 2015. No. 1. P. 36-44, [in Russian].
2. Sattsayeva I.K., Gasiyeva V.A., Teboyeva A.K., Farniyeeva YA.S. Sposob povysheniya kachestva i bezopasnosti khlebobulochnykh izdeliy iz pshenichnoy muki putem sovershenstvovniya tekhnologii khmelevoy zakvaski [Method for improving the quality and safety of bakery products from wheat flour by improving the technology of hop sourdough] // Vestnik KrasGAU [Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2016. No. 2. P. 118-124, [in Russian].
3. Derkanosova A.A., Opinicheva A.A. Izucheniye pokazateley kachestva khleba s soderzhaniyem khmeleproduktov [Study of quality indicators of bread containing hop products] // Vestnik Makh [Bulletin of Max], 2017. No. 1. P. 31-33, [in Russian].
4. Kolyada Ye.V., Tolchikova A.I. Khleb na khmelevoy zakvaske [Bread on hop sourdough] // [?], 2017, [in Russian].
5. Pechenkina O.N., Pechenkina M.Ye. Zabytyye staryye traditsii vypechki khleba na osnove shishek khmelya [Forgotten old traditions of baking bread based on hop cones] // [?], [in Russian].
6. Karatayeva O.G., Kukushkina T.S., Alekseyev YU.M. Pokazateli otsenki kachestva khmelesyr'ya [Indicators for assessing the quality of hop raw materials] // Vestnik FGOU VPO [Bulletin of Moscow State Agroengineering University Named After V.P. Goryachkin], 2019. No. 4. P. 92, [in Russian].
7. Khmelevskaya A.V., Cherchesova S.K., Kompantsev A.A., Karayeva I.T. Biologicheski aktivnyye veshchestva dikorastushchego khmelya obyknovennogo (humulus lupulus l.), proizrastayushchego v respublike severnaya Osetiya–Alaniya [Biologically active substances of wild common hops (humulus lupulus l.), growing in the Republic of North Ossetia-Alania] // Izvestiya gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Gorsk State Agrarian University], 2017. No. 2. P. 195-198, [in Russian].
8. Kolyada Ye.V., Tolchikova A.I. K voprosu o khimicheskom sostave khmelya [On the chemical composition of hops] // [?], 2017, [in Russian].
9. Alekhina N.N., Ponomareva Ye.I. Zernovoy khleb s produktami pererabotki khmelya [Grain bread with hop processing products] // Khraneniye i pererabotka sel'khozsyr'ya [Storage and processing of agricultural raw materials], 2016. No. 12. P. 31-33, [in Russian].

10. Ponomarova Ye.I., Alokhina N.N., Bakayeva I.A. Razrabotka sposoba prigotovleniya zernovogo khleba povyshennoy bezopasnosti [Development of a method for preparing grain bread with increased safety] // Naunyye issledovaniya [Scientific researches], 2014. P. 52-53, [in Russian].
11. Loretts O.G. Aktual'nost' primeneniya natural'nykh pishchevykh krasiteley v khlebopechenii [Relevance of using natural food colors in bread baking] // Agrarnyy vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals], 2016. No. 12 (154). P. 52-56, [in Russian].
12. Podshivalova M.A., Lopayeva N.L. Primeneniye dopolnitel'nykh komponentov v retsepture khleba v OOO «Sysertskiykhlebokombinat» [Use of additional components in the bread recipe at Sysertskykhlebokombinat LLC] // Molodezh' i nauka [Youth and Science], 2016. No. 2, [in Russian].
13. Mustafayev G.A. Podtverzhdeniye stabil'nosti protsessov i kachestva produktsii [Confirmation of process stability and product quality] // Perspektivy razvitiya APK v sovremennykh usloviyakh. Materialy 7-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Prospects for the development of the agro-industrial complex in modern conditions. Proceedings of the 7th international scientific and practical conference]. – Vladikavkaz, 2017. P.159-161, [in Russian].
14. Shaburova G.V., Voronina P.K, Kurochkin A.A. et al. Perspektivy ispol'zovaniya ekstrudirovannoy grechikhi v pivovarenii i khlebopechenii [Prospects for the use of extruded buckwheat in brewing and baking] // Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii [Bulletin of the Samara State Agricultural Academy], 2014. P. 79-83, [in Russian].
15. Ivanova Ye.P., Rodionov YU.V., Kapustin V.P. Vybor i obosnovaniye biotekhnologicheskoy sistemy dlya proizvodstva khmele-tykvennoy zakvaski [Selection and justification of a biotechnological system for the production of hop-pumpkin sourdough] // Al'manakh sovremennoy nauki i obrazovaniya [Almanac of modern science and education], 2015. No. 5 (95). P. 62-66, [in Russian].
16. Salakhova I.Z., Gabdukayeva L.Z., Nurgaliyeva A.R. Ispol'zovaniye khmelevoy zakvaski v tekhnologii bezdrozhzhevogo khleba iz pshenichnoy muki [Use of hop sourdough in the technology of yeast-free bread from wheat flour] // Izdatel'skiy dom «Nauka obrazovaniya» [Publishing house “Science of Education”], 2017. No. 7. P. 120-123, [in Russian].
17. Ponomareva Ye.I., Alekhina N.N., Bakayeva I.A. Khleb iz bioaktivirovannogo zerna pshenitsy povyshennoy pishchevoy tsennosti [Bread from bioactivated wheat grain of increased nutritional value] // Novyye pishchevyye produkty: tekhnologii, sostavy, effektivnost' [New food products: technologies, compositions, efficiency], 2016. No. 2. P. 116-121, [in Russian].
18. Sattsayeva I.K., Gasiyeva V.A., Teboyeva A.K., Farniyeva YA.S. Sposob povysheniya kachestva i bezopasnosti khlebobulochnykh izdeliy iz pshenichnoy muki putem sovershenstvovaniya tekhnologii khmelevoy zakvaski [Method for improving the quality and safety of bakery products from wheat flour by improving the technology of hop sourdough] // Vestnik KrasGAU [Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2016. No. 2. P. 118-124, [in Russian].
19. Afanas'yeva, O.V. Mikrobiologiya khlebopekarnogo proizvodstva [Microbiology of bakery production]. – Saint-Petersburg.: Beresta, 2016. – 182 p., [in Russian].
20. Bulekov, T.A. Abuova, A.B., Gumarova, A.K., Chinarova, E.R., Atmukhanova, Z.M. et al. Rekomendatsii po tekhnologii khlebobulochnykh izdeliy s ispol'zovaniyem netraditsionngo syr'ya [Recommendations for the technology of bakery products using non-traditional raw materials]. –Uralsk: West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan, [?], 36 p., [in Russian].
21. Auerman, L.YA. Tekhnologiya khlebopekarnogo proizvodstva [Technology of bakery production]. – Moscow: Light and food industry, 1984. – 416 p., [in Russian].

МРНТИ 65.29.31:65.51.29

Е.Н. Урбанчик[1]– *основной автор,*
Н.О. Онгарбаева[2], Л.В. Шустова[3]

[1]*Канд. техн. наук, доцент,*[2]*Д-р техн. наук, профессор,* [3]*Аспирант*

ORCID [1]*https://orcid.org/0009-0001-8267-4767*[2]*https://orcid.org/0000-0001-7908-5091*
[3]*https://orcid.org/0009-0000-6547-4088*

[1,3]*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, г. Могилев, Республика Беларусь*
[2]*Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан*

@ [1]urbanchik@tut.by

https://doi.org/10.55956/RCYN7574

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР КОНЦЕНТРАТОВ НАПИТКОВ ДЕТОКСИКАЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ НА ЗЕРНОВОЙ ОСНОВЕ

Аннотация. В качестве сырья для создания зерновых концентратов использовано пророщенная крупа зеленой гречки и пророщенное зерно овса голозерного продовольственного, оказывающее положительное влияние на здоровье человека. Проведена оптимизация режимов проращивания крупы зеленой гречки и овса голозерного для использования в качестве основного сырья при производстве концентратов напитков детоксикационного действия. Обоснован композиционный состав, разработаны рецептуры и наработаны образцы сухих концентратов напитков на основе биологически активного пророщенного зерна овса голозерного и крупы зеленой гречки, содержащие также пектиновые вещества растительного происхождения. Получены новые данные о качественных характеристиках концентратов напитков и их функциональной направленности. Зерновые концентраты содержат все необходимые организму нутриенты в сбалансированном количестве.

Ключевые слова: пророщенное зерно, сухие концентраты, зеленая гречка, овес голозерный, биологически активные вещества, напитки, пищевая ценность, детоксикационные свойства, функциональные продукты.

Урбанчик,Е.Н.Разработка рецептур концентратов напитков детоксикационного действия на зерновой основе[Текст] /Е.Н.Урбанчик, Н.О. Онгарбаева, Л.В. Шустова// Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.27-39.https://doi.org/10.55956/RCYN7574

Введение. Главным в жизни человека является его здоровье и активное долголетие, которые во многом зависят от правильного и регулярного питания, обеспечивающего требуемые физиологические потребности всего организма. К таким продуктам относятся зерновые продукты. Они являются одним из источников важных для организма пищевых веществ (пищевые волокна, углеводы, витамины, минералы) и считаются классическими, созданными природой источниками витаминов группы В.

Витамины группы В помогают поддерживать состояние людей с болезнью Альцгеймера, предотвратить подростковый диабет, облегчить

остеоартрит, снизить частоту мигрени, снизить риск сердечных заболеваний, облегчить симптомы предменструального синдрома, оказать положительное влияние на поведение детей с аутизмом, способствуют профилактике мужской фертильности, депрессии, слабоумия, умственных нарушений, онкологических заболеваний, помогают снизить вероятность рака шейки матки или толстой кишки. Витамины группы В также играют важную роль в процессах формирования ДНК. Дефицит витаминов В может привести к сбоям в процессе образования новых клеток и не контролируемому их росту, что вызвает онкологические образования. Огромное влияние уровень витаминов В, оказывает на количество энергии и жизненных сил, а их дефицит приводит к сонливости, хронической усталости и повышенной утомляемости [1].

Зерновые продукты крайне необходимы для людей, оказавшихся в районах, подвергшихся радиоактивному загрязнению, с неблагоприятной экологической обстановкой. Для Республики Беларусь особенно актуальным стало употребление продуктов радиопротекторного действия после аварии на Чернобыльской АЭС, когда оказались загрязненными вода, почва, а соответственно и многие пищевые продукты массового питания.

Пищевые концентраты являются оптимальным продуктом для употребления, они могут иметь уникальный состав компонентов, созданный с помощью современных технологий, не содержащий генномодифицированных и химических компонентов. Особенно важным и актуальным является производство порошкообразного концентрата из биологически активного зернового и плодово-ягодного сырья. Целесообразность его получения подтверждается небольшими инвестициями и низким производственным затратам, что является экономически выгодным. Анализ литературы свидетельствует о том, что в зерновых сухих концентратах содержится не только большое количество витаминов группы В, но и минеральных элементов. В сравнении с мукой пшеничной высшего сорта в цельнозерновой муке их количество превышает в 4,3 раза [2,3].

В цельном зерне и цельносмолотой муке витамины и минералы находятся в виде трудноусваиваемых соединений. Облегчить их усвоение организмом могут специальные технологические приемы обработки, одним из которых являются проращивание и термомеханическая обработка. В результате получается новый продукт в виде тонкодисперсного биологически активного порошка, обладающего функциональными свойствами.

Таким образом, актуальность научной работы заключается в получении зерновых концентратов функционального назначения, содержащих в своем составе витамины и минеральные вещества в легко усваиваемой форме, обладающие детоксикационными свойствами и доступными по стоимости. В качестве сырья для создания таких концентратов использовано пророщенное зерно. Пророщенное зерно является одним из самых полезных продуктов. При прорастании активно проходят процессы распада крахмала до олигосахаридов, полисахаридов и простых сахаров, расщепление белков до свободных аминокислот и простых пептидов. Жиры также расщепляются до жирных кислот, их содержание снижается в среднем в два раза. Значительно уменьшается уровень фитиновой кислоты, которая препятствует усвоению кальция и магния [4-6].

Сегодня из-за несбалансированного питания, приема лекарств и загрязненной окружающей среды, организм человека накапливает большое количество токсинов, которые необходимо удалять из организма, проводить

его детоксикацию. Доказано, что не только витамины, но и пектин оказывает значительное действие на здоровье человека: обладает детоксикационными свойствами, замедляет поступление сахара в кровь, улучшает пищеварительную систему, нормализует уровень холестерина, снижает артериальное давление. Это обусловлено тем, что пектин попадая в организм набухает и проходя по желудочно-кишечному тракту выводит токсичные вещества из организма и является противоопухолевым средством. Результаты исследований показали, что цитрусовый пектин с лучевой терапией обладает не только радиопротекторным действием, но и синергетическим противоопухолевым действием, усиливает радиотерапевтическое действие облучения и наделен радиосенсибилизирующим свойством [7].

Внедрение сухих концентратов детоксикационного действия в производство и вывод новой конкурентоспособной продукции на рынок позволит расширить ассортимент новых продуктов, обеспечит выведение из организма токсичных веществ, негативно влияющих на здоровье потребителей, улучшит работу организма в целом.

Продукты из овса традиционно используют в диетическом и детском питании. Овесзаслуженно считается важнейшей зерновой культурой, занимающей седьмое место в мировых посевах. В Беларуси овес занимает третье место после ячменя и пшеницы по посевным площадям. В литературе приведены сведения о широком его использовании в странах Европы, Канады и США. Высокая урожайность данной культуры (до 40-46 ц/га) способствует дальнейшему увеличению посевов [8,9].

Активно используемой крупяной культурой в Беларуси является гречиха. В торговой сети она представлена широким ассортиментным рядом: в виде крупы, муки, зерновых хлопьев, продуктов детского питания. Особенно актуальна и полезна продукция из гречихи для лиц пожилого возраста за счет высоких питательных и диетических свойств.Высокое содержание белка в продукции на основе гречихи (около 10%), по питательности и усвояемости превосходит белок других злаковых культур, приближаясь к белку животного происхождения. Об этом свидетельствуют данные о содержании незаменимых аминокислот: лизин (7,9 %), аргинин (12,7%), цистин (1,0%). Гречиха богата витаминами РР (никотиновая кислота), Р (рутин), В1 (тиамин), В2 (рибофлавин) [10].

Площадь посева гречихи в 2023 году в Казахстане (рис. 1) составила 127,4 тыс. га. За год площади выросли на 5,7% (на 6,9 тыс. га), за 5 лет – снизились на 14,4% (на 21,5 тыс. га). В 2023 году посевные площади овса составили 216,4 тыс. га. За год, по расчетам АБ-Центр, они выросли на 8,6% (на 17,1 тыс. га), за 5 лет – на 0,5% (на 1,2 тыс. га) [11].

Условия и методы исследований. Объектом исследований являлась крупа зеленой гречки и овес голозерный, в нативном и пророщенном состоянии, а также концентраты напитков на их основе.

Для исследования свойств сырья и готовой продукции применялись общепринятые методы исследований. Планирование эксперимента и обработка результатов проводилась с помощью программного приложения Statgraphics. Оптимизация режимов проращивания путем планирования эксперимента проводилась с использованием факторов длительность водной паузы и длительность воздушной паузы, при этом выходным параметром планирования служил новый показатель активность роста (Ар), методика определения которого представлена в источнике [6].

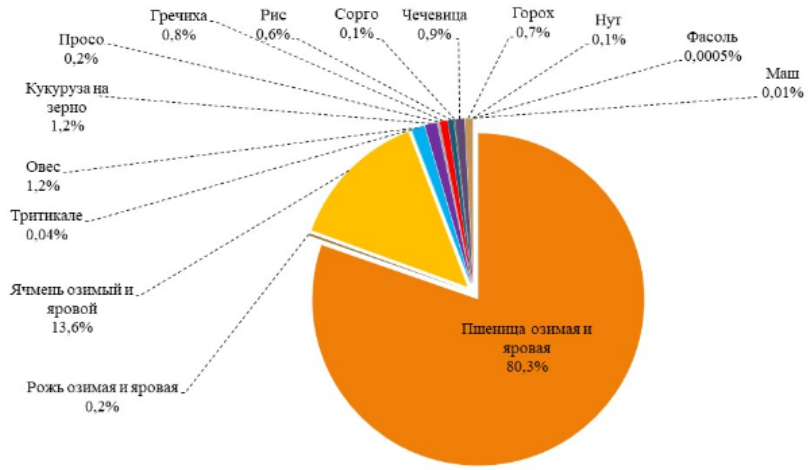


Рис. 1. Структура убранных площадей зерновых и зернобобовых культур по виду в Казахстане в 2022 году, %. Общая убранная площадь 15949,3 тыс. га.

Отбор проб крупы зеленой гречки и овса голозерного продовольственного осуществляли в соответствии с ГОСТ 13586. Зерно обеззараживали в 0,0025%-ном растворе перманганата калия в течение 1 ч, замачивали в проточной воде при температуре 8-10°С в течение 1,5 ч, удаляли сплав. Проращивание осуществляли воздушно-водяным способом, принцип которого заключался в чередовании водных (2,5 ч) и воздушных (8 ч) пауз при температуре 25°С. Для процесса замачивания и проращивания использовали суховоздушный термостат марки IPP 55 Memmert, проращивание проводилось при постоянной температуре в соответствии с требованиями эксперимента и относительной влажности воздуха (85 ± 1)%. Процесс проращивания контролировали визуально и завершали при содержании в образцах не менее 75% зерен зеленой гречки и овса голозерного продовольственного с длиной ростка от 0,5 мм до 3,0 мм.

Результаты исследований и их обсуждение.Исследован процесс проращивания крупы зеленой гречки и овса голозерного продовольственного для получения биологически активного сырья. Для установления параметров и режимов их обработки проведена оптимизация процесса с применением программы Statgraphics. В качестве изменяемых факторов использованы температура воздуха от 15°С до 27°С с интервалом в 1°С (А) и продолжительность замачивания от 3 ч до 9 ч с интервалом в 1 ч (В), за выходной параметр принимали активность роста (Ар).

Для овса голозерного продовольственного разработана матрица планирования эксперимента, которая представлена в таблице 1.

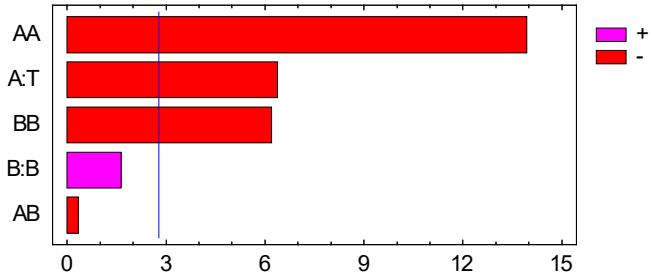
Таблица 1

Матрица планирования эксперимента (овес голозерный продовольственный)

№ образца	Температура воздуха (А), °С	Продолжительность замачивания (В), ч	Активность роста (Ар), %·ч$^{-1}$
1	15,0	4,0	2,60
2	20,0	3,0	2,70
3	13,0	6,0	2,55
4	27,0	6,0	2,00

5	25,0	8,0	2,35
6	15,0	8,0	2,65
7	20,0	9,0	2,90
8	25,0	4,0	2,35
9	20,0	6,0	3,20
10	20,0	6,0	3,22

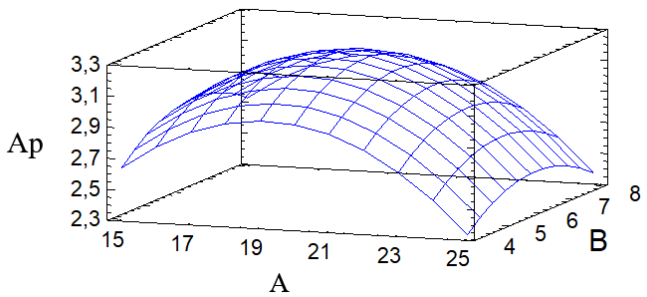
Значимость коэффициентов – температура воздуха от 15°С до 27°С с интервалом в 1°С (А) и продолжительности замачивания от 3 ч до 9 ч с интервалом в 1 ч (В) выявлена с помощью диаграммы Парето (рис. 2). В результате построенного графика установлено, что факторы «температура воздуха» (А) и «продолжительность замачивания» (В), и их произведение (АВ), а также квадраты (АА, ВВ) являются статистически значимыми. Это подтверждает возможность оказания влияния на величину выходного параметра – активности роста (Ар).



А – температура воздуха; В – продолжительность замачивания.

Рис. 2. Карта Парето (овес голозерный продовольственный)

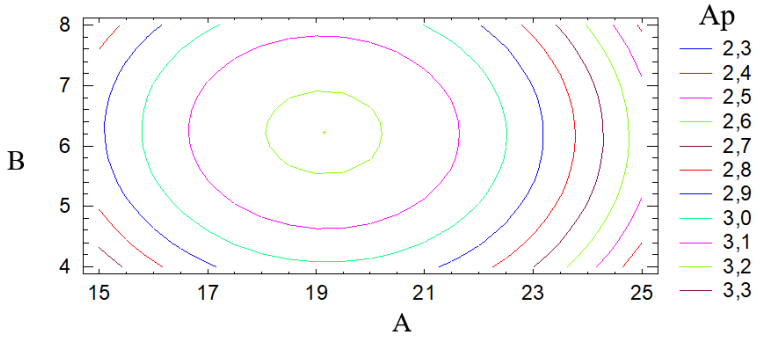
В результате исследований построен трехмерный график поверхности отклика (рис. 3), установлено максимальное значение активности роста (Ар) для овса голозерного продовольственного путем локализации области значений температуры воздуха (А) и продолжительности замачивания (В). Полученный график имеем холм с вершиной в значении 19 для переменной температура воздуха (А) и 6 для переменной продолжительность замачивания (В).



А – температура воздуха; В – продолжительность замачивания.

Рис. 3. График поверхности отклика (овес голозерный продовольственный)

На основании трехмерного графика поверхности был построен контурный график, с помощью которого можно детального рассмотреть область максимума активности роста (Ар) (рис. 4). В процессе проращивания овса голозерного продовольственного определены минимальные и максимальные значения температуры воздуха (15°С-25°С) и продолжительности замачивания (4 ч-8 ч).



А – температура воздуха; В – продолжительность замачивания.

Рис. 4. Контурный график (овес голозерный продовольственный)

Анализ контурного графика позволил установить оптимальные значения температуры воздуха (А) и продолжительности замачивания (В): А=18,5–20,5°С; В=5,5 – 6,5 ч, при которых достигается максимальное значение активности роста овса голозерного продовольственного – Ар = 3,3 %·ч$^{-1}$.

Проведена статистическая обработка экспериментальных данных и получено уравнение регрессии, описывающее изменение активности роста процесса проращивания овса голозерного продовольственного под влиянием изменяемых факторов «температура воздуха и продолжительность замачивания».

Следующим этапом исследований было изучение процесса проращивания крупы зеленой гречки. Для установления параметров и режимов обработки крупы была проведена оптимизация процесса с применением программы Statgraphics. В качестве изменяемых при проращивании факторов использованы температура воздуха от 15°С до 27°С с интервалом в 1°С (А) и продолжительность замачивания от 3 ч до 9 ч с интервалом в 1 ч (В), за выходной параметр принимали активность роста (Ар).

Для крупы зеленой гречки разработана матрица планирования эксперимента, которая представлена в таблице 2.

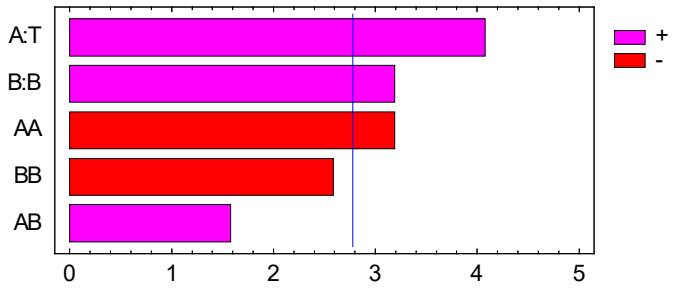
Таблица 2

Матрица планирования эксперимента (крупа зеленой гречки)

№ образца	Температура воздуха (А), °С	Продолжительность замачивания (В), ч	Активность роста (Ар), %·ч$^{-1}$
1	2	3	4
1	15,0	4,0	1,40
2	20,0	3,0	1,50
3	13,0	6,0	1,45

4	27,0	6,0	1,82
5	25,0	8,0	2,45
6	15,0	8,0	1,55
7	20,0	9,0	1,95
8	25,0	4,0	1,80
9	20,0	6,0	2,15
10	20,0	6,0	2,17

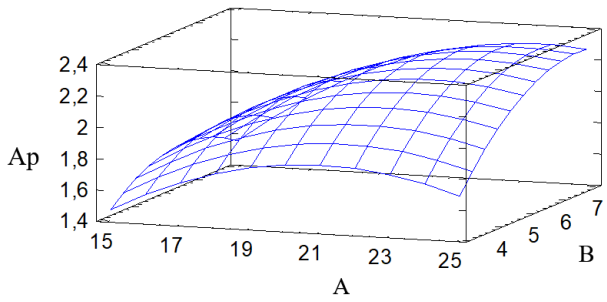
Значимость коэффициентов – температура воздуха от 15°С до 27°С с интервалом в 1°С (А) и продолжительности замачивания от 3 ч до 9 ч с интервалом в 1 ч (В) выявлена с помощью диаграммы Парето (рис. 5). В результате построенного графика установлено, что факторы «температура воздуха» (А) и «продолжительность замачивания» (В), и их произведение (АВ), а также квадраты (АА, ВВ) являются статистически значимыми. Это подтверждает возможность оказания влияния на величину выходного параметра – активности роста (Ар).



А – температура воздуха; В – продолжительность замачивания.

Рис. 5. Карта Парето (крупа зеленой гречки)

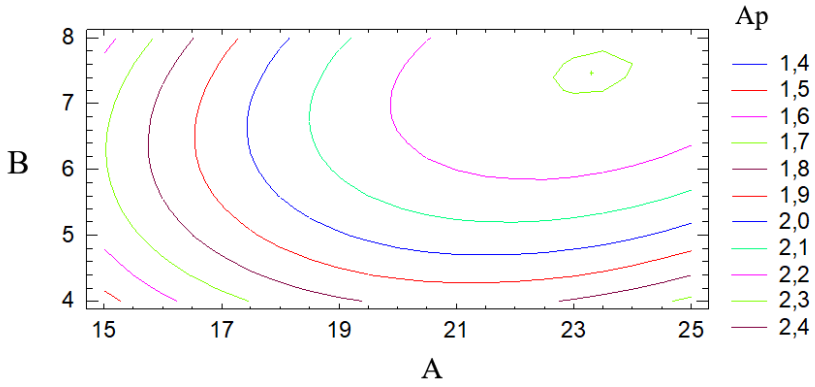
В результате исследований построен трехмерный график поверхности отклика (рис. 6), установлено максимальное значение активности роста (Ар) для овса голозерного продовольственного путем локализации области значений температуры воздуха (А) и продолжительности замачивания (В). Полученный график имеем холм с вершиной в значении 23,2 для переменной температура воздуха (А) и 7,5 для переменной продолжительность замачивания (В).



А – температура воздуха; В – продолжительность замачивания.

Рис. 6. График поверхности отклика (крупа зеленой гречки)

На основании трехмерного графика поверхности был построен контурный график, с помощью которого можно детального рассмотреть область максимума активности роста (Ар) (рис. 7). В процессе проращивания овса голозерного продовольственного определены минимальные и максимальные значения температуры воздуха (13°С-27°С) и продолжительности замачивания (3 ч - 9 ч).



А – температура воздуха; В – продолжительность замачивания.

Рис. 7. Контурный график (крупа зеленой гречки)

Анализ контурного графика позволил установить оптимальные значения температуры воздуха (А) и продолжительности замачивания (В): А=22,0 – 24,0°С; В=7,0 – 8,0 ч, при которых достигается максимальное значение активности роста овса голозерного продовольственного – Ар = 2,3%·ч$^{-1}$.

Проведена статистическая обработка экспериментальных данных и получено уравнение регрессии, описывающее изменение активности роста процесса проращивания крупы зеленой гречки под влиянием изменяемых факторов «температура воздуха и продолжительность замачивания».

Наработаны лабораторные образцы пророщенного зерна овса голозерного продовольственного и крупы зеленой гречки, проведена сушка зерна и его измельчение. Определены качественные характеристики полученных продуктов. Разработаны рецептуры концентратов напитков детоксикационного действия. При разработке рецептур основным критерием являлось достаточное содержание в смеси витаминов А, С, B_1, B_3, B_5, B_6, B_9, B_{12} и микроэлементов Fe, Mg, Zn, S, Mo, участвующих в регуляции детоксикационной системы, а также сбалансированный состав микро- и макронутриентов.

Для приготовления концентрата использовали измельченные пророщенные крупу зеленой гречки и зерно овса голозерного продовольственного, а также дополнительное сырье, включающее ароматизатор, соевые сливки, измельченные яблоко, цедру апельсина, морковь, лекарственные травы – солодку и боярышник.

По данным литературы солодка использовалась в китайской народной медицине для лечения различных заболеваний. Она обладает биологическими свойствами детоксикации, противоинфекционного и антиоксидантного действия [12].

Полученные рецептуры концентратов напитков детоксикационного действия на зерновой основе (рецептура 1, овсяный; рецептура 2, гречневый) представлены в таблице 3.

Таблица 3

Рецептуры концентратов напитков на основе пророщенной крупы зеленой гречки и пророщенного зерна овса голозерного продовольственного

Компонент	Рецептура 1 гречневый	Рецептура 2 овсяный
Овес голозерный	26,04	5,00
Зеленая гречка	4,50	29,73
Краситель пищевой	0,06	1,88
Аскорбиновая кислота (витамин С)	0,10	0,10
Соевые сливки	16,19	18,60
Сахарная пудра	27,21	30,11
Ароматизатор клубника	–	1,02
Яблочный порошок	18,50	–
Цедра апельсина(лимона) сухая	–	10,16
Морковный порошок	4,00	–
Трава солодки	2,00	2,00
Трава боярышника	1,40	1,40
ИТОГО	100	100

Изучен витаминный состав полученных концентратов напитков детоксикационного действия на зерновой основе.

Удовлетворение суточной потребности составило: в витамине B_1 на 21,5-31,1%, в пищевых волокнах на 29,0-32,2%, в витамине B_3 на 15,2-18,2%, в витамине B_5 на 41,5-52,4%, в витамине B_9 на 14,8-19,5%, в витамине B_{12} на 41,8%, в витамине B_6 на 24,5-26,7%, в β-каротине на 27,8-57,2%. Данные сравнивали с нормативами средней суточной потребности в основных пищевых веществах и энергии для нанесения маркировки пищевой продукции, представленными в приложении 2 к техническому регламенту Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТРТС022/2011). Изучена пищевая ценность сухих концентратов напитков, результаты работы представлены в таблице 4.Расчет энергетической ценности проводился путем умножения значений удельной энергетической ценности белков, жиров и углеводов на их содержание в продуктах: из расчета 4, 4 и 9 ккал и 37 кДж соответственно на 1 г углеводов, белка и жира по методике, представленной в источнике [13].

Таблица 4

Пищевая ценность сухих концентратов напитков гречневых и овсяных

Наименование продукта	Белок, г	Жир, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность в 100 г сухого продукта, ккал/кДж	Удовлетворение суточной потребности, %
Рецептура 2, овсяный	5,0	5,5	74,0	380/1600	15/15
Рецептура 3, гречневый	4,0	6,0	67,0	340/1430	15/15

Расчет пищевой ценности выполнен в соответствии с приложениями 3, 4 к техническому регламенту Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011).

Анализ качественных показателей сухих концентратов напитков детоксикационного действия проводился на соответствие требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) [14]. Образцы продукции полностью соответствовали требованиям нормативных документов.

Заключение.Обоснован выбор сырьевых компонентов для производства сухих концентратов напитков детоксикационного действия. Проведена оптимизация режимов проращивания зеленой гречки и овса голозерного для использования в качестве основного сырья для производства концентратов. Получены новые данные по качественным характеристикам концентратов напитков детоксикационного действия, их функциональной направленности. Обоснован композиционный состав концентратов напитков, разработаны рецептуры концентратов напитков овсяного и гречневого, обладающие детоксикационными свойствами, наработаны образцы сухих концентратов на основе биологически активного сырья, содержащие пектиновые вещества растительного происхождения. Применение новых продуктов в питании позволит не только расширить ассортимент новых функциональных продуктов, но и улучшит выведение из организма токсичных веществ, негативно влияющих на здоровье потребителей.

Список литературы

1. Елисеева, Т. Витамины группы В – описание, польза, влияние на организм и лучшие источники [Текст] / Т. Елисеева, А. Мироненко // Журнал здорового питания и диетологии. – 2019. –№ 2 (8).
2. Урбанчик, Е.Н. Сухие концентраты из пророщенного зерна и семян для приготовления витаминно-минеральных напитков и косметических средств [Текст] / Е.Н.Урбанчик, М.Н.Галдова, А.И. Малашенко // Сборник материалов 3-го Белорусско-Прибалтийского форума. – [?], 2017. – С. 41-42.
3. Прорастание зерна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bibliotekar.ru/5-biohimiya-zerna/81.htm. Дата обращения: 16.01.2024.
4. Шевелева, Т.Л. Новые виды продуктов функционального назначения на основе диспергированного зерна [Текст] / Т.Л. Шевелева // Современная наука и инновации. – 2017. – С. 103-109.
5. Веселова, А.Ю. Интенсификация предварительной подготовки злаковых культур в условиях разработки новой технологии [Текст] / А.Ю. Веселова // Вестник НГИЭИ. – 2011. – Т. – 2, № 6 (7). – С. 27-37.
6. Галдова, М.Н. Обоснование технологии проращивания пшеницы и овса голозерного в составе зерновой смеси для получения функционального ингредиента [Текст] / М.Н. Галдова, Е.Н. Урбанчик // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1 (34). – С. 41-61.
7. Кудайбергенова, И.О. Эсперимента́льная оценка противоопухолевой активности Препарата «pectasol-c» в комплексе с лучевой терапией [Текст] / И.О. Кудайбергенова, А.К. Кыылчыкбаева, А.А. Фаизова и др. // Журнал «Инновации в науке». –2018. – № 7 (83). – С. 17-2.
8. Химический состав овса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vsavm.by/wp-content/uploads/2013/11/Tehnologii-pr-va-i-zagot-ki-kormov.pdf. Дата обращения: 10.02.2024.
9. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2022: [Текст]: статистический сборник / редкол.: И.В Медведева (пред.), Е.И. Кухаревич,

Ж.Н. Василевская и др.]. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2022. – 374 с.
10. Химический состав гречихи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://elib.baa.by/jspui/bitstream/123456789/550/1/ecd2253.pdf.Дата обращения: 10.02.2024.
11. Казахстан. Площади, сборы и урожайность зерновых и зернобобовых культур по виду, данные на 2023 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ab-centre.ru/news/posevnye-ploschadi-valovye-sbory-i-urozhaynost-zernovyh-i-zernobobovyh-kultur-po-vidu-v-kazahstane.Дата обращения: 05.05.2024.
12. Гепатопротекторное и антиоксидантное действие экстракта солодки против ccl₄-индуцированного окислительного повреждения у крыс. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.6545b056-6637b6a2-8fea39b9-74722d776562/https/pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22072903/–.Дата обращения: 05.02.2024.
13. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» ТР ТС 022/2011. [Текст]. – Введ. 01.07.2013. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, издание в режиме правки и переиздание, 2019. – 18 с.
14. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011. [Текст]. – Введ. 01.07.2013. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, издание в режиме правки и переиздание, 2020. – 143 с.

Исследования, описанные в данной статье, проводились в рамках государственной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность», подпрограммы «Продовольственная безопасность» по теме «Научное обоснование создания сухих концентратов детоксикационного действия с использованием пектиносодержащихфитокомпозиций» (номер госрегистрации 20211976) при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь, а также в рамках стажировки «Современные аспекты технологии производства пищевой продукции. Технологии переработки зерна» проходившей на базе Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий.

Материал поступил в редакцию17.04.24.

Е.Н. Урбанчик[1], Н.О. Онгарбаева[2], Л.В. Шустова[1]

[1]Беларусь Мемлекеттік тамақ және химиялық технологиялар университеті, Могилев қ., Беларусь Республикасы
[2]Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ДӘНДІКНЕГІЗДЕГІ ДЕТОКСИКАЦИЯЛЫҚ ӘСЕР ЕТЕТІН СУСЫНДАР КОНЦЕНТРАТТАРЫНЫҢ РЕЦЕПТУРАЛАРЫН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Дәнді концентраттарды жасау үшін шикізат ретінде жасыл қарақұмықтың өскен жармасы және адам денсаулығына оң әсер ететін холозерлі азық-түлік сұлысының өскен дәні пайдаланылды. Детоксикациялық әсер ететін сусындардың концентраттарын өндіруде негізгі шикізат ретінде пайдалану үшін жасыл қарақұмық жармасы мен холозерный сұлы өну режимдерін оңтайландыру жүргізілді. Композициялық құрамы негізделеді, құрамында өсімдік тектес пектин заттары бар холозерлі сұлы мен жасыл қарақұмық жармасының биологиялық

белсенді өскен дәні негізінде сусындардың құрғақ концентраттарының рецептуралары әзірленді және үлгілері әзірленді. Сусындар концентраттарының сапалық сипаттамалары және олардың функционалдық бағыттылығы туралы жаңа деректер алынды. Дәнді концентраттарда ағзаға қажетті барлық қоректік заттар теңдестірілген мөлшерде болады.

Тірек сөздер: өскен астық, құрғақ концентраттар, жасыл қарақұмық, жалаңаш дәнді сұлы, биологиялық белсенді заттар, сусындар, тағамдық құндылығы, детоксикация қасиеттері, функционалдық өнімдері.

E. Urbanchik[1], N. Ongarbayeva[2], L. Shustava[1]

[1]Belarusian State University of Food and Chemecal Technologies, Mogilyov, Republic of Belarus
[2]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

DEVELOPMENT OF FORMULATIONS OF DETOXIFICATION BEVERAGE CONCENTRATES BASED ON GRAIN

Abstract. Sprouted green buckwheat and sprouted grain of naked oats, which have a positive effect on human health, were used as raw materials for creating grain concentrates. The modes of germination of green buckwheat and naked oats were optimized for use as the main raw material in the production of detoxifying drink concentrates. The compositional composition has been substantiated, recipes have been developed and samples of dry drink concentrates based on biologically active sprouted grains of naked oats and green buckwheat, also containing pectin substances of plant origin, have been produced. New data have been obtained on the qualitative characteristics of beverage concentrates and their functional orientation. Grain concentrates contain all the nutrients the body needs in balanced quantities.

Keywords:sprouted grain, dry concentrates, green buckwheat, naked oats, biologically active substances, drinks, nutritional value, detoxifying properties, functional products.

References

1. Yeliseyeva T., Mironenko A. Vitaminygruppy V – opisaniye, pol'za, vliyaniyenaorganizmiluchshiyeistochniki [B vitamins - description, benefits, effects on the body and the best sources] // Zhurnalzdorovogopitaniyaidiyetologii[Journal of Healthy Nutrition and Dietetics], 2019. No. 2 (8), [in Russian].
2. Urbanchik Ye.N., Galdova M.N., Malashenko A.I. Sukhiye kontsentraty iz proroshchennogo zerna i semyan dlya prigotovleniya vitaminno-mineral'nykh napitkov i kosmeticheskikh sredstv [Dry concentrates from sprouted grain and seeds for the preparation of vitamin-mineral drinks and cosmetics] // Sbornikmaterialov 3-go Belorussko-Pribaltiyskogoforuma [Collection of materials of the 3rd Belarusian-Baltic Forum]. – [?], 2017. P. 41-42. [in Russian].
3. Grain germination [Electronic resource]. - Access mode: http://www.bibliotekar.ru/5-biohimiya-zerna/81.htm, [in Russian].
4. Sheveleva T.L. Novyyevidyproduktovfunktsional'nogonaznacheniyanaosnovedispergirovannogozerna [New types of functional products based on dispersed grain] // Sovremennayanaukaiinnovatsii [Modern science and innovation], 2017. – P. 103-109, [in Russian].
5. Veselova A.YU. Intensifikatsiyapredvaritel'noypodgotovkizlakovykhkul'tur v usloviyakhrazrabotkinovoytekhnologii [Intensification of preliminary preparation of cereal crops in the context of new technology development] // Vestnik NGIEI [Bulletin ofNizhny Novgorod State University of Engineering and Economics], 2011. Vol. – 2, No. 6 (7). P. 27-37, [in Russian].

6. Galdova M.N., UrbanchikYe.N. Obosnovaniye tekhnologii prorashchivaniya pshenitsy i ovsa golozernogo v sostave zernovoy smesi dlya polucheniya funktsional'nogo ingrediyenta [Justification of the technology of germination of wheat and naked oats in the composition of a grain mixture to obtain a functional ingredient] // VestnikBelorusskogogosudarstvennogouniversitetapishchevykhikhimicheskikhtekhnologiy [Bulletin of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies], 2023. No. 1 (34). P. 41-61,[in Russian].
7. Kudaybergenova I.O.,Kyylchykbayeva A.K., Faizova A.A. et al. Esperimental'nayaotsenkaprotivoopukholevoyaktivnostiPreparata «pectasol-c» v komplekse s luchevoyterapiyey [Experimental evaluation of the antitumor activity of the drug "pectasol-c" in combination with radiation therapy] // Zhurnal «Innovatsii v nauke» [Journal “Innovations in Science”], 2018. No. 7 (83).P. 17-2, [in Russian].
8. Chemical composition of oats [Electronic resource]. - Access mode: https://www.vsavm.by/wp-content/uploads/2013/11/Tehnologii-pr-va-i-zagot-ki-kormov.pdf. Access date: 10.02.2024, [in Russian].
9. StatisticheskiyyezhegodnikRespubliki Belarus', 2022: [tatistical Yearbook of the Republic of Belarus, 2022]: statistical collection/ editorial board: I.V Medvedeva, Ye.I. Kukharevich, ZH.N. Vasilevskayaet al.]. – Minsk: National Statistical Committee of the Republic of Belarus, 2022. – 374 p., [in Russian].
10. Chemical composition of buckwheat [Electronic resource]. - Access mode: http://elib.baa.by/jspui/bitstream/123456789/550/1/ecd2253.pdf, [in Russian].
11. Kazakhstan. Areas, harvests and yields of grain and leguminous crops by type, data for 2023 [Electronic resource]. – Access mode: https://ab-centre.ru/news/posevnye-ploschadi-valovye-sbory-i-urozhaynost-zernovyh-i-zernobobovyh-kultur-po-vidu-v-kazahstane, [in Russian].
12. Hepatoprotective and antioxidant effect of licorice extract against ccl_4-induced oxidative damage in rats. [Electronic resource]. – Access mode: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.6545b056-6637b6a2-8fea39b9-74722d776562/https/pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22072903/–. Date of access: 05.02.2024, [in Russian].
13. TekhnicheskiyreglamentTamozhennogosoyuza «Pishchevayaproduktsiya v chastiyeyemarkirovki» TR TS 022/2011. [echnical Regulations of the Customs Union "Food Products in Terms of Their Labeling" TR CU 022/2011]. – Introduced on 01.07.2013. – Minsk: Belarusian State Institute of Standardization and Certification, publication in revision mode and republication, 2019. – 18 p.,[in Russian].
14. TekhnicheskiyreglamentTamozhennogosoyuza «O bezopasnostipishchevoyproduktsii» TR TS 021/2011. [Technical Regulations of the Customs Union "On the Safety of Food Products" TR CU 021/2011]. – Introduced on 01.07.2013. – Minsk: Belarusian State Institute of Standardization and Certification, publication in revision mode and republication, 2020. – 143 p.,[in Russian].

МРНТИ 65.63.33

Ж.К. Имангалиева[1] – *основной автор*, ©
Н.К. Ибрагимов[2], М.К. Кожахиева[3], А.Б. Есенова[4]

[1,3]PhD, ст. преподаватель, [2]Канд., техн. наук, [4]Магистр, лектор

ORCID *[1]https://orcid.org/0000-0003-3419-7852 [2]https://orcid.org/0000-0001-9607-823X*
[3]https://orcid.org/0000-0001-5767-5154 [4]https://orcid.org/0000-0002-6101-1446

[1,3,4]Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан
[2]Государственный университет имени Шакарима, г. Семей, Казахстан

@ *[1]i.zhadra@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/YUXY9855

ОПТИМИЗАЦИЯ ВИТАМИННОГО СОСТАВА В ТВОРОЖНЫХ ПРОДУКТАХ

Аннотация. Исследование посвящено разработке оптимальной рецептуры творожной массы с использованием информационных технологий и методов линейного программирования. Была рассмотрена методика расчета характеристик продукта на основе материального баланса и оптимизации себестоимости. Выявлено, что применение программного обеспечения «Минимакс» и модуля «Витамакс» позволяет эффективно оптимизировать рецептуры и моделировать витаминный состав продуктов. Установлено, что создание функциональных рецептур многокомпонентных продуктов позволяет рационально использовать сырье и расширить ассортимент продукции. В результате исследования разработана рецептура творожной массы с оптимальными питательными характеристиками и сниженной себестоимостью.

Ключевые слова: творожные продукты, витаминный состав, сбалансированность, питательная ценность, оптимизация.

Имангалиева, Ж.К. Оптимизация витаминного состава в творожных продуктах [Текст] / Ж.К. Имангалиева, Н.К. Ибрагимов, М.О. Кожахиева, А.Б. Есенова // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.40-46. https://doi.org/10.55956/YUXY9855

Введение. Проблема оптимизации состава пищевых продуктов представляет собой актуальную задачу в современной науке и практике производства. Несмотря на значительные достижения в области пищевых технологий, существует постоянная потребность в разработке новых методов и подходов к формированию рецептур, которые бы удовлетворяли требованиям потребителей и одновременно обеспечивали оптимальное сочетание пищевых и питательных характеристик продуктов.

Исследования, направленные на оптимизацию витаминного состава творожных продуктов, становятся особенно важными. Творог, как ценный источник белка и микроэлементов, является популярным продуктом в рационе многих людей, особенно детей и подростков. Однако, с точки зрения научного и практического аспекта, до сих пор существует необходимость в

дальнейших исследованиях по оптимизации его состава с учетом содержания витаминов и минералов.

С целью обоснования актуальности исследования, важно отметить, что в настоящее время существует ограниченное количество исследований, посвященных оптимизации витаминного состава творожных продуктов. Несмотря на значимость этой проблемы с точки зрения общественного здоровья и потребительских предпочтений, имеющиеся научные данные остаются недостаточными для формирования комплексного подхода к созданию оптимальных рецептур таких продуктов.

В мире современной пищевой промышленности повышается интерес к созданию продуктов, обладающих не только отличным вкусом, но и высокой питательной ценностью. Важным аспектом здорового питания витаминного состава в творожных продуктах и приведем примеры применения этой методологии в практике.

Условия и методы исследований. Методика расчета характеристик творожной массы базируется на применении линейных уравнений материального баланса для каждого химического элемента, а также на алгоритме определения массовой доли витаминов, соответствующих суточной потребности выбранной группы населения. Решение таких задач основывается на принципе сохранения массы веществ.

В математике для решения подобных задач используется линейное программирование (ЛП), которое включает метод симплекса. Обычно задача ЛП формулируется в стандартной форме следующим образом:

$$\max(\min) F(x_1, x_2, ..., x_n) = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j, \quad (1)$$

$$\sum a_{ij} x_j \le b_j, i = 1,2..., n,\ x_j \ge 0,\ j = 1,2,..., n\ . \quad (2)$$

В работе в качестве критерия оптимизации (функционала) была выбрана массовая доля витамина С в творожной массе, как одна из характеристик, определяющая пищевую ценность продукта. Целевая функция для выполнения оптимизации, исходя из условия максимума содержания витамина С, запишется в следующем виде [1-3]:

$$C = \sum_{i=1}^{n} C_i \cdot x_i \to \max \quad (3)$$

где: xi = (x1, x2,...,x8) – вектор неизвестных искомых; Ci – массовая доля витамина i-го ингредиента, мг / (мг %).

Для создания рецептуры творожной массы «Радуга» применялся матричный метод проектирования рецептурной смеси. Одним из основных методов повышения прибыльности производства является снижение себестоимости производимой продукции. В качестве компонентов для рецептуры использовались различные ингредиенты, представленные в информационной матрице данных.

Для решения задачи использовался табличный редактор Microsoft Excel с помощью стандартной надстройки «Поиск решения», что позволяет

эффективно оптимизировать рецептуру. На основе информационной матрицы была сформирована система линейных балансовых уравнений.

Результаты исследований и их обсуждение. Рецептурная смесь должна содержать определенное количество жира, белка и углеводов в 100 г продукта. Функция цели заключается в минимизации себестоимости. Решение системы линейных балансовых уравнений представлено в таблице 1 с минимальной себестоимостью.

Программное обеспечение «МИНИМАКС» позволяет рассчитывать рецептуры многокомпонентных продуктов с заданным составом. Матричный метод решения рецептурных задач отличается простотой и информативностью. Использование линейного программирования и современных информационных технологий при проектировании продуктов позволяет эффективно использовать дорогостоящее сырье и расширить ассортимент продукции.

Таблица 1

Информационная матрица данных для оптимизации рецептуры

Ингредиенты	X	Масса, кг	Массовая доля, %				Цена, тг/кг
			жира	белка	углеводов	воды	
Творог 5%	X_1	80,00	5,00	21,00	3,00	81,00	1200,00
Сахар песок	X_2	4,95	0,00	0,00	99,80	0,10	700,00
Сливки 10% жирности	X_3	15,00	10,00	2,70	4,50	82,80	1300,00
Наполнитель (мякоть тыквы)	X_4	15,00	1,00	0,10	4,40	90,30	400,00
Наполнитель (мякоть моркови)	X_5	0,00	1,30	0,10	9,60	88,00	180,00
Наполнитель (миндаль)	X_6	0,00	61,00	15,00	9,40	0,00	5200,00
Наполнитель (фундук)	X_7	0,00	40,40	18,60	13,00	0,00	4000,00
Итого, кг		100,00					

Использовали в рецептурных расчетах табличный редактор Microsoft Excel. Стандартная надстройка «Поиск решения» процессора электронных таблиц «MS Excel» позволяет эффективно решать рецептурные задачи, а представление результатов в виде таблиц обеспечивают удобную для учета и отчетности информацию.

На основании информационной матрицы (табл. 1) сформирована система линейных балансовых уравнений (табл. 2).

Таблица 2

Система балансовых уравнений и ограничений

Баланс по:	Уравнения и ограничения:
Жиру	$0{,}09X_1+X_2 + 0{,}01X_3 + 0{,}001X_4 = 7{,}3$
Белку	$0{,}14X_1+X_2 + 0{,}027X_3 +0{,}01X_4 = 9{,}52$
Углеводам	$0{,}028X_1+0{,}045X_2 + 0{,}529X_3 +0{,}131X_4 = 8{,}14$
Воде	$0{,}65X_1+0{,}01X_2 + 0{,}828X_3 +0{,}90X_4 = 74{,}84$
Масса, кг.	$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 100{,}00$

Рецептурная смесь творожной массы должна содержать в 100 г: жира не менее – 8 г, белка не менее – 10,0 г, углеводов не менее – 8 г.

Функция цели – минимальная себестоимость запишется в виде:

$1200X_1+700X_2+1300X_3+400X_4 \rightarrow \min (\max)$

Система линейных балансовых уравнений решается в компьютерной системе Excel. С учетом принятых обозначений, рецептура творожной массы с минимальной и максимальной себестоимостью приведена в таблице 3.

Модульное программное обеспечение «МИНИМАКС» позволяет рассчитывать рецептуру многокомпонентной программы с заданным составом. Разработанный матричный метод решения рецептуры многокомпонентных пищевых продуктов отличается простотой и высокой информативностью [2].

Создание функциональных рецептур многокомпонентных пищевых продуктов показывает, что эффективность компьютерного моделирования может быть успешно достигнута при использовании теории линейного программирования (симплекс-метода) и решения поставленных задач с применением современных информационных технологий [1,2].

Проектирование поликомпонентных продуктов позволяет рационально использовать дорогостоящее сырье, расширить ассортимент продуктов.

Таблица 3

Рецептура творожной массы с минимальной себестоимостью

Ингредиенты	X	Масса, кг	Массовая доля, %				Цена, тг/кг
			жира	белка	углеводов	воды	
Творог 9%	X_1	65,00	9,00	14,00	2,80	65,00	1200,00
Сахар песок	X_2	12,50	0,00	0,00	99,80	0,10	700,00
Сливки 10 % жирности	X_3	7,50	10,00	2,70	4,50	82,80	1300,00
Наполнитель (мякоть тыквы)	X_4	15,00	1,00	0,10	4,40	90,30	400,00
Наполнитель (мякоть моркови)	X_5	0,00	1,30	0,10	9,60	88,00	180,00
Наполнитель (миндаль)	X_6	0,00	61,00	15,00	9,40	0,00	5200,00
Наполнитель (фундук)	X_7	0,00	40,40	18,60	13,00	0,00	4000,00
Итого, кг		100,00					
Суточная потребность школьников (7-11 лет), г			79,0	77,0	335,0		
% соответствия суточной потребности			8,54	11,79	19,36		
Стандарт продукта			6,8	9,3	15,3	70,7	
Функция цели		13130,0					
Балансовые уравнения			6,75	9,32	15,29	68,64	

Для оперативного моделирования витаминного состава поликомпонентного продукта использовалась модульная компьютерная программа «Витамакс». Проектирование многокомпонентной творожной массы осуществлялось с учетом потребностей детей в возрасте от 10 до 12 лет. При использовании функции «Поиск решений» в программе, целевая функция была установлена на максимальное значение массовой доли витамина С. После ввода всех необходимых параметров и нажатия кнопки

«Выполнить», результаты расчета рецептуры творожной массы отображались на экране. Для визуализации витаминного состава рецептурной смеси была построена соответствующая диаграмма (рис. 1).

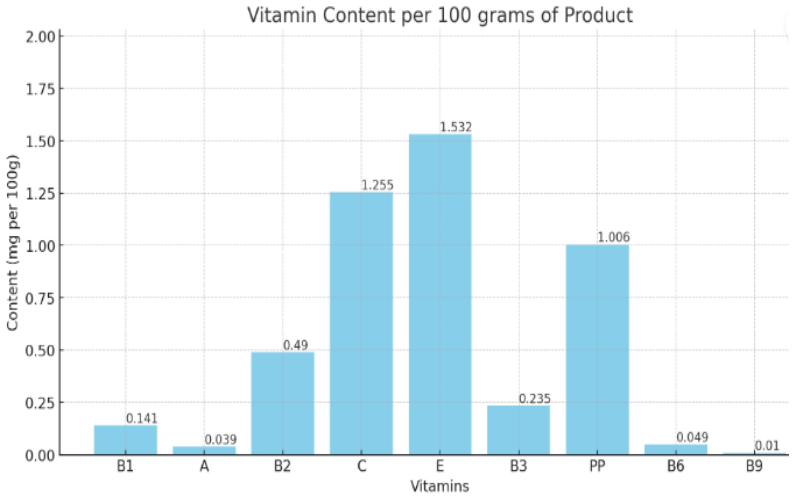
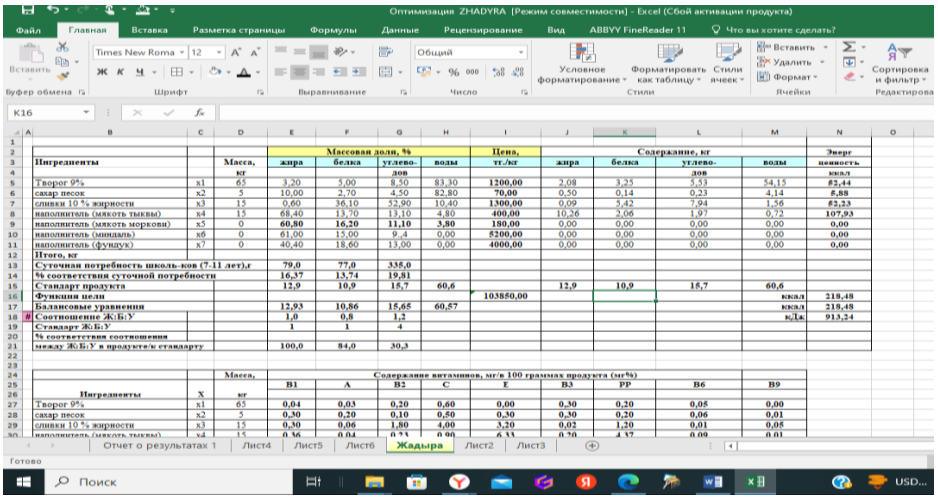


Рис. 1. Витаграмма рецептуры творожной массы «Радуга»

Исследование результатов расчета витаминного состава творожной массы (см. табл. 1) показало, что использованные ингредиенты – измельченный творог с 5% жирности в объеме 85% и 15% пюре тыквы – привели к получению рецептурного состава творожной массы с высоким содержанием витамина С (1,255) и РР (1,006 мг %) при суточной потребности в 8,38 мг %. Был достигнут оптимизированный витаминный состав. Однако следует отметить низкое содержание в разрабатываемом продукте витаминов А, В6, В1 и В9.



Ингредиенты		Масса, кг	Массовая доля, % жира	белка	углево-дов	воды	Цена, тг./кг	Содержание, кг жира	белка	углево-дов	воды	Энергетическая ценность ккал
Творог 9%	x1	65	3,20	5,00	8,50	83,30	1200,00	2,08	3,25	5,53	54,15	82,44
сахар песок	x2	5	10,00	2,70	4,50	82,80	70,00	0,50	0,14	0,23	4,14	8,88
сливки 10 % жирности	x3	15	9,60	36,10	52,90	10,40	1300,00	0,09	5,42	7,94	1,56	83,23
наполнитель (мякоть тыквы)	x4	15	68,40	13,70	13,10	4,80	400,00	10,26	2,06	1,97	0,72	107,93
наполнитель (мякоть моркови)	x5	0	60,80	16,20	11,10	3,80	180,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
наполнитель (миндаль)	x6	0	61,00	15,00	9,4	0,00	5200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
наполнитель (фундук)	x7	0	40,40	18,60	13,00	0,00	4000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Итого, кг												
Суточная потребность школь-ков (7-11 лет),г			79,0	77,0	338,0							
% соответствия суточной потребности			16,37	13,74	19,81							
Стандарт продукта			12,9	10,9	15,7	60,6		12,9	10,9	15,7	60,6	
Функция цели							103850,00				ккал	218,48
Балансовые уравнения			12,93	10,86	15,65	60,57					ккал	218,48
Соотношение Ж:Б:У			1,0	0,8	1,2						в/Дн	913,24
Стандарт Ж:Б:У			1	1	4							
% соответствия соотношения между Ж:Б:У в продукте/к стандарту			100,0	84,0	30,3							

Ингредиенты	X	Масса, кг	Содержание витаминов, мг/в 100 граммах продукта (мг%) B1	A	B2	C	E	B3	PP	B6	B9
Творог 9%	x1	65	0,04	0,03	0,20	0,60	0,00	0,30	0,20	0,08	0,00
сахар песок	x2	5	0,30	0,20	0,10	0,50	0,30	0,30	0,20	0,06	0,01
сливки 10 % жирности	x3	15	0,30	0,06	1,80	4,00	3,20	0,02	1,20	0,01	0,08
наполнитель (мякоть тыквы)	x4	15	0,36	0,04	0,33	0,90	6,33	0,20	4,37	0,09	0,01

Рис. 2. Результаты расчета рецептурной смеси в программе Excel на творожную массу «Радуга»

Таким образом, изложенные выше методики и расчеты предоставляют разработчикам возможность создавать продукты питания сложного

сырьевого состава. Применение табличного редактора Microsoft Excel позволяет оптимизировать процесс проектирования рецептур многокомпонентных продуктов на стадии выбора ингредиентов, что даёт возможность моделировать биологическую ценность белковой составляющей конечного продукта [4].

Заключение. Оптимизация витаминного состава в творожных продуктах является важным шагом на пути к созданию функциональных молочных продуктов, которые удовлетворяют растущий потребительский спрос на питательные и полезные для здоровья продукты. Обогащение творожных изделий витаминами, такими как A, D, E и группы B, значительно улучшает их питательную ценность, способствуя укреплению здоровья населения и снижению дефицита жизненно важных микронутриентов.

Процесс оптимизации содержания витаминов требует междисциплинарного подхода, который включает в себя элементы пищевой науки, диетологии и технологических инноваций. Важно правильно подобрать источники витаминов – как синтетические, так и натуральные, которые будут стабильны и биодоступны как во время хранения, так и при потреблении. Более того, уровень обогащения должен быть тщательно выверен, чтобы витамины не только сохранили свою эффективность, но и не повлияли негативно на органолептические характеристики продукта, такие как вкус, текстура и цвет, которые играют ключевую роль в принятии продукта потребителями.

Ключевой аспект процесса оптимизации заключается в обеспечении стабильности продукта как в физическом плане, так и по содержанию питательных веществ на протяжении всего срока хранения. Витамины могут быть чувствительны к различным методам обработки и условиям хранения, поэтому важно обеспечить их сохранность для того, чтобы потребители получали заявленные преимущества для здоровья. Это требует проведения всесторонних испытаний для определения оптимальных условий производства и хранения, позволяющих поддерживать высокое качество и стабильность витаминов в творожных продуктах.

Исследование показало, что применение современных информационных технологий и линейного программирования позволяет существенно улучшить рецептуры многокомпонентных творожных продуктов. Использование модуля «Витамакс» в сочетании с программой «Минимакс» доказало свою эффективность в разработке функциональных рецептур с оптимизированным витаминным составом.

Список литературы

1. Лисин, П.А. Компьютерные технологии в рецептурных расчетах молочных продуктов [Текст] / П.А. Лисин. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 104 с.
2. Имангалиева, Ж.К. Совершенствование стадии измельчения в технологии творожных продуктов [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Ж.К. Имангалиева. – ФГБОУВО «Кемеровский государственный университет», 2018.
3. Ходырева, О.Е. Совершенствование технологии обогащенных творожных изделий с использованием пасты из топинамбура [Текст]: дис. ... канд. техн. наук 05.18.04 / О.Е. Ходырева. – Воронеж, 2017. – 160 с.
4. Shlisky J., Bloom D.E., Beaudreault A.R., Tucker K.L., Keller H.H., Freund-Levi Y., Fielding R.A, Cheng F.W., Jensen G.L., Wu D., Meydani S.N. Nutritional considerations for healthy aging and reduction in age-related chronic disease // Adv.Nutr., 2017. Vol 8, No. 1. P. 17-26.

Материал поступил в редакцию 29.05.24.

Ж.К. Имангалиева[1], Н.К. Ибрагимов[2], М.О. Кожахиева[1], А.Б. Есенова[1]

[1]Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан
[2]Шәкәрім атындағы Семей мемлекеттік университеті, Семей қ., Казақстан

СҮЗБЕ ӨНІМДЕРІНДЕГІ ВИТАМИНДІК ҚҰРАМЫН ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ

Аңдатпа. Зерттеу ақпараттық технологиялар мен сызықтық бағдарламалау әдістерін қолдана отырып, сүзбе массасының оңтайлы формуласын жасауға бағытталған. Материалдық теңгерім мен шығындарды оңтайландыру негізінде өнімнің сипаттамаларын есептеу әдістемесі қарастырылды. «Минимакс» бағдарламалық жасақтамасын және «Витамакс» модулін қолдану формулаларды тиімді оңтайландыруға және өнімдердің витаминдік құрамын модельдеуге мүмкіндік беретіні анықталды. Көп компонентті өнімдердің функционалды формулаларын құру шикізатты ұтымды пайдалануға, өнім ассортиментін кеңейтуге мүмкіндік беретіні анықталды. Зерттеу нәтижесінде оңтайлы қоректік сипаттамалары бар және өзіндік құны төмендетілген сүзбе массасының рецептурасы жасалды.

Тірек сөздер: сүзбе өнімдері, витаминдік құрамы, тепе-теңдік, тағамдық құндылығы, оптимизациялау.

Zh.K. Imangalieva[1], N.K. Ibragimov[2], M.O. Kozhakhiyeva[1], A.B. Yesenova[1]

[1]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan
[2]Shakarim University of Semey, Semey, Kazakhstan

OPTIMIZATION OF VITAMIN COMPOSITION IN CURD PRODUCTS

Abstract. The research is devoted to the development of an optimal recipe for curd mass using information technology and linear programming methods. The method of calculating product characteristics based on the material balance and cost optimization was considered. It was revealed that the use of the “Minimax” software and the “Vitamax” module makes it possible to effectively optimize formulations and simulate the vitamin composition of products. It has been established that the creation of functional formulations of multicomponent products makes it possible to rationally use raw materials and expand the product range. As a result of the research, a formulation of curd mass with optimal nutritional characteristics and reduced cost has been developed.

Keywords: cottage cheese products, vitamin composition, balance, nutritional value, optimization.

References

1. Lisin, P.A. Komp'yuternyye tekhnologii v retsepturnykh raschetakh molochnykh produktov [Computer technologies in recipe calculations of dairy products]. – Moscow: DeLi print, 2007. – 104 p., [in Russian].
2. Imangaliyeva, ZH.K. Sovershenstvovaniye stadii izmel'cheniya v tekhnologii tvorozhnykh produktov [Improving the grinding stage in the technology of curd products]: dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. – Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kemerovo State University”, 2018, [in Russian].
3. Khodyreva, O.Ye. Sovershenstvovaniye tekhnologii obogashchennykh tvorozhnykh izdeliy s ispol'zovaniyem pasty iz topinambura [Improving the technology of fortified curd products using Jerusalem artichoke paste]: dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences 05.18.04. – Voronezh, 2017. – 160 p., [in Russian].
4. Shlisky J., Bloom D.E., Beaudreault A.R., Tucker K.L., Keller H.H., Freund-Levi Y., Fielding R.A, Cheng F.W., Jensen G.L., Wu D., Meydani S.N. Nutritional considerations for healthy aging and reduction in age-related chronic disease // Adv.Nutr., 2017. Vol 8, No. 1. P. 17-26

ҒТАМР 65.63.01

Л.Д. Абубакирова[1] – *негізгі автор*, ©
Т.Ч. Тултабаева[2], **Х. Темиз**[3]

[1]*Докторант*, [2]*Техн. ғылым. д-ры, қауымдастырылған профессор*,
[3]*Доктор, профессор*

ORCİD [1]*https://orcid.org/0009-0006-9003-212X* [2]*https://orcid.org/0000-0003-2483-7406*
[3]*https://orcid.org/0000-0003-3586-336X*

[1,2]*С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ., Қазақстан*
[3]*Ондокуз Майис Университеті, Самсун қ., Түркия*

@ [1]*laura.abubakirova@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/SGSP1925

ӨСІРІЛГЕН ТАРЫ ҚОСА ОТЫРЫП, МАЙСЫЗ ЕШКІ СҮТІНЕН ӘЗІРЛЕНГЕН ФЕРМЕНТТЕЛГЕН СУСЫНДАРДЫҢ ФИЗИКО-ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ОРГАНОЛЕПТИКАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Бұл мақалада «заанен» және «жергілікті» тұқымды асыл тұқымды ешкілердің сүтіне физика-химиялық талдаулар келтірілген. Майсыз ешкі сүтіне негізделген өсімдік қоспалары бар жаңа ашытылған сусынға органолептикалық және физика-химиялық зерттеулер жүргізілді. Зерттеу деректері жақсы органолептикалық көрсеткіштері бар ашытылған сусынның тағамдық құндылығын көрсетеді. Сүт өнімдері мен өсімдік қоспаларын үйлесімді пайдалану перспективасы бар бағыт болып табылады, себебі өсімдік шикізатына негізделген ашытылған өнімдер функционалдық тамақтану талаптарына сәйкес келеді.

Тірек сөздер: майсыз ешкі сүті, ашытылған сусын, өсірілген тары, өңделген тары.

Абубакирова, Л.Д. Өсірілген тары қоса отырып, майсыз ешкі сүтінен әзірленген ферменттелген сусындардың физико-химиялық және органолептикалық көрсеткіштерін зерттеу [Мәтін] / Л.Д. Абубакирова, Т.Ч. Тултабаева, Х. Темиз // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.47-54. https://doi.org/10.55956/SGSP1925

Кіріспе. Халық денсаулығы – мемлекетіміздің басты құндылығы және олардың салауатты өмір сүру салтын нығайту негізгі міндеті болып табылады. Денсаулықты жақсарту жолдарының бірі ағзаға пайдалы өнімді тұтыну.

Әрбір адамның денсаулығы көбіне тамақтану рационымен анықталады. Ағзаның иммундық-биологиялық белсенділігін қалыптастыруда функционалды тамақтанудың мамандандырылған өнімдерін, соның ішінде ашытылған сүт өнімдерін жасау және пайдалану ерекше маңызға ие. Ашытылған сүт өнімдері қолайсыз экологиялық жағдайларға, метаболикалық бұзылуларға, тағамдық аллергияға, сәулелік және бактерияға қарсы терапиядан кейін, теңестірілмеген тамақтанудан және күйзелістен туындаған жедел және созылмалы аурулар мен ас қорыту жүйесінің дисфункцияларына

ұшыраған кезде ағзаны қорғаудың қажетті құралы болып табылады. Әдетте, ағзаның бұзылған қалыпты микрофлорасын түзету үшін пробиотикалық ашытылған сүт өнімдері кеңінен қолданылады [1]. Соңғы жылдары көптеген тұтынушылар денсаулыққа пайдасын тигізетін жаңа тағам өнімдерін таңдауды қолдайды [2].

Қазіргі уақытта Қазақстан өзін сүтпен қамтамасыз ете алады. Дегенмен, сүт өнімдерінің ішінде май, ірімшік және сүзбе өнімдері ішкі нарықты толықтырумен және экспортқа шығарылатын болғандықтан, аталған өнімдерді өндіруге айтарлықтай мөлшерде сүт жұмсалады [3]. Әсіресе ешкі сүтінен алынатын өнімге сұраныс өте жоғары. Салдарынан майсыздандырылған сүтті тиімді әрі оңтайлы пайдалану қажеттілігі туындайды. Аталған майсыз сүтті ашыту арқылы сусын дайындау ең ұтымды шешім болып табылады, яғни өнім алынғаннан кейінгі қалған майсыз сүт жартылай немесе бір бөлігі ғана емес толығымен пайдаланылады. Ал осы ашытылған сүт қышқылды сусындар өндірісіндегі заманауи бағыттардың бірі – ол өсімдіктектес шикізат пен оның қайта өңделген өнімдерімен бірге қолдану екенін атап өту қажет [4].

Соңғы бес жыл шамасында бәсекеге қабілетті әлемнің көптеген елдерінде ешкі шаруашылығының сүті диеталық және емдік қасиеттерінің арқасында болашағы бар салалар қатарынан көрініп келеді [5]. Ал Қазақстанда ешкі шаруашылығы ең аз дамыған мал шаруашылығы болып саналады [6]. Себебі бұл шаруашылықтың түрімен айналысатын ірі қожалықтар Қостанай, Түркістан және Атырау облыстарында ғана жұмыс жасайды [7]. Дегенмен, ешкі шаруашылығының орта және кіші фермаларын да басқа өңірлерде жиі кездестіруге болады. Осындай статистикаға қарамастан, тұтынушылардың басым көпшілігінің ешкі сүтінен әзірленетін өнімдерге сұраныстың жоғары екенін атап өту қажет [8]. Халық сұранысын қолжетімді және сапалы ешкі сүті өнімімен қамтамасыз ету мақсатында, сондай-ақ қалдық ретінде артылатын майсыз сүттен ферменттелген сусын дайындау және нарықтағы сүт сусындарының ассортиментін арттыру мәселесі пайда болды. Бұдан басқа, ферменттелген өнімдердің жаңа түрін әзірлеу бойынша зерттеулер бірқатар техникалық және экономикалық артықшылықтары болғандықтан, олардың саны артып келеді [9].

Бұл жұмыстың мақсаты майсыз ешкі сүтінен дайындалатын ферменттелген сусынның физико-химиялық құрамын және органолептикалық қасиетін зерттеу болып табылады.

Аталған сусынға өсірілген тары дәнді-дақылын қосу көзделген. Тарының тағамдық құндылығы жоғары болып саналады, себебі онда бірқатар маңызды көмірсулар, ақуыздар, майлар, микроминералдар мен дәрумендер бар екені зерттелген [10]. Нақтырақ айтқанда, басқа дәнді дақылдардан айырмашылығы, тары құрамында биоактивті компоненттер мен бірқатар биоактивті минералдар бар [11]. Сонымен қатар, тарының құрамында глютен жоқ екендігі және қандағы глюкоза мен холестеринде реттеуде маңызды рөл атқаратыны анықталған [12].

Тарының жоғарыда атап өтілген физико-химиялық құрамы ескерілсе, оны майсыз ферменттелген ешкі сүтінен әзірленетін сусынға өсірілген түрін қосу жаңаша, пайдалы және сапалы өнім дайындауға мүмкіндік береді. Бұл сусын әсіресе иммунитет әлсіреген адамдардың денсаулығын нығайтуға, сезондық аурулардың алдын алуға септігін тигізеді.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Тәжірибелік зерттеулер стандартты түрде 3 реттен жүргізілді. Жұмыста қойылған мәселелерді шешу мақсатында

шикізат пен дайын өнімді зерттеу үшін заманауи физико-химиялық және органолептикалық, статистикалық әдістер қолданылды. Эксперименттік зерттеулер Түркия Республикасы, Ондокуз Майыс Университетінің Тамақ инженериясы департаменты лабораториясында және С. Сейфуллин атындағы Қазақ Агротехникалық Зерттеу Университетінің «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының лабораториясында жүргізілді.

Берілген жұмыста негізгі объектілер ретінде майсыз ешкі сүті, тарының «Саратов» сұрыпының өңделген дайын және осы сұрыптың өңделмеген түрін жаңадан өсіру арқылы тарының кептірілген және қуырылған ұн тәріздес түрлері және ашытқы қолданылды.

– титрлейтін қышқылдық ГОСТ 3624-92 «Сүт және сүт өнімдері. Қышқылдықты анықтаудың титриметриялық әдістері»;

– белсенді қышқылдық pH-метр бойынша ГОСТ 26781-85 электрометриялық әдіспен анықталды;

– физико-химиялық әдіс: физико-химиялық талдау кезінде сүттің қышқылдығы, майлылығы, ақуыз және құрғақ зат мөлшері, ГОСТ 32940-2014 және ГОСТ 32259-2013;

– ақуыздың массалық үлесі-ГОСТ 23327-98 «Сүт және сүт өнімдері. Кьельдаль бойынша жалпы азоттың массалық үлесін өлшеу және ақуыздың массалық үлесін анықтау әдістері»;

– майдың массалық үлесі-ГОСТ 5867-90 «Сүт және сүт өнімдері. Майды анықтау әдістері»;

– органолептикалық әдіс: органолептикалық талдау кезінде сүттің түсі, иісі, дәмі және құрамы ГОСТ 32940-2014 және ГОСТ 32259-2013.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Ашытылған сусын алу мақсатында ең алдымен шикі ешкі сүтінің физико-химиялық құрамын анықтау бойынша қажетті зерттеулер жүргізілді. Салыстырмалы нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1

Әртүрлі ешкі сүті анализінің физико-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіш атауы	Ешкінің «Зааендік» тұқымының сүті (Қазақстан)	Ешкінің «Жергілікті» тұқымының сүті (Түркия)
Титрленетін қышқылдық, °Т	18±2,53	18±1,59
Майлылығы,%	4,6±0,49	4,8±0,87
Ақуыздың массалық үлесі, %	3,9±1,64	3,8±0,53
Құрғақ зат, %	12,39±0,73	12,81±0,35

Зерттеу нәтижесі бойынша Қазақстанның «Зааненділік» және Түркияның «Жергілікті» ешкі тұқымдарының да сүт сапасы стандарт талаптарына сай келетінін көрсетті. Органолептикалық қасиеті бойынша екі елдің де ешкі сүттерінің сапасы жоғары болды. Дәмі және иісі таза, бөтен иіссіз, ешкі сүтіне тән төменгі дәрежедегі жемнің ерекше дәмі және иісі бар. Түсі – ақ, ақшыл-крем тәрізді. Алайда сүттің майлылығы бойынша Түркияның «жергілікті» ешкі тұқымы сүтінің зааненділік ешкі тұқымы сүтінің майлылығынан 0,2% жоғары екені белгілі болды. Бұл ешкілерді тамақтандыру мен ұстаудағы ерекше әртүрлілікті білдіреді, яғни сүт құрамына әсер етті. Бірақ құрамындағы ақуыздың массалық үлесі жағынан

заанендік ешкі тұқымы сүтінің пайызы 0,1-ге жоғарырақ болды. Бұл көршеткіштің төмен не жоғары болуы малдың азықтанған құрамажеміне және экологиялық ортаның әсері де болуы әбден ықтимал. Ал берілген сүттердің титрленетін қышқылдығы және құрғақ зат мөлшері шамалас бірдей дәрежені көрсетті. Жалпы берілген екі түрлі ешкі сүттері ГОСТ 32940-2014 «Шикі ешкі сүті. Техникалық шарттар» талаптарына сәйкес және берілген парамертлер бойынша айтарлықтай айырмашық жоқ болғандықтан, Түркияның «жергілікті» ешкі сүтімен зерттеу жүргізілді. Зерттеу нәтижесі – майсыз ешкі сүтіне негізделген ашытылған сусын технологиясы әзірленді.

Эксперименттік зерттеу ОМУ-нің Тамақ инжериясы департаменті зертханасының базасында жүргізілді. Ферменттелген ешкі сүтінің сусыны дәстүрлі технологияға сәйкес дайындалды: шикізатты дайындау, сепаратор арқылы майсыздандыру, қалыпқа келтіру, пастерлеу (75±2°С температурада 15-19 мин ұстау уақытымен), салқындату (ашыту температурасына дейін 38-40°С), ашыту (38-40°С температураға дейін сүт ашытуға арналған ыдысқа құйылды), араластыру, тары дақылын енгізу және сақтау. Әрбір сынама үлгісі бойынша 1 литр ашытылған сусынға 10% қоспа (тары өсіндісінің 2 түрі және өңделген дайын тары) қосылды. Сынама үлгілеріне бақылау ретінде бір түрі қоспасыз алынды. Осылайша, 4 түрлі тәжірибелік үлгілердің су белсенділігі, майлылығы, ақуыздың мөлшері, ылғалдылығы, күлділігі, титрленетін және белсенді қышқылдығы зерттелді (2, 3-кестелер).

Кесте 2

Сусынның физико-химиялық көрсеткіштері

Сынама үлгі	Су белсенділігі, Aw	Майлы-лығы, %	Ақуыз, г	Ылғалдылығы, %	Күлділігі, г
1-ші сынама (бақылау)	0,9971±0,0015	0,18±0,04	2,66± 0,42	92,1± 0,16	0,27± 0,01
2-ші сынама (кептірілген тары өсіндісі)	0,9945±0,0007	0,19±0,03	2,78± 0,33	82,2± 0,13	0,28± 0,08
3-ші сынама (қуырылған тары өсіндісі)	0,9945±0,0043	0,25±0,03	2,81± 0,36	80,9± 0,32	0,23± 0,07
4-ші сынама (өңделген дайын тары)	0,9952±0,0032	0,28±0,15	2,69±0,44	83,8±0,12	0,30±0,09

Кесте 3

Ашытылған сусынның белсенді және титрленетін қышқылдықтары

Сынама үлгісі	pH	Титрленетін қышқылдық, °Т
1-ші сынама (бақылау)	4,56±0,25	89
2-ші сынама (кептірілген тары өсіндісі)	4,63±0,01	91
3-ші сынама (қуырылған тары өсіндісі)	4,67±0,35	94
4-ші сынама (өңделген дайын тары)	4,58±0,86	93

Сусынды сақтау кезінде тағамның тұрақтылығын бағалауға болатын критерийлердің бірі – су белсенділігі. Aw көрсеткішін бақылау арқылы оның сақтау қабілетін болжауға және оларды сақтаудың оңтайлы шарттарын анықтауға мүмкіндік береді. Ол AquaLab приборында өлшенді. Аталған

сусынның су белсенділігі тары өсіндісі бар қоспаларымен бірге анықталды, ал бақылау сынамасы ешқандай қоспасыз зерттелді. 1-ші сынама ешқандай қоспасыз болғандықтан, су белсенділігінің көрсеткіші қалған үш сынамадан жоғары екенін дәлелдеді. Сондай-ақ, майлылығы бойынша сусынның бақылау сынамасына қарағанда құрамында тарыдан дайындалған қоспасы бар сынама 0,1%-ға жоғары болды. Демек, тары дақылының өзіндік майлылығы аз мөлшерде болса да әсер етеді деген сөз. Ал күлділігі Protherm furnace пешінде 900°С температурада 6 сағат жасалынды (1, 2-сурет). Жалпы берілген физико-химиялық көрсеткіштер бойынша талдау жүргізгеннен кейін, әзірленген майсыз ешкі сүті негізінде ашытылған сусынның сипаттамасы ГОСТ талаптарына толығымен сәйкес келеді.

Сурет 1. Protherm furnace пеші

Сурет 2. Сусынның сынамалар нәтижесі

Ашытылған сусынның жаңа түрін жетілдіру мүмкіндігін зерттеу үшін олардың органолептикалық көрсеткішін бағалау арқылы тәжирибелік үлгілердің сапасына салыстырмалы бағалауды Тамақ инженериясы департаменті зерханасының дегустация комиссиясы жүргізді.

Кесте 4

Ашытылған сусынның органолептикалық қасиеттері

Сынама	Дәмі және иісі	Консистенциясы және сыртқы түрі	Түсі
№1	Жұмсақ, қышқылдау, иісі жоқ	Біркелкі, қою емес	ақшыл
№2	Орташа жұмсақ, ашытылған, қышқыл	Біркелкі, жеңіл дәнділік	сары қоңыр
№3	Орташа жұмсақ, ашытылған, қышқыл	Біркелкі, жеңіл дәнділік	сары қоңыр
№4	Өте жұмсақ, қышқылдау	Біркелкі емес, сұйықтау	ақшыл сары

Берілген сынамалардың органолептикалық қасиетін 10-баллдық шкала бойынша бағаланды. Нәтижесі бойынша №3 сынама жоғары баллға ие болды, одан кейінгі орынды №2 сынама болса, төменгі баллға №4 сынама бағаланды. Дегустация комиссиясы №1 сынама бойынша ешкі сүтінен әзірленетін сүт қышқылды өнімнің дәмі мен иістеріне тән сипаттама жоқ екендігіне қызығушылық танытты. Ал №3 сынаманың ерекше өзіне тән жаңғақ тәріздес дәмі мен хош иісі болғандығын атап өтті.

Қорытынды. Жалпы, шикі ешкі сүтіне, одан әрі зерттелген сынамалар бойынша ашытылған сусынға физико-химиялық және органолептикалық талдау жүргізілді.

Зерттеу нәтижелеріне сәйкес өсірілген тары қосылған майсыз ешкі сүтінен ферменттелген сусын әзірлеу өзекті екенін атап өту керек. Бұдан әрі берілген сусынның дәрумендері мен минералдары бойынша тереңірек зерттеуді қажет етеді, себебі денсаулыққа әрбір ересек адам мен балалардың рационына пробиотикалық дақылдардың тірі жасушалары бар, бояғыштар мен хош иістендіргіштерсіз табиғи хош иісі бар сусын болып табылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Dahiya D, Nigam PS. The Gut Microbiota Influenced by the Intake of Probiotics and Functional Foods with Prebiotics Can Sustain Wellness and Alleviate Certain Ailments like Gut-Inflammation and Colon-Cancer // Microorganisms, 2022. Vol. 10, No. 3. P. 665.
2. Guiné RPF, Florença SG, Barroca MJ, Anjos O. The Link between the Consumer and the Innovations in Food Product Development // Foods, 2020. Vol. 9, No. 9. P. 1317.
3. Жакупова, Г.Н. Сарысуға негізделген сергітетін сусындар технологиясын зерттеу және дамыту [Мәтін] / Г.Н. Жакупова, Т.Ч. Тултабаева, А.Б. Нуртаева, Н.Д. Кундызбаева, А.Т. Сагандык // АТУ хабаршысы. – 2022. – № 4. – Б. 99-105.
4. Melini F, Melini V, Luziatelli F, Ficca AG, Ruzzi M. Health-Promoting Components in Fermented Foods: An Up-to-Date Systematic Review // Nutrients, 2019. Vol. 11, No. 5. P. 1189.
5. Vaquil Rekha Rathee. A review on health promoting aspects of goat milk // The Pharma Innovation Journal, 2017. Vol. 6, No. 12. P. 5-8.
6. Шунекеева, А.А. Органолептические и физико-химические показатели кисломолочных напитков из козьего молока [Текст] / А.А. Шунекеева // Пища. Экология. Качество. – 2019. – С. 382-385.
7. Юсупова, Г.Т. «Зеренді» асыл тұқымды шаруашылығы» ЖШС-де өсірілетін асыл тұқымды ешкілер сүтінің салыстырмалы сапа көрсеткіштерін талдау. [Мәтін] / Г.Т. Юсупова, Д.Б. Курмангалиева, Б. Калемшарив, Ж.К. Шадьярова // АТУ хабаршысы. – 2020. – № 2. – Б. 99-105.
8. Абубакирова, Л.Д. Ешкі сүтінің өніміне сұраныс және оған көзқарас [Мәтін] // «Сейфуллин оқулары-18(2): «XXI ғасыр ғылымы – трансформация дәуірі» Халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары, Том. I. Бөлім. II. – Астана, 2022. – Б. 6-9.
9. Алимарданова, М.К. Исследование жирнокислотного состава айрана из козьего молока [Текст] / М.К. Алимарданова, А.А. Майоров, Г.А. Лоскутова, А.А. Шунекеева // Вестник государственного университета имени Шакарима города Семей. – 2020. – № 2(90). – С. 7-10.
10. Gowda N.A.N., Siliveru K., Prasad P.V.V., Bhatt Y., Netravati B.P., Gurikar C. Modern Processing of Indian Millets: A Perspective on Changes in Nutritional Properties // Foods, 2022. Vol. 11, No. 4. P. 499.

11. Priya Verma R.K., Lakhawat S., Yadav V.K., Gacem A., Abbas M., Mirsha S. Millets: sustainabletreasure house of bioactive components // International Journal of Food Properties, 2023. Vol. 26, No. 1. P. 1822-1840.
12. Asrani P., Ali A., Tiwari K. Millets as an alternative diet for gluten-sensitive individuals: A critical review on nutritional components, sensitivities and popularity of wheat and millets among consumers // Food Reviews International, 2022. Vol. 39, No. 6. P. 3370–3399.

Материал редакцияға 13.06.24 түсті.

Л.Д. АБУБАКИРОВА[1], Т.Ч. ТУЛТАБАЕВА[1], Х. ТЕМИЗ[2]

[1]Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан
[2]Ондокуз Майис Университет, г. Самсун, Турция

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ НАПИТКОВ ИЗ ОБЕЗЖИРЕННОГО КОЗЬЕГО МОЛОКА С ДОБАВЛЕНИЕМ ПРОРОЩЕННОГО ПРОСА

Аннотация. В данной статье приведены физико-химические анализы молока племенных коз «зааненской» и «местной» породы. Проведены органолептические и физико-химические исследования нового ферментированного напитка с растительными добавками на основе обезжиренного козьего молока. Данные исследования свидетельствуют о пищевой ценности ферментированного напитка, обладающего хорошими органолептическими показателями. Сочетание молочной основы с растительными добавками является перспективным направлением, так как по требованиям функционального питания в наибольшей степени отвечают ферментированные продукты на основе сырья растительного происхождения.

Ключевые слова: обезжиренное козье молоко, ферментированный напиток, пророщенное просо, обработанное пшено.

L.D. ABUBAKIROVA[1], T.CH. TULTABAYEVA[1], H. TEMIZ[2]

[1]Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Astana, Kazakhstan
[2]Ondokuz Mayis University, Samsun, Türkiye

INVESTIGATION OF PHYSICO-CHEMICAL AND ORGANOLEPTIC PARAMETERS OF FERMENTED MILK DRINKS MADE FROM SKIMMED GOAT'S MILK WITH THE ADDITION OF SPROUTED MILLET

Abstract. This article presents a physico-chemical analysis of the milk of breeding goats of the "Zaanen" and "local" breeds. Organoleptic and physico-chemical studies of a new fermented drink with vegetable additives based on skimmed goat's milk have been carried out. Research data indicate the nutritional value of a fermented milk drink with good organoleptic properties. The combination of a dairy basis to vegetative additives is a perspective direction as requirements of a functional food are answered to the greatest degree with fermented products on the basis of raw materials of a plant origin.

Keywords: skimmed goat's milk, fermented drink, sprouted millet, processed millet.

References

1. Dahiya D, Nigam PS. The Gut Microbiota Influenced by the Intake of Probiotics and Functional Foods with Prebiotics Can Sustain Wellness and Alleviate Certain Ailments like Gut-Inflammation and Colon-Cancer // Microorganisms, 2022. Vol. 10, No. 3. P. 665.
2. Guiné RPF, Florença SG, Barroca MJ, Anjos O. The Link between the Consumer and the Innovations in Food Product Development // Foods, 2020. Vol. 9, No. 9. P. 1317.
3. Zhakupova G.N., Tultabaeva T.Ch., Nurtaeva A.B., Kundyzbaeva N.D., Sagandyk A.T. Sarısuga negizdelgen sergitetin susındar texnologiyasın zertteu jane damıtu [Research and development of whey-based soft drink technology] // ATU habarshısı [Bulletin of Almaty Technological University], 2022. No. 4. P. 99-105, [in Kazakh].
4. Melini F, Melini V, Luziatelli F, Ficca AG, Ruzzi M. Health-Promoting Components in Fermented Foods: An Up-to-Date Systematic Review // Nutrients, 2019. Vol. 11, No. 5. P. 1189.
5. Vaquil Rekha Rathee. A review on health promoting aspects of goat milk // The Pharma Innovation Journal, 2017. Vol. 6, No. 12. P. 5-8.
6. Shunekeeva A.A. Organolepticheskiye i fiziko-khimicheskiye pokazateli kislomolochnykh napitkov iz koz'yego moloka [Organoleptic and physicochemical parameters of fermented milk drinks from goat's milk] // Pishcha. Ekologiya. Kachestvo [Food. Ecology. Quality], 2019. P. 382-385, [in Russian].
7. Yusupova G.T., Kurmangalieva D.B., Kalemshariv B., Shadyarova J.K. «Zerendi» asıl tuqımdı sharuashılıgı» JShS-de osiriletin asıl tuqımdı eshkiler sutinin salıstırmalı sapa korsetkishterin taldau. [nalysis of relative quality indicators of milk of purebred goats grown at "Zerendy" breeding farm" LLP] // ATU habarshısı [Bulletin of Almaty Technological University], 2020. No. 2. P. 99-105, [in Kazakh].
8. Abubakirova L.D. Eshki sutinin onimine suranıs jane ogan kozqaras [Demand for goat's milk products and attitude to it] // «Seyfullin oquları – 18(2): «XXI gasır gılımi - transformaciya dauiri» halıqaralıq gılımi-praktikalıq konferenciya materialdarı ["Seifullin's studies - 18(2): "XXI century scientific - the era of transformation" materials of the international scientific and practical conference], Vol. I. Section. II. – Astana, 2022. – P. 6-9, [in Kazakh].
9. Alimardanova M.K., Mayorov A.A., Loskutova G.A., Shunekeeva A.A. Issledovaniye zhirnokislotnogo sostava ayrana iz koz'yego moloka [Study of fatty acid composition of ayran from goat's milk] // Vestnik gosudarstvennogo universiteta imeni Shakarima goroda Semey [Bulletin of Shakarim State University of Semey], 2020. No. 2(90). P. 7-10, [in Russian].
10. Gowda N.A.N., Siliveru K., Prasad P.V.V., Bhatt Y., Netravati B.P., Gurikar C. Modern Processing of Indian Millets: A Perspective on Changes in Nutritional Properties // Foods, 2022. Vol. 11, No. 4. P. 499.
11. Priya Verma R.K., Lakhawat S., Yadav V.K., Gacem A., Abbas M., Mirsha S. Millets: sustainabletreasure house of bioactive components // International Journal of Food Properties, 2023. Vol. 26, No. 1. P. 1822-1840.
12. Asrani P., Ali A., Tiwari K. Millets as an alternative diet for gluten-sensitive individuals: A critical review on nutritional components, sensitivities and popularity of wheat and millets among consumers // Food Reviews International, 2022. Vol. 39, No. 6. P. 3370–3399.

ҒТАМР 65.29.03

Р.Т. Қауымбаев[1] – *негізгі автор*,
А. Мухамбеталиева[2]

[1]*PhD*, [2]*Студент*

[1]*https://orcid.org/0000-0003-4266-342X*

[1,2]*М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,*

Тараз қ., Қазақстан

[1]*nako02@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/OWIV5971

АСТЫҚ ЖӘНЕ АСТЫҚ ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ ЫЛҒАЛДЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУ

Аңдатпа. Мақалада астық және астық дақылдарының бірнеше түрлерінің ылғалдылық көрсеткіштеріне анықтау жүргізілді, жұмыс АҚ «КазАгроЭкс» Жамбыл филиалының сынақ зертханасында орындалды, зерттеу обьектісі ретінде астықты дақылдардың ішінен «Богарная-56» және «Қызыл жұлдыз» деп аталатын күздік бидай сорттары таңдап алынған. Зерттеуге түскен астық дақылдарының үлгілеріне жүргізілген сынақ нәтижесі, олардың ылғалдылық қасиеттерінің көрсеткіштері қолданыстағы нормативтік-техникалық құжаттарда көрсетілген талаптарға сай келетіндігін көрсеткен.

Тірек сөздер: астық, астық дақылдары, бидай, күздік бидай, нормативік-техникалық құжат, сынақ, сынамалық үлгі, сынақ хаттамасы.

Қауымбаев, Р.Т. Астық және астық дақылдарының ылғалдылығын анықтау [Мәтін] / Р.Т. Қауымбаев, А. Мухамбеталиева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.55-63. https://doi.org/10.55956/OWIV5971

Кіріспе. Қазақстан Республикасы ауылшаруашылығы Министрлігі алдында тұрған ең бір негізгі, әрі кезек күттірмейтін міндеттердің қатарына – қоректік тұрғыдан алғанда пайдалы, құнды және сапалы астық және астық дақылдарының өндірілуін технологиялық тұрғыдан тиісті деңгейде қамтамасыз ету жатады.

Қазақстан үшін әлемдік нарықтарға астық дақылдарын, соның ішінде астықты бидайды тұрақты түрде шығару – еліміз алдында тұрған стратегиялық міндеттердің бірі, біздің ел ауылшаруашылығы өнімдерін сыртқы нарықтарға шығару көлемінің үнемі артып отыруын қалайды.

Жалпы астық өндірісі, соның ішінде сапалы бидай астығы өндірісі үшін ең бір маңызды мәселе, бұл бидай астығының сорттарын тұрақты түрде сапалық тұрғыдан жақсартып отыру. Астық дақылдарының жаңа сорттарын құрастыру кезінде, оның сапалық қасиеттерінің қолданыстағы нормативтік-техникалық құжаттардың барлық талаптарына сәйкес келуі, әртараптандырылуы, яғни толықтай зерттеу сынақтарынан өтуі тиіс. Өндіріс талаптарына сай келетін астық дақылдарының жаңа сорттарын құрастыру кезінде ондай технология астық өндіру технологиясына сәйкес келетіндей үйлесімде болуы керек, бұл сапасы тиісті деңгейдегі жоғары сортты шикізат

өнімінің алынуына, сондай-ақ халықты астық дақылдарының сапалы өнімдерімен қамтамасыз етуге әсерін тигізеді [1].

Астық дақылдарының сапалы сорттарын қажетті жағдайларды жасамай алу мүмкін емес, яғни қажетті жағдайлардың болмауы сапалы өнімнің алынуын қанағаттандырмайды. Өндірілетін астықты дақылдардың сапалық қасиеттері қанағаттанарлықсыз деңгейде болады, егер егіншаруашылығы саласында қолданылатын технологияның сапасы төмен болса. Сондықтан, сапалық қасиеттері жоғары астықты бидайдың өнімділік көрсеткіштерін арттыру, сондай-ақ сапалы астық бидайын мақсатқа сәйкес қолдану үшін, бірқатар комплексті іс-шаралардың орындалуы қамтамасыз етілуі шарт.

Сонымен, тек қана сапалық қасиеттері жақсы астық дақылдарын өндіру, оны өңдеуден кейінгі дайын өнімнің сапалы өндірілу мәселесін толықтай шеше алмайды. Бұл мәселені тек бірге орындалатын іс-шаралардың, яғни астықты дақыл шикізатының сапалы болуымен қатар, дайын өнімнің (нан-тоқаш, макарон және т.б. дайын өнімдер) сапалы болуы мәселесімен бірлесіп қаралуы нәтижесінде ғана дұрыс шешуге болады.

Сынақ кезінде орындалатын кез-келген өлшеу процесінің сапалы жүргізілуі көптеген факторлардың нәтижелеріне байланысты болады. Бірқатар жағдайда жүргізілген өлшеу процесінің нәтижесі мен оның дәлдігіне, қолданыстағы өлшеу құралдарының (ӨҚ) қаншалықты әсер ететіндігін білу шарт. Бұндай факторлар қатарына жатқызуға болады, яғни өлшеу дәлдігін болжамдау нәтижесі, қажетті өлшеу дәлдігін керек ететін өлшеу құралдарына дұрыс таңдау жасау, жобалау деңгейінде, сонымен қатар қолдану кезінде метрологиялық қасиеттеріне сәйкес өлшеу құралдарының түрлерін салыстырып тексеру, күрделі өлшеу жүйелерін жасау кезінде, сол жүйелердің құрамына кіретін комплекс ретіндегі жекелеген өлшеу құралдарын қолдану, есептеу тәсілдерін пайдалану нәтижесіне сәйкес ақпараттық жүйенің дәлдігін анықтау және т.б. [2].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеу жұмысы АҚ ЖФ «Казагроэкс» кәсіпорынына қарайтын сынақ лабораториясында жүргізілді. Зерттеу нысаны ретінде астық дақылдарының ішінен «Богарная 56» және «Қызыл жұлдыз» күздік бидай сорттары іріктеліп таңдалды, бұның негізгі себебі аталған бидай сорттары еліміздің оңтүстік аймақтарында, соның ішінде Жамбыл облысының бірқатар ауыл шаруашылықтарында өсіріледі.

«Богарная 56» күздік бидай сорты егіншілік мәселелерімен айналысатын Қазақ ғылыми-зерттеу институтында шығарылған және бидайдың бұл сортты өткен ғасырдың аяғынан бері еліміздің оңтүстік аймақтарында өсіріліп келеді. Бұл күздік бидай сорты ертерек пісіп-жетілетін бидай сортының қатарына кіреді. Орташа есеппен гектарынан 24-27 центнер дән түсімін береді. Күздік бидайлардың күшті сорттарының бірінен саналады. Жұмсақ сортты бидайлардан алынатын ұндардың сапалық көрсеткіштерін жақсарту мақсатында пайдаланылады. Бидайдың бұл сорты көптеген зиянкестердің тигізетін әсеріне төзімді болып келеді, сондай-ақ әртүрлі ауру түрлері де көп жұқпайтын бидай сортының қатарына жатады.

«Қызыл жұлдыз» күздік бидай сорты өткен ғасырдың 50-ші жылдар ортасында бидай түрлеріне сынақ жүргізетін Красноводск мемлекеттік кәсіпорынында шығарылған. Сол уақыттан бері Қазақстанның оңтүстік аймақтарының ауылшаруашылық орындарында өсіріліп келеді. Бұл да күздік бидай түрлерінің ерте пісіп-жетілетін сорттарының қатарына кіреді. Дән түсімң гектарына шаққанда шамамен 12-25 центнерді құрайды. Аталған бидай дәнінен өндірілетін ұн және одан әзірленетін қамыр жоғары сапалы

болып келеді. Астықты дақылдарда жиі кездесетін әртүрлі жұқпалы аурулардың әсеріне көп шалдықпайтын, төзімділігі жоғары бидай сорты болып табылады [3].

Зерттеу жұмысын орындау кезінде жоғарыда келтірілген күздік бидайдың түрлерімен бірге АҚ ЖФ «Казагроэкс» кәсіпорынының сынақ зертханасында астықты дақылдардың басқа да түрлерінің (қара бидай, арпа, сұлы) сынамалық үлгілері қолданылды.

Астықты дақылдардың, соның ішінде жоғарыда аталған астық бидайларының ылғалдылық көрсеткіштерін анықтау мақсатында орындалған өлшеу сынағы АҚ ЖФ «Казагроэкс» кәсіпорыны құрамына кіретін сынақ лабораториясында жүргізілді, өлшеу сынағына астық дақылдарының әр-түрлі өнімдерінен 6 (алты) сынамалық үлгілер (бидай, қара бидай, арпа, сұлы) алынды, жүргізілген сынақ нәтижесінде алынған сынамалық астық үлгілерінің ылғалдылық көрсеткіштерінің шамалары 9-17% аралығында болатын нәтижелер көрсетті.

Сынақ мәліметтерін статистикалық әдіспен өңдеу нәтижесінің негізінде пайдаланылған әдістің қайталанғыштығы, алынушылығы, сондай-ақ абсолютті қателігі анықталды, сонымен қатар қорытынды нәтижелер АҚ ЖФ «Казагроэкс» кәсіпорынының құрамына кіретін сынақ зертханасында астықты дақылдардың өлшеуге түскен сынамалық үлгілерінің ылғалдылық көрсеткіштерін анықтау мақсатында орындалған сынақтың соңғы нәтижелерінің негізінде алынды. Өлшеу сынағы мына құжаттардың, яғни ГОСТ ИСО 5725-1, ГОСТ 5725-2, ГОСТ 5725-3 және ГОСТ 5725-6 нормативтік-техникалық құжаттамалардың талаптарын ескере отырып жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Астықты дақылдардың, соның ішінде жоғарыда келтірілген астық өнімдерінен әзірленген сынамалық үлгілердің ылғалдылық көрсеткіштерін өлшеу мақсатында жүргізілген сынақ экспериментінің нәтижесі төменгі кестеде келтірілген (кесте 1).

Кесте 1

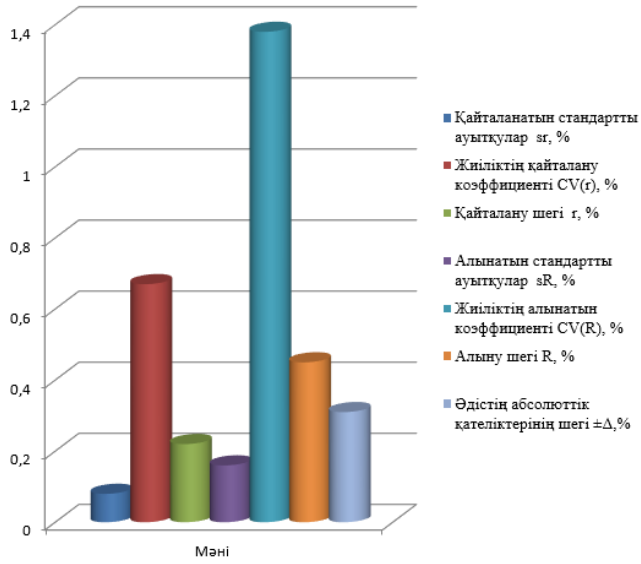
Астық дақылдарының ылғалдылық көрсеткіштерін анықтау мақсатында жүргізілген сынақ эксперименті нәтижелері

Сыналық үлгінің номірі	1	2	3	4	5	6	Орташа мәні
1	2	3	4	5	6	7	8
Астық дақылы	бидай	қара бидай	арпа	сұлы	бидай	қара бидай	-
Сынама саны	10	10	10	10	10	10	-
Құрылғы саны	10	10	10	10	10	10	-
Орташа арифметикалық мәні, *X, %*	9,020	10,280	14,370	11,635	13,425	14,420	-
Қайталанатын стандарттық ауытқу, s_r, *%*	0,089	0,081	0,081	0,089	0,063	0,067	0,078
Жиіліктің қайталану коэффициенті, *CV(r), %*	0,99	0,79	0,56	0,76	0,47	0,46	0,67
Қайталану шегі *r, %*	0,2492	0,2268	0,2268	0,2492	0,1764	0,1876	0,219
Алынатын стандарттық ауытқу, *SR, %*	0,211	0,117	0,171	0,198	0,123	0,141	0,160

1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
Жиіліктің қайталану коэффициенті, *CV(R), %*	2,34	1,14	1,19	1,70	0,92	0,98	1,38
Алыну шегі, *R, %*	0,5908	0,3276	0,4788	0,5544	0,3444	0,3948	0,448
Әдістің абсолюттік қателіктерінің шегі, ±Δ, *%*	0,414	0,229	0,335	0,388	0,241	0,276	0,314

Әртүрлі астықты дақыл өнімдерінің түрлерінен алынған үлгілердің ылғалдылық қасиеттерін анықтау жолында орындалған сынақ эксперименті нәтижелеріне сәйкес, сынамалық үлгілердің ауалы-жылу әдісі негізінде алынған зертханалық нәтижелеріне статистикалық өңдеу әдісі қолданылды. Сынақ экспериментінің нәтижесіне сәйкес, белгілі болған мәліметтерді статистикалық әдіспен өңдеу ақпараттарының негізінде әртүрлі астықты дақылдардың сапа көрсеткіштерін білдіретін көрнекі диаграмма тұрғызылған (сурет 1). Статистикалық әдісті қолдану нәтижесінде алынған астық дақылдарының сынамалық үлгілерін өңдеу мәліметтері келесі түрдегі кестеде келтірілген (2-кесте).



Сурет 1. Статистикалық әдіспен астықты дақылдардың ылғалдылық көрсеткіштерін өңдеу нәтижесінің диаграммасы

Кесте 2

Астықты дақыл өнімдерінің ылғалдылық көрсеткіштерін анықтауға арналған жылы-ауа әдісі негізінде зертханалық мәліметтерді статистикалық жолмен өңдеу нәтижелері

Параметр	Мәні
1	2
Сынама саны	10
Мәліметтерді іріктеуден кейінгі сынамалар саны	10
Өлшеу құралдарының сааны, шт.	10
Қайталанатын стандарттық ауытқулар, s_r, *%*	0,08

2-кестенің жалғасы

1	2
Жиіліктің қайталану коэффициенті, *CV(r), %*	0,67
Қайталану шегі *r, %*	0,22
Алынатын стандарттық ауытқулар, *SR, %*	0,16
Жиіліктің қайталану коэффициенті, *CV(R), %*	1,38
Алыну шегі, *R, %*	0,45
Әдістің абсолюттік қателіктерінің шегі, ±Δ, %	0,31

Метрологиялық сипаттамалары. Астықты дақыл өнімдерінің ылғалдылық көрсеткіштерін анықтау кезінде қолданылатын жылы-ауа әдісінің метрологиялық сипаттамалары төмендегі кестеде келтірілген (3-кесте).

Кесте 3

Астықты дақылдардың ылғалдылық көрсеткіштерін анықтау мақсатында қолданылатын, ықтималдылық деңгейі P=95% тең болғандағы ауа-жылу әдісінің метрологиялық сипаттамалары.

Көрсеткіштер аттары	Өлшеу диапазоны, %	Қайталанатын стандартты ауытқулар, s_r, %	Қайталану шегі, *r, %*	Алынатын стандартты ауытқулар, s_R, %	Алыну шегі, *R, %*	Әдістің абсолюттік қателіктерінің шегі, ±Δ,%
Астық дақылдарының ылғалдылығы (астықты жүгеріден басқа)	17 дейін	0,08	0,2	0,16	0,5	0,3
	17 жоғары	0,08	0,2	0,19	0,5	0,4
Астықты жүгері	17 жоғары	0,08	0,2	0,25	0,7	0,5

Астықты дақыл өнімдерінің ылғалдылық көрсеткіштерін өлшеп-сынау кезінде пайдаланылатын нормативтік-техникалық құжаттарға (мемлекеттік стандарттар) сәйкес, метрологиялық сипаттамалар дегеніміз – бұл өлшеу құралдарының (ӨҚ) сәйкес қасиеттерін, сондай-ақ өлшеу құралдарының сапаларын бағалау мақсатында орындалатын әртүрлі өлшеу нәтижелерінің әсер етуін, сонымен қатар түзілген өлшеу нәтижелерін анықтауды сипаттайтын техникалық параметрлер.

Өлшеу құралдарының метрологиялық тұрғыдан алғандағы сипаттамалары келесі түрде қамтамасыздандырылады, яғни:

– өлшеу дәлдігін анықтайтын мүмкіндіктің болуы арқылы;

– өлшеу құралдарын бір-бірімен өзара салыстырып тексеру, сондай-ақ өзара-алмасымдылықтың болу мүмкіндігі арқылы;

– дәлдігінің болу мүмкіндігімен, сонымен қатар басқа да техникалық сипаттамалары бойынша қажетті өлшеу құралдарын таңдау мүмкіндігі арқылы;

– өлшеу құрылғыларының және өлшеу жүйелерінің қателіктерін анықтау мүмкіндігі арқылы;

– өлшеу құралдарын тексеру арқылы олардың техникалық тұрғыдан күйлерін бағалау мүмкіндігі арқылы [4].

Қолданыстағы сәйкес нормативтік-техникалық құжаттамаларды пайдалану арқылы анықталған өлшеу құралдарының метрологиялық

тұрғыдағы сипаттамалары іс жүзінде жарамды деп есептеледі. Тәжірибелік қолданыста өлшеу құралдарының мынадай метрологиялық тұрғыдағы сипаттамалары кеңінен таралған:

– өлшеу диапазоны – өлшеу процесі жүргізілетін физикалық шамалар мәндерінің нәтижесі, осыған сәйкес туындауы мүмкін болатын өлшеу қателіктердің шекті мәндері нормаланады;

– өлшеу интервалы – өлшеу диапазонының ең үлкен мәні немесе ең төменгі мәні. Өлшеу процесі үшін – бұл, өлшеу процесінің нәтижесінде алынатын физикалық шаманың номиналды мәні ретінде қабылданады.

Астықты дақыл өнімдерінің ылғалдылық көрсеткіштерін анықтау мақстында жүргізілген сынақтан кейін, келесі тәртіппен орындалған сынақ нәтижесіне хаттама толтырылады.

Орындалған сынақ нәтижесінің хаттамасы мынадай ақпараттар енгізіледі, яғни:

– сынақ эксперименті орындалған мерзім;

– астық дақылдарының сынамалық үлгілері алынған мерзім;

– сынақ экспериментін жүргізу кезінде қолданылған өлшеу құралдары және басқа да қосалқы құрылғылар көрсетіледі;

– зерттеу сынағына түскен астықты дақыл өнімдерінен әзірленген сынамалық үлгілер туралы керекті мәліметтер;

– қолданылған нормативтік-техникалық құжаттар, әдістемелік нұсқаулар, стандарттар, техникалық шарттар және т.б. жасалған сілтеме;

– сынақ жүргізілген ортадағы (ылғалды) өлшеу нәтижелері және Δ±,% әдістің абсолютті қателігі, %;

– сынамаларды ішінара-іріктеп алу тәсілі (егерде белгілі болатын жағдайда);

– сынақ экспериментін жүргізу барысында байқалатын қандай-да бір сәйкес, тән ерекшеліктер, сондай-ақ қолданылған нормативтік-техникалық құжаттамалармен қарастырылмаған немесе сынақтың нәтижесіне әсер етуі мүмкін болып табылатын қосалқы қандай-да бір кез-келген жағдай болуы да мүмкін.

Сынақ экспериментін жүргізетін маман-оператордың кәсіби біліктілігіне қойылатын талаптар. Сынақ эксперименті кезінде жүргізілетін әртүрлі өлшеу процестерін орындау және нәтижесінде алынатын өлшеу нәтижелеріне өңдеу жүргізе алатын мүмкіншілігі, кәсіби біліктілігі кәсіптік білімнің ең төменгі деңгейінен кем емес, сынау мен өлшеуді орындау барысындағы операцияларда пайдаланылатын жаднамалық және әдістемелік нұсқауларды толықтай меңгерген, жылу-ауа тәсіліне сәйкес астықты дақылдардың ылғалдылық қасиеттерін өлшеу кезінде пайдаланылатын құрал-жабдықтар қатарына жататын, өлшеу-сынау құрылғылары мен қосалқы жабдықтарды (қондырғыларды) (термо-реттегіштік мүмкіншілігі бар кептіру шкафы, ылғалдылық көрсеткішін өлшеу құрылғысы, зертханалық таразылар, астықты дақыл өнімдерін ұнтақтауға арналған жабдықтар) пайдалануға сәйкес, әдістемелік-басшылық құжаттамаларында қарастырылған, сонымен қатар өндіріс жағдайларында туындауы мүмкін болатын еңбек қауіпсіздігіне сай, тиісті деңгейде дайындықтан (инструктаж) өтілген тұлға ғана рұқсат алады [5].

Сынақ экспериментін жүргізу күйіне қойылатын талаптар. Астықты дақыл өнімдерінің ылғалдылық қасиеттерін анықтау мақсатында

орындалатын сынақ экспериментін жүргізу кезіндегі өлшеу процесі мына төменде көрсетілген қоршаған орта жағдайында іске асырылады:

– қоршаған ортадағы ауа температурасы, 10-35℃ аралығында;

– қоршаған ортадағы ауаның салыстырмалы ылғалдылық көрсеткіші, 80% артық болмауы тиіс.

Кесте 4

Ылғалдылық көрсеткіштері 17%-дан жоғары болатын астық дақылдар түрлерін ауа-жылу әдісі арқылы лабораториялық сараптау нәтижелері

Үлгі нөмірі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Орта мән
Астықты дақыл	Бидай	Бидай	Бидай	Арпа	Арпа	Арпа	Қара бидай	Қара бидай	Қара бидай	Сұлы	Сұлы	Сұлы	-
Сынама саны	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
Құрылғы саны	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
Орташа арифметикалық мән, %	19,10	27,40	32,60	25,30	28,30	34,30	20,00	27,60	32,40	19,20	26,57	30,30	-
Қайталанатын стандартты ауытқулар, s_r, %	0,041	0,058	0,100	0,058	0,071	0,100	0,058	0,122	0,141	0,058	0,100	0,141	0,0873
Жиіліктің қайталану коэффициенті, $CV(r)$, %	0,214	0,211	0,307	0,284	0,250	0,292	0,289	0,444	0,436	0,301	0,376	0,467	0,32
Қайталану шегі, r, %	0,1143	0,1617	0,2800	0,1617	0,1980	0,2800	0,1617	0,3429	0,3960	0,1617	0,2800	0,3960	0,2445
Алынатын стандартты ауытқулар, sR, %	0,202	0,204	0,212	0,108	0,206	0,212	0,204	0,218	0,224	0,204	0,168	0,141	0,192
Жиіліктің алынатын коэффициенті, $CV(R)$, %	1,058	0,745	0,651	0,532	0,728	0,618	1,021	0,790	0,690	1,063	0,634	0,467	0,750
Алыну шегі, R, %	0,5658	0,5715	0,5940	0,3024	0,5772	0,5940	0,5715	0,6112	0,6261	0,5715	0,4713	0,3980	0,5376
Әдістің абсолюттік қателіктерінің шегі, $\pm\Delta$,%	0,3961	0,4001	0,4158	0,2117	0,4041	0,4158	0,4001	0,4272	0,4383	0,4001	0,3299	0,2772	0,3760
Критикалық айырмашылық, $CD_{0,95}$, %	0,56	0,56	0,56	0,28	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,43	0,28	0,50

Қазақстан Республикасында жалпы агроөнеркәсіп кешенін, соның ішінде ауыл-шаруашылығы саласын дамытудың 2021-2030 жылдарға арналған бағдарламасы құрастырылып бекітілген, сол бағдарламаға сай елімізде ауыл-шаруашылығы өндіретін өнімдер көлемін арттыру және қайта өңдеу жұмыстарын дамыту қарастырылған [6].

Қорытынды. Зерттеу жұмысын қорытындылай келе, астықты дақылдар түрлеріне жүргізілген сынақ эксперименті нәтижесінде алға қойған міндеттерді орындалды деп санауға болады, яғни:

1) Астықты дақылдар түрлерінің ылғалдылық қасиеттерін анықтау мақсатында орындалған жұмыста негізгі зерттеу нысандары ретінде әртүрлі астықты дақылдардың (бидай, қара бидай, арпа, сұлы) 6 сынамалық үлгілері іріктеліп алынды;

2) Орындалған сынақ экспериментінің нәтижелері астықты дақылдар түрлерінің таңдап іріктелген сынамалық үлгілерінің ылғалдылық көрсеткіштерінің диапазондары 9-17% аралығында болатындығын көрсетті;

3) Астықты дақылдар түрлерінің ылғалдылық көрсеткіштерін анықтау барысында орындалған сынақ эксперименті ГОСТ ИСО 5725-1, ГОСТ 5725-2, ГОСТ 5725-3, сонымен қатар ГОСТ 5725-6 нормативтік-техникалық құжаттарында келтірілген талаптарға сәйкес жүргізілді және де астықты дақылдар түрлерінің жоғарыда келтірілген негізгі сапа көрсеткіштерін анықтау бойынша орындалды;

4) Астықты дақылдар түрлерінің ылғалдылық көрсеткіштерін анықтау барысында қолданылатын ауа-жылу әдісінің метрологиялық сипаттамаларын анықтау мынаны көрсетті, зерттеу сынағына түскен астықты дақылдардың барлық таңдап алынған үлгілері олардың нұсқаулығында көрсетілген мәліметтерге толықтай сәйкес келеді;

5) Астықты дақылдар түрлерінің ылғалдылық көрсеткіштерін анықтау мақсатында жүргізілген сынақ орындалғаннан кейін, белгіленген тәртіпке сәйкес сынақ экспериментінің хаттамасы толтырылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Иванова, Т.Н. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров [Текст] / Т.Н. Иванова. – М.: Академия, 2004.
2. Манкузо, Т. Экологическая устойчивость и экономические аспекты товарных видов мягкой пшеницы [Текст] / Т. Манкузо, Т. Вердуна, С. Блан, Г. Ди Вита, Ф. Брун // Агр. Экон. – Чехия, 2019. – 194 с.
3. Василенко, И.И. Оценка качества зерна / И.И. Василенко, В.И.Комаров [Текст] // Справочник. – М.: Агропромиздат, 1987. – 208 с.
4. Баспақова, А. Астық және астық өнімдерінің сапасын зерттеу [Мәтін] / А. Баспақова, Н. Ибрагимова, С. Мухамбеталиева, А. Төлеу // XIX Международной научно-практической конференции «Global science and innovations 2023: Central Asia». [?], 2023.
5. Kauymbayev Rakhymzhan, Baspakova Ainur. Determination of the moisture content of wheat grain // Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference "Priorities of World Science". – Vienna, Austria, March 28-29, 2024.
6. Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2021-2030 жылдарға арналған тұжырымдамасы [Мәтін]. – Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 30 желтоқсандағы № 960 қаулысы.

Материал редакцияға 17.06.24 түсті.

Р.Т. Кауымбаев[1], А. Мухамбеталиева[1]

[1]Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА И ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье проведено определение показателей влажности зерна и нескольких видов зерновых культур, работа выполнена в испытательной лаборатории Жамбылского филиала АО «КазАгроЭкс», объектом исследования выбраны сорта озимой пшеницы «Богарная-56» и «Красная звезда». Результаты испытаний образцов зерновых культур, поступивших в исследование, показали, что показатели их влажностных свойств соответствуют требованиям, указанным в действующих нормативно-технических документах.

Ключевые слова: зерно, зерновые культуры, пшеница, озимая пшеница, нормативно-технический документ, испытание, пробный образец, протокол испытаний.

R.T. Kauymbaev[1], A. Mukhambetalieva[1]

[1]M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

DETERMINATION OF MOISTURE CONTENT OF GRAIN AND GRAIN CROPS

Abstract. The article determines the moisture content of grain and several types of grain crops, the work was performed in the testing laboratory of the Zhambyl branch of Kazagroex JSC, the object of the study was selected varieties of winter wheat “Bogarnaya-56” and “Krasnaya Zvezda”. The test results of the samples of grain crops submitted to the study showed that the indicators of their moisture properties comply with the requirements specified in the current regulatory and technical documents.

Keywords: grain, cereals, wheat, winter wheat, regulatory and technical document, test, test sample, test report.

References

1. Ivanova, T.N. Tovarovedeniye i ekspertiza zernomuchnykh tovarov [Commodity science and examination of grain and flour products]. – M.: Akademiya, 2004., [in Russian].
2. Mankuzo T., Verduna T., Blan S., Di Vita G., Brun F. Ekologicheskaya ustoychivost' i ekonomicheskiye aspekty tovarnykh vidov myagkoy pshenitsy [Environmental sustainability and economic aspects of commercial types of soft wheat] // Agricultural Economics. – Czech Republic, 2019. – 194 p., [in Russian].
3. Vasilenko I.I., Komarov V.I. Otsenka kachestva zerna [Grain quality assessment] // Handbook. – Moscow: Agropromizdat, 1987. – 208 p., [in Russian].
4. Baspakova A., Ibragimova N., Mukhambetaliyeva S., Töleu A. Astyk¸ zhəne astyk¸ önímderíníň sapasyn zertteu [Study of the quality of grain and grain products] // XIX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Global science and innovations 2023: Central Asia» [XIX International Scientific and Practical Conference "Global science and innovations 2023: Central Asia"]. [?], 2023, [in Kazakh].
5. Kauymbayev Rakhymzhan, Baspakova Ainur. Determination of the moisture content of wheat grain // Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference "Priorities of World Science". – Vienna, Austria, March 28-29, 2024.
6. Concept of development of agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan for 2021-2030. Resolution No. 960 of the Government of the Republic of Kazakhstan dated December 30, 2021.

ҒТАМР 65.13.19

Н.А. Умбеталиев[1] – *негізгі автор*, ©
Г.К. Күзембаева[2], Қ. Күзембаев[3], М. Маханов[4], Е.Д. Шамбулов[5], С.Ж. Оралбаев[6], Ж.Т. Сыдықбаев[7]

[1]Техн. ғылым. д-ры, профессор,
[2,3,4,5]Техн. ғылым. канд., қауымдастырылған профессор,
[6,7]Техн. ғылым. канд., аға оқытушы

ORCİD
[1]https://orcid.org/0000-0001-6237-3943 *[2]https://orcid.org/0000-0003-0558-9531*
[3]https://orcid.org/0000-0002-0535-3839 *[4]https://orcid.org/0000-0002-1490-3388*
[5]https://orcid.org/0000-0003-1975-7305 *[6]https://orcid.org/0000-0002-4508-432X*
[7]https://orcid.org/0000-0002-2378-2418

[1,2,3,4,5,6,7]Алматы технологиялық университеті,
Алматы қ., Қазақстан

[1]nuhtar.u@mail.ru

https://doi.org/10.55956/YAQL3321

ҚАУЫНДЫ ҚАЙТА ӨҢДЕУ ЖОЛДАРЫН ОНТАЙЛАНДЫРУ

Аңдатпа. Жұмыста "колхозница" қауынының жемістерінен қақталған қауынқақ өнімін өндіру технологиясын әзірлеу бойынша зерттеу нәтижелері ұсынылған. Бүгінгі таңда мұндай өнімдер нарығы әлсіз дамыған, бірақ өнім жоғары инвестициялық тартымдылыққа ие және өзекті мәселелердің бірі – дұрыс тамақтану тұжырымдамасына сәйкес келеді. Бұл мәселені шешуде қауын шикізатын пайдалана отырып, оларды өндіру технологияларын әзірлеу маңызды рөл атқарады.

Зерттеу нысаны ретінде Қазақстанда өсірілген «колхозница» әңгелек қауын сорты алынды.

«Қауынқақ» қақталған өнімін зертханалық өндірісі мынадай операцияларды тұрады: шикізатты жуу, тазалау, кесінділеу және шикізатты тұрақты температуралық режимде ИҚ сәулелі кептіру аппаратында кептіру. Алынған үлгілер органолептикалық талдаудан өтті. Органолептикалық талдау нәтижелері бойынша үлгі өте жоғары орташа бағаға ие болды – 4,3 балл, өнімнің дәмі мен хош иісі 4,9 балға бағаланды. Өнімнің энергетикалық құндылығы 326 кКал (979,68 кДж) / 100 г құрады. Ғылыми зерттеу негізінде қауын дайындамаларын кептіру барысында кептіру жылдамдығы мен кептіру уақыттын тәуелділігі анықталды.

Кептіру үдерісінде қауын дайындамаларының шөгу (усадка) тәуелділігі анықталды және математикалық сипаттамасы келтірілді.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері өнімнің жоғары сапасы мен қауіпсіздігін растайды және оны өндіріске енгізу үшін ұсынуға мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: қауын, дайындама, қауынқақ, кептіргіш, өндіріс технологиясы, органолептикалық көрсеткіштер, химиялық құрамы, шөгу.

Умбеталиев, Н.А. Қауынды қайта өңдеу жолдарын онтайландыру [Мәтін] / Н.А. Умбеталиев, Г.К. Күзембаева, Қ. Күзембаев, М. Маханов, Е.Д. Шамбулов, С.Ж. Оралбаев, Ж.Т. Сыдықбаев // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.64-75. https://doi.org/10.55956/YAQL3321

Кіріспе. Қазақстан Республикасы Президентінің 2023 жылғы 1 қыркүйекте Қазақстан халқына Жолдауында еліміздің мықты өнеркәсіптік негізін қалыптастыру және экономикамыз өзімізді толық қамтамасыз ете алатын жағдайға жету. Сондықтан өңдеу саласын жедел дамытуға баса мән беруіміз қажет екенін аттап айтып кетті [1,2].

Бақша өнімдері ішінде қауын – ең құнды тағамдық (диеталық) және экологиялық таза тағам өнімдеріне жатады.

Қазіргі уақытта бүкіл әлемде ерте қартаюмен күресу үшін кеңінен қолданылатын жемістерден дәрі алынады. Қауын тұқымынан алынған майдың шығыс халық медицинасында бұрыннан белгілі емдік қасиеті бар.

Қауын мен оның өнімдерін пайдалану адамның денсаулығын жақсартуға және иммунитетін көтеруге көмектеседі, токсиндер мен холестеринді реттейді, асқазан-ішек жолдарындағы, зәр шығару және жүрек-тамыр жүйелеріндегі бұзылуларды және ағзаны зат алмасуды қалпына келтіреді. Қауын өнімі адам ағзасына оңай сіңетін көмірсулар мен белоктарды және минералды тұздардың жоғары құрамымен бағаланады [3].

Жыл сайын бақша шаруашылықтарының едәуір бөлігін пайдалану мерзімі өтіп кетуіне байланысты бүлінген өнімдер пайда болады, ал бақша дақылдарын тұтыну олардың пісу уақытымен шектеледі, ал сақтау кезінде бұзылу салдарынан тағамдық құндылығы айтарлықтай төмендейді.

Сол себептен қауын өнімдерінің сақтау мерзімін ұзарту және тағамдық құрамын өзгертпей сақтау үшін қауынды интенсивті өңдеу арқылы пастила, зефир, шырындар, сусындар, джем және басқа да табиғи жемістер мен жидектерді қосып, жоғары сұранысқа ие болатын кептірілген өнімдерді алу қазіргі таңда өзекті мәселердің бірі болып саналады

Кептірілген қауын – бұл тәттілігі мен бай дәмін сақтайтын күйге дейін кептірілген танымал тағам. Бұл өнім әлемнің әртүрлі аймақтарында танымал және жергілікті дәстүрлер мен дайындау әдістеріне байланысты көптеген вариацияларға ие. Осындай өнім түріне қазақтың ұлттық тағамы «қауынқақ» жатады [4]. Қақталған қауынның концентрацияланған дәмі мен хош иісі бар, сонымен қатар әртүрлі қоректік заттарға бай.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Қауынның ең төмен калориялы сортына Колхозница әнгелегі жатады (1-сурет). Бірақ басқа сорттардан айырмашылығы, тәттілігі аз қауын болып саналады. Сыртқы түрі бойынша, бұл көкөніс дөңгелек пішінді, кішкентай, оның ерекше хош иісі мен нәзік дәмі бар.

Сурет 1. «Колхозница» қауыны

Бұл қауынның ең көне сорттарының бірі. «Колхозница» сортының қауыны «торпедамен» салыстырғанда кішкентай – салмағы шамамен 1 кг,

бұл қара сары қабығы мен тәтті шырынды целлюлозасы бар сфералық жеміс. Шілдеден бастап «колхозница» сортының қауындарын пісе бастайды.

Колхозница қауынының түсі сары формасы дөңгелек немесе элипс тәрізді, орташа ұзындығы 0,92 ені 0,41. Қауынның қабық қабаты 30% ,ал дәндері 4-5%. «Колхозница» қауын өнімімен білгілі ғалымдар айналысқан.

«Колхозница» қауынының 100 грамм жеуге жарамды бөлігінің құрамында адам асқазына керекті қоректік заттардың (калория, ақуыз, май, көмірсулар, дәрумендер мен минералдар) бәрі бар, ал қақталған қауынның 100 грамындағы калория мөлшері 342 ккалорияға дейін өседі (31 ккал балғын кезінде) [5-9].

Қауынды кептіру, дайындау үдерісі: тазалау, кесу, қауын қабығы мен тұқымынан тазарту, содан кейін жұқа тілімдерге кесу.

Кептіру: қауын тілімдері күн сәулесінде немесе арнайы кептіргіштерде бақыланатын температура мен ылғалдылықта кептіріледі. Бұл процесс бірнеше сағаттан бірнеше күнге дейін созылуы мүмкін.

Жоғарыда келтіргендей қақталған қауын өндіру үшін көп уақыт жұмсалынады, мысалы 1 кг қақталған өнім алу үшін 1,1-1,5 сағат керек [10].

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында қауын жемістерінен тек қақталған қауын алынады. Барлық үдерістер қолмен орындалады. Қақталған қауын өнімін өндіру үшін алдымен кептіру аппаратын таңдау қажет.

Қауын жұмсағын кептірудің көптеген әдістері бар, олардың әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар:

– гелиокептіру – бұл ең қарапайым және қол жетімді әдіс, ол ашық ауада арнайы дайындалған алаңда жүргізіледі. Алайда, бұл әдіс ауа-райына тікелей байланысты [11,12];

– тоннелді конвективті кептіргіштерде кептіру әдісі – қауынды кептіру үшін оңтайлы температураны, ылғалдылықты және ауа қозғалысының жылдамдығын қамтамасыз ететін қондырғыларды пайдалану қажет.

Бұл кептіргіштерде өнімнің сапалы түрін алуға болады. Бұдан басқа микротолқынды, вакуумды және өнімді мұздату арқылы кептіруге болады, бірақ бұл тәсілдер үлкен энергия шығынын қажет етеді [13,14].

Соңғы жылдарда өнеркәсіптік қолдануда инфрақызыл сәулеленуді тәсілін қолдана отырып, тамақ өнімдерін кептіруді жүзеге асыру жабдықтары ең өзекті және перспективалы болып табылады. Бұл кез-келген заттың инфрақызыл спектрдегі сәулеленуді сіңіруге және шығаруға байланысты қасиеттері бар екендігіне байланысты. Материалдар мен заттардың мұндай қасиеттері төмен температурада және қысқа мерзімде кептіруге (инфрақызыл) мүмкіндік береді. Нәтижесінде – біз энергетикалық ресурстарға және кептіру жабдықтарына қызмет көрсетуге жұмсалған ақшаны айтарлықтай үнемдей отырып, сапалы дайын өнімді аламыз.

Азық-түлікті инфрақызыл кептіру, технологиялық үдеріс ретінде, белгілі бір толқын ұзындығының инфрақызыл сәулеленуін өнімдегі сумен белсенді түрде сіңіреді, бірақ кептірілген өнімнің құрылымен (және кептіру жабдықтары жасалған материалдармен) сіңірілмейді. Сондықтан ылғалды кетіру төмен температурада (40-60°С) мүмкін, бұл дәрумендерді, биологиялық белсенді заттарды, кептірілген өнімдердің табиғи түсін, дәмі мен хош иісін толығымен сақтауға мүмкіндік береді. Азық-түлік үшін инфрақызыл сәулелердің ену тереңдігі 15-20 мм жетеді. Сәулелену энергиясының аз бөлігі осы тереңдікке енеді, бірақ материалдың бетінен 5-20

мм қашықтықта орналасқан қабаттың температурасы конвективті түрде қыздыруға қарағанда едәуір қарқынды өседі. Қысқа толқынды инфрақызыл сәулелер тағамға үлкен ену тереңдігі арқылы да, тағамның молекулалық құрылымына тиімдірек әсер ету арқылы да күшті әсер етеді. Өнімдерді инфрақызыл сәулемен кептіру олардың түріне байланысты бастапқы шикізатпен салыстырғанда 3-4 есе, ал массасы 4-8 есе азаюына мүмкіндік береді [15].

Қауын жұмсағын кептіруді зерттеулер «Технологиялық үдерістердің машиналары мен аппараттары» кафедрасында арнаулы реттеу құралдарымен жабдықталған ИҚ- кептіру қондырғысында жүргізілді (2-сурет). Зерттеулер әртүрлі факторлардың кептіру процесіне әсер етудің кең ауқымын қамтыды: бөлшектердің пішіні мен өлшемі, ИҚ шамы мен паллет арасындағы қашықтық және температура. 2-суретте көрсетілген микротолқынды пеште қауын жұмсағын кептіру зерттелді.

1 – ИҚ кептіргіші; 2 – сөре; 3 – негізі; 4 – термометр.

Сурет 2. ИҚ-кептіргіші

Камера ішіндегі температура арнайы аспабымен анықталынады, өнімнің ылғалдылығы стандартты тәсілмен, ал ауа жылдамдығы анемометрімен өлшенеді.

Зерттеу нәтижелері. Қауын жемістерін жуу және тазарту қолмен жүргізілді. Содан кейін жемістер көлденеңінен екі бөлікке бөлініп, тұқымдары қолмен алып тасталынады. Содан кейін қауын қабығы ашылып, әр түрлі қалыңдықтағы дөңгелек шеңбер тәрізді бөліктерге кесіледі (3-сурет).

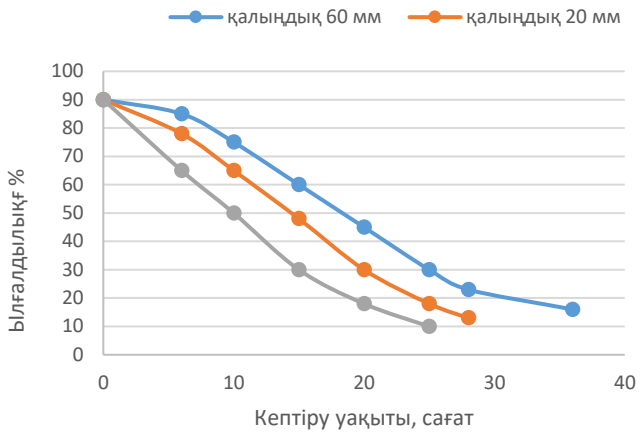
Осы дөңгелек шеңберлер инфрақызыл сәулелі кептіру шкафының сөрелеріне салынып, қауын жұмсақтарының қалдықтарына байланысты 12 сағаттан 48 сағатқа дейін кептіріледі.

Сурет 3. Кесілген қауын дайындамалары

Тәжірибе кезінде кептірудің температуралық режимдері келесідей болды: 45-50°С; 50-55°С және 55-60°С. Қақталған дайын өнім полимерлі пакеттерге салынады. Шкаф камерасындағы температура 40°С нан төмен болған кезде шикізаттың қақталу мерзімі 36 сағаттан жоғары болса, ал камера ішіндегі темпераура 60°С жоғары болған кезде өнімнің сыртқы беті карамелденіп қарайа бастайды.

Алынған өнім органолептикалық көрсеткіштер кешені бойынша бағаланды. Кептірілген қауынның органолептикалық сипаттамалары үш негізгі көрсеткіш бойынша анықталды (сыртқы түрі, түсі, дәмі, хош иісі) [16]. Сыртқы түрі бойынша өнім пішіні мен түсі бойынша біртекті емес. Жақсы дәм мен ииске қарамастан, өнімнің сыртқы түрі осы көрсеткіш бойынша бағалаудың төмендеуіне себеп болды. Кептірілген өнімнің бастапқы шикізатқа тән айқын тәтті дәмі болды. Өнімнің консистенциясы құрғақтау болды, бұл кептіру үдерісіне байланысты шикізаттағы құрғақ заттардың мөлшерінің жоғарылауына байланысты. Тағамдардың түсі ашық сарыдан қою сарыға дейінгі шкаласына сәйкес бағаланды. Жеке шеңберлердің шеттері кептіру үдерісінде шикізат қанттарының карамелизациясына байланысты болды. Дайын өнімнің хош иісінде қауын дәмі айқын көрінді, бұл оның осы көрсеткіш бойынша жоғары бағалануына әкелді. Дайын өнімнің органолептикалық көрсеткіштерін орташа бағалау 4,3 құрады, бұл ретте негізгі болып табылатын өнімнің дәмдік және хош иісті көрсеткіштерінің жоғары бағаларын атап өту қажет. Қабығы аршылған қауын жұмасағы әр түрлі қалыңдықпен кесіледі (3-сурет). Шеңбер тәрізді кесілген қауын жұмсағының қалыңдығы 5 тен 60 мм-ге дейін өзгереді. Камера ішіндегі ауаның температурасы 40°С нан 80°С ге дейін өзгереді. Өнімдер тор көзді сөрелерге жайғастырылады. Аппарат ішіндегі температура өзгерген кезде ондағы ауаның жылдамдығы шамалы өзгереді. Өзгеріс анемометр арқылы анықталынады. Эксперимент жүргізу кезінде қауын жұмсағының кесінділеді аналитикалық таразыда өлшеніп әр кесіндінің бастапқы массасы анықталынды.

Зерттеу нәтижелерін талқылау. Төмендегі 4-суретте әр түрлі қалыңдықтағы қауын жұмсағының кептіру сызықтары берілген. Мұнда байқайтынымыз қауын жұмсағының қалыңдығы кептіру үдерісіне тікелей әсер ететіні. Қалыңдық жұқарған сайын кептіру уақыты төмендей береді. Мысалы 5 мм қалыңдығы бар қауын жұмасағы бір тәулік ішінде қақталса, қалыңдығы 60 мм болатын қауын жұмсағы 36 сағат бойы кептіріледі. Бұл эксперимент кезінде камера ішіндегі температура 50°С.

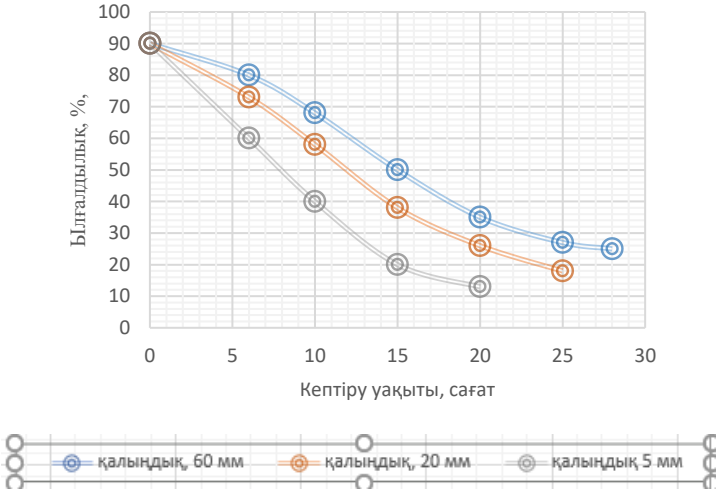


Сурет 4. Камера ішіндегі температура 50°С болған кездегі кептіру сызықтары

5-суретте көрсетілген кептірілген қауынқақтың қалындығы 20 мм-ден 2,5 мм-ге дейін түсіп, түрі сары-қоңырлау табиғи түріне сәйкес болды.

Сурет 5. 24 сағат 50°С кептірілген қауын өнімі (қауынқақ)

Келесі эксперимент кезінде камера ішіндегі температура 60°С. Камера ішіндегі температура 60°С болған кездегі кептіру сызықтары 6-суретте келтірілген.



Сурет 6. Камера ішіндегі температура 60°С болған кездегі кептіру сызықтары

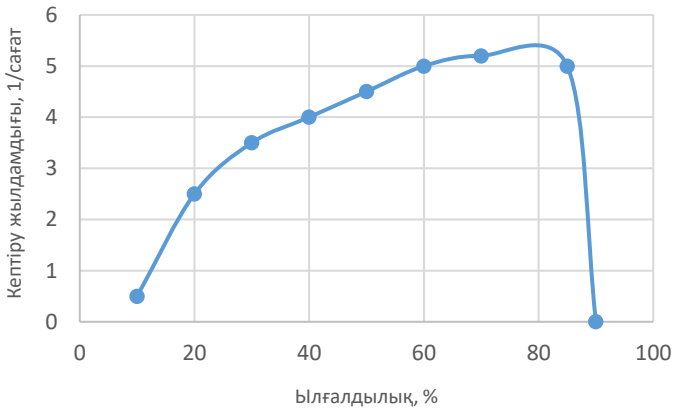
7-суретте көрсетілген қауынқақтың қалындығы 20 мм-ден 2 мм-ге дейін түсіп, түрі қоңырлау болып кейбір жақтары күйінкіреген.

Сурет 7. 24 сағат 60°С кептірілген кауын өнімі (қауынқақ)

Ғылыми зерттеу кезінде кептіру жылдамдығын анықтау үшін кептіргіштегі кинетикалық қисықтар қажет. Сөрелерге өлшеніп салынған дайындамалардың массалары анықталынады. Дайындама массасының кемуі белгілі аралығында анықталынады. Әрбір өлшем кезінде дайындаманың массасы өлшенеді.

Содан кейін қауын дайындама құрамындағы ылғалдың уақытқа тәуелділігі құрылады, уақыт – кептіру қисықтары. Кептіру қисығында ылғал мөлшері тұрақты өзгерген кездегі кептіру сызығы – кептіру жылдамдығы, тұрақты кезең деп аталады. Кептіру сызығының екінші бөлімі материалдың ылғалдылығының төмендеуіне байланысты – кептірудің төмендеу жылдамдығы кезеңі деп аталады. Кептіру жылдамдығының қисығы арқылы тұрақты кептіру жылдамдығының мәнін табылады. Бірінші және екінші кезеңдерде кептіру сызығы жалпы материалды кептіру уақыты болып есептелінеді.

8-ші суретте аппарат камерасындағы температура 50°С кезіндегі қауынның кептіру жылдамдығының графигі көрсетілген.



Сурет 8. Аппарат камерасындағы температура 50°С кезіндегі қауынның кептіру жылдамдығы, 1/сағ.

Тәжірибе арқылы алынған кептіру қисықтары мен кептіру жылдамдығының қисықтары процестің кез келген уақытында кептіру жылдамдығын анықтауға мүмкіндік береді. Бірінші кептіру кезеңіндегі кептіру жылдамдығының тәуелділігі кептіру камерасының

температурасының жоғарылауымен кептіру процесі жылдамдайтынын көрсетеді.

Қауынқақ өнімінің органолептикалық көрсеткіштері төмендегі кестеде берілген.

Кесте 1

Қауынқақ өнімінің органолептикалық көрсеткіштері

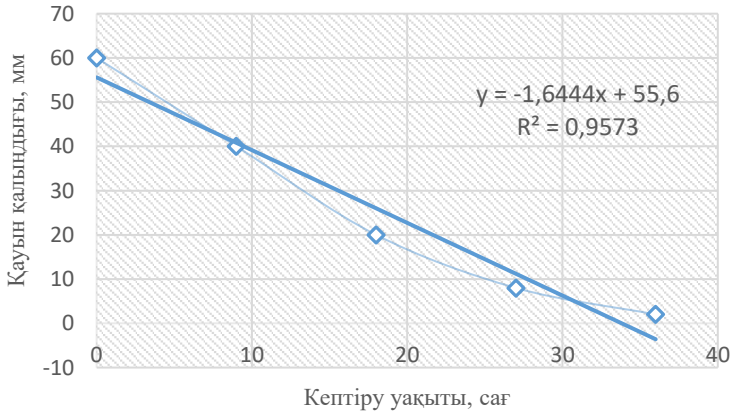
Көрсеткіштер	5 балдық шкала бойынша бағалау
Сыртқы түрі	4
Дәмі	5
Консистенциясы	4,5
Түсі	4
Хош иісі	4
Орташа балл	4,3

Барлық дерлік материалдарды кептіру кезінде олардың көлемі азаяды және пішінін өзгертеді. Бірінші құбылыс шөгу деп аталады. Баяу кептіру кезінде денеден ылғал жойылған кезде дененің сызықтық өлшемдері түзу заңға сәйкес өзгеретіні белгілі [17]. Материалдың сызықтық мөлшері оның ылғалдылығымен W былай байланысады:

$$l = a - в\ W \quad (1)$$

мұндағы: W – қауын жұмсағының ылғалдылығы; a, $в$ – тәжірибелік коэффициенттер.

Сондықтан материалдың пішінін сақтау және қабыршақтанудан қорғау үшін материалды тұрақты режимде кептіру қажет. Қауын қалыңдығының кептіру кезіндегі шөгуі 9-суретте көрсетілген.



Сурет 9. Қауын қалыңдығының кептіру кезіндегі шөгуі

Зерттеу нәтижелерінің мәліметтері математикалық жолмен өңдеу арқылы қауын жұмсағының қалыңдығының өзгеруі арқылы анықталады. Корреляциялқ коэффициент R = 0,96.

Қорытынды. Бүгінгі таңда мұндай өнімдер нарығы әлсіз дамыған, бірақ өнім жоғары инвестициялық тартымдылыққа ие және өзекті мәселелердің бірі – дұрыс тамақтану тұжырымдамасына сәйкес келеді. Бұл

мәселені шешуге жүргізілген ғылыми жұмысымысымыздың негізгі мақсаты «колхозница» қауынынан қақталған қауынқақ өнімін өндіру технологиясын әзірлеу бойынша зерттеу нәтижелерін қортындау.

Кептірілген қауын өнімінің артықшылығы, ол ұзақ мерзімге және қауынның көптеген адам асқазанына пайдалы заттарын сақтау.

ИҚ кептіргіште алынған үлгілер органолептикалық талдаудан өтті. Органолептикалық талдау нәтижелері бойынша үлгі өте жоғары орташа бағаға ие болды – 4,3 балл, өнімнің дәмі мен хош иісі 4,9 баллға бағаланды. Кептірілген өнімнің 100 г энергетикалық құндылығы 326 кКал (979,68 кДж) құрайды.

Ғылыми зерттеу негізінде қауын дайындамаларын кептіру барысында кептіру жылдамдығы мен кептіру уақыттын тәуелділігі анықталды. Кептіру үдерісінде қауын дайындамаларының шөгу (усадка) тәуелділігі анықталды және математикалық сипаттамасы келтірілді.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері өнімнің жоғары сапасы мен қауіпсіздігін растайды және оны өндіріске енгізу үшін ұсынуға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Қазақстан Республикасы Президентінің 2023 жылғы 1 қыркүйекте Қазақстан халқына Жолдауы [Мәтін]: [?].
2. Umbataliyev N., Smailova G., Toilybayev M., SansyzbayevK., Koshanova S., Bekmukhanbetova S. Optimization of the technological process of threshing combine harvester. Engineering technological systems Eastern-European // Journal of Enterprise Technologies, 2023. Vol. 4, No. 1 (124). P. 104–117.
3. Химический состав дыни колхозницы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://yandex.kz/search/?clid=9582&text=химический+состав+дыни+колхозница&l10n=ru&rdrnd=93789&lr=162&redircnt=1718961448.1.
4. Елисеева Т. Дыня (лат. Cucumis melo) [Текст] / Т. Елисеева, А. Ямпольский // Журнал здорового питания и диетологии. – 2020. – Т. 3. – №. 13. – С. 26-37.
5. Вяленая дыня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dom-eda.com/recepts/item/vjalenaja-dynja.html.
6. Разбираемся в сортах дынь: «Колхозница», «Торпеда», «Карамелька» и другие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.kp.ru/guide/sorta-dyn.html
7. Калорийность дыни на 100 грамм мякоти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.kp.ru/family/eda/kalorijnost-dyni.
8. Колебошина Т.Г. Сравнительная оценка новых сортов и гибридных популяций дыни [Текст] / Т.Г. Колебошина, Н.Г. Байбакова, Е.А. Варивода, Г.С. Егорова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – №. 2 (58). – С. 57-65.
9. Еренова, Б.Е. Научные основы производства продуктов на основе дыни [Текст]: дисс...докт.техн.наук: 05.18.01 / Б.Е. Еренова. – Алматы 2010. – 389 с.
10. Коломейченко, В.В. Растениеводство [Текст]: учебник / В.В. Коломейченко. – М.: Агробизнесцентр, 2007. – 600 с.
11. Шаймарданов Б.П. Технологические основы и обоснование схемы и параметров средств механизаци безотходной переработки плодов дыни [Текст]. – 2000.
12. Ергалиев, Ж.Т. [?] [Мәтін] / Ж.Т. Ергалиев, Н.А. Умбаталиев // Жас ғалымдардың «ғылым. білім. жастар» республикалық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдары. – Алматы: Алматы технологиялық университеті, 2024. – Б. 198-200.

13. Остонакулов, Т.Э. Ковун навларининг куритишга яроклилиги [Мәтін] / Т.Э. Остонакулов, Х.М. Тилавов, И.Х. Амантурдиев // «0'zbekiston qishloq xo'jaligi» журнали. – 2018. – № 10. – Б. 31-32.
14. Остонакулов, Т.Э. Ковун навларини устириш ва куритиш технологиясини такомиллаштириш [Мәтін]: монография / Т.Э. Остонакулов, Х.М. Тилавов. – Тошкент: Навруз, 2019. – 144 б.
15. Чориев, А.Ж. Экспериментальное исследование способов сушки коллоидно-капиллярно-пористых материалов на примере дыни [Текст] / А.Ж. Чориев, А.А. Артиков, Х.Ф. Жураев, К.О. Додаев, Ф.Х. Эшматов // Республиканская научно-техническая конференция «Передовые технологии в пищевой промышленности». – Ташкент: ТашХТИ, 2002. – С. 107-110.
16. Киселева, Т.Ф. Технология сушки [Текст]: учебно-методический комплекс / Т.Ф. Киселева. – Кемерово. – 2007. – С. 5-10.
17. Чагин, О.В. Оборудование для сушки пищевых продуктов [Текст] / О.В. Чагин, Н.Р. Кокина, В.В. Пастин. – Иван. хим.- технол. ун-т.: Иваново, 2007. – 138 с.

Материал редакцияға 27.06.24 түсті.

Н.А. Умбеталиев[1], Г.К. Кузембаева[1], Қ.К. Кузембаев[1], М. Маханов[1], Е. Шамбулов[1], С.Ж. Оралбаев[1], Ж.Т. Сыдыкбаев[1]

[1]Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

ОПТИМИЗАЦИЯ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ ДЫНИ

Аннотация. В работе представлены результаты исследований по разработке технологии производства вяленой продукции из плодов дыни «Колхозница». На сегодняшний день рынок вяленой продукции слабо развивается, однако имеет высокую инвестиционную привлекательность и одной из актуальных проблем является создание подобных продуктов, отвечающих концепции здорового питания. В ее решении важное значение играет разработка технологий их производства с использованием дынного сырья. В качестве объекта исследования был взят сорт дыни «Колхозница», выращенный в условиях Казахстана.

Лабораторное производство вяленой продукции «кауынкак» предусматривало следующие операции: мойку, очистку, нарезку сырья, ее сушку при постоянном температурном режиме ИК лучами. Полученные образцы подвергались органолептическому анализу. По результатам органолептического анализа образец получил достаточно высокую среднюю оценку – 4,3 балла, при этом вкус и аромат продукта был оценен в 4,9 баллов. Энергетическая ценность продукта составила 326 ккал (979,68 кДж) / 100 г.

На основании научных исследований установлена зависимость скорости сушки и времени сушки при сушке заготовок дыни.

В процессе сушки определена зависимость усадки заготовок дыни и дано математическое описание. Результаты проведенных исследований подтверждают высокое качество и безопасность продукта и позволяют рекомендовать его для внедрения в производство.

Ключевые слова: дыня, заготовка, кауынкак, сушилка, технология производства, органолептические показатели, химический состав, усадка.

N.A. Umbetaliev[1], G.K. Kuzembaeva[1], K.K. Kuzembaev[1], M. Makhanov[1], E. Shambulov[1], S.Zh. Oralbaev[1], Zh.T. Sydykbaev[1]

[1]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

OPTIMISATION OF MELON PROCESSING METHODS

Abstract. The paper presents the results of research on the development of technology for the production of dried products from melon fruits “Kolkhoznitsa”. Today, the market of dried products is poorly developed, but has a high investment attractiveness and one of the urgent problems is the creation of such products that meet the concept of healthy nutrition. In its solution the development of technologies of their production using melon raw materials plays an important role. As an object of research was taken melon variety “Kolkhoznitsa”, grown in the conditions of Kazakhstan.

Laboratory production of dried products “kauynkak” include the following operations: washing, cleaning, cutting of raw material, its drying at constant temperature regime by IR rays. The obtained samples were subjected to organoleptic analysis. According to the results of organoleptic analysis, the sample received a fairly high average score of 4.3 points, while the taste and aroma of the product was rated at 4.9 points. The energy value of the product was 326 kcal (979.68 kJ) / 100 g.

On the basis of scientific research the dependence of drying speed and drying time during drying of melon blanks was established.

In the process of drying the dependence of shrinkage of melon blanks is determined and mathematical description is given. The results of the conducted research confirm high quality and safety of the product and allow to recommend it for implementation into production.

Keywords: melon, preparation, kauynkak, dryer, production technology, organoleptic characteristics, chemical composition, shrinkage.

References

1. Qazaqstan Respwblïkası Prezïdentiniñ 2023 jılğı 1 qırküyekte Qazaqstan xalqına Joldawı [Address of the President of the Republic of Kazakhstan to the people of Kazakhstan on September 1, 2023]: [?] [in Kazakh].
2. Umbataliyev N., Smailova G., Toilybayev M., SansyzbayevK., Koshanova S., Bekmukhanbetova S. Optimization of the technological process of threshing combine harvester. Engineering technological systems Eastern-European // Journal of Enterprise Technologies, 2023. Vol. 4, No. 1 (124). P. 104–117.
3. Chemical composition of kolkhoznytsia [Electronic resource]. - Access mode: https://yandex.kz/search/?clid=9582&text=xïmïçeskïy+sostav+dınï+kolxoznïca&l10n=ru&rdrnd=93789&lr=162&redircnt=1718961448.1, [in Russian].
4. Elïseeva T., Yampolskïy A. Dınya (lat. Cucumis melo) [Melon (lat. Cucumis melo)] // Jurnal zdorovogo pitaniya i dietologii [Journal of healthy nutrition and dietology], 2020. Vol. 3, No. 13. P. 26-37, [in Russian].
5. Dried melon [Electronic resource]. – Access mode: https://dom-eda.com/recepts/item/vjalenaja-dynja.html, [in Russian].
6. We understand the types of melons: "Kolkhoznitsa", "Torpeda", "Karamelka" and others [Electronic resource]. – Access mode: https://www.kp.ru/guide/sorta-dyn.html, [in Russian].
7. Calorie content of 100 grams of pulp [Electronic resource]. - Access mode: https://www.kp.ru/family/eda/kalorijnost-dyni, [in Russian].
8. Koleboshina T.G., Baybakova N.G., Varivoda Ye.A., Yegorova G.S. Sravnitel'naya otsenka novykh sortov i gibridnykh populyatsiy dyni [Comparative assessment of new varieties and hybrid populations of melon] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo

agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye [News of the Lower Volga Agro-University Complex: science and higher professional education], 2020. No. 2 (58). P. 57-65, [in Russian].

9. Yerenova, B.Ye. Nauchnyye osnovy proizvodstva produktov na osnove dyni [Scientific foundations of the production of melon-based products]: diss... doctor of technical sciences: 05.18.01. – Almaty 2010. – 389 p., [in Russian].
10. Kolomeychenko, V.V. Rasteniyevodstvo [Plant growing]: textbook. – Moscow: Agribusinesscenter, 2007. – 600 p., [in Russian].
11. Shaymardanov B.P. Tekhnologicheskiye osnovy i obosnovaniye skhemy i parametrov sredstv mekhanizatsi bezotkhodnoy pererabotki plodov dyni [Technological foundations and justification of the scheme and parameters of mechanization means for waste-free processing of melon fruits]. – 2000, [in Russian].
12. Yergaliyev, ZH.T., Umbataliyev, N.A. [?] // Zhas galymdardyn «gylym. bilim. zhastar» respublikalyk¸ gylymi-təzhiribelik konferentsiyasynyn materialdary ["Science" of young scientists. education. materials of the republican scientific-practical conference "youth"]. – Almaty: Almaty tekhnologiyalyk¸ universitetí [Almaty: Almaty Technological University], 2024. – P. 198-200, [in Kazakh].
13. Ostonakulov T.É., Tilavov H.M., Amanturdiev I.Kh. Kovun navlarining kuritishga yarokliligi [Suitability of melon varieties for drying] // «0'zbekiston qishloq xo'jaligi» jurnali [“Uzbekistan agriculture” journal], 2018. No. 10. P. 31-32, [in Uzbek].
14. Ostonakulov, T.É., Tilavov, H.M., Kovun navlarini ustiris va kuritis texnologiyasini takomillastiris [Improving the technology of growing and drying melon varieties]: monograph. – Tashkent: Navruz, 2019. – 144 p., [in Uzbek].
15. Choriyev, A.ZH., Artikov, A.A., Zhurayev, KH.F., Dodayev, K.O., Eshmatov, F.KH. Eksperimental'noye issledovaniye sposobov sushki kolloidno-kapillyarno-poristykh materialov na primere dyni [Experimental study of methods for drying colloidal-capillary-porous materials using the example of melon] // Respublikanskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya “Peredovyye tekhnologii v pishchevoy promyshlennosti” [Republican scientific and technical conference “Advanced technologies in the food industry”]. – Tashkent: TashKHTI, 2002. – P. 107-110, [in Russian].
16. Kiseleva, T.F. Tekhnologiya sushki [Drying technology]: educational and methodological complex. – Kemerovo. – 2007. – P. 5-10, [in Russian].
17. Chagin, O.V., Kokina N.R., Pastin V.V. Oborudovaniye dlya sushki pishchevykh produktov [Equipment for drying food products]. – Ivanov chemical-technological University: Ivanovo, 2007. – 138 p., [in Russian].

IRSTI 65.59.03

K. Makangali[1] – *main author*, ©
G. Ospankulova[2], G. Tokysheva[3]

[1,2]PhD, senior lecturer, [3]PhD

ORCID *[1]https://orcid.org/0000-0003-4128-6482 [2]https://orcid.org/0000-0002-6043-4658 [3]https://orcid.org/0000-0003-3818-7635*

[1,2,3]S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University,
Astana, Kazakhstan

@ *[1]kmakangali@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/QDLA7684

COMPARATIVE ANALYSIS OF STRUCTURAL-MECHANICAL AND FUNCTIONAL-TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF ORGANIC AND NON-ORGANIC BEEF FOR SAUSAGE PRODUCTION

Abstract. This study aims to compare the structural-mechanical and functional-technological properties of organic and non-organic beef, focusing on parameters such as shear stress and viscosity, to determine their suitability for sausage production. Using a Structurometer ST2, we measured the shear stress and viscosity of longissimus dorsi muscle samples from both organic and non-organic beef. Additionally, the water holding capacity (WHC) was assessed using the Grau-Hamm method, and pH changes were monitored over five days. Our results revealed that organic beef exhibited significantly higher shear stress (90.32 to 121.30 Pa) and viscosity (180.64 to 242.6 Pa·s) compared to non-organic beef (shear stress: 88.24 Pa, viscosity: 176.48 Pa·s). These differences indicate that organic beef has greater toughness, density, and better emulsion properties, contributing to enhanced texture and juiciness in sausage products. Furthermore, organic beef showed a higher WHC of 75% compared to 60% for non-organic beef, along with a stable pH range of 5.6-5.7, which is crucial for maintaining meat quality during storage and processing. The findings suggest that organic beef, due to its superior mechanical properties and moisture retention capabilities, is more suitable for producing high-quality sausage products.

Keywords: shear stress, viscosity, water holding capacity, organic beef, sausage.

Makangali K., Ospankulova G., Tokysheva G. Comparative analysis of structural-mechanical and functional-technological properties of organic and non-organic beef for sausage production // Mechanics and Technology / Scientific journal. – 2024. – No.3(85). – P.76-83. https://doi.org/10.55956/QDLA7684

Introduction. To achieve high-quality finished products, it is essential to consider the structural-mechanical and functional-technological properties of meat raw materials. In a study conducted by Poleti et al., the biological mechanisms associated with intramuscular fat deposition in the longissimus dorsi muscle were investigated, significantly influencing parameters such as meat juiciness and tenderness [1]. Hughes et al. examined the effect of pH on muscle structural changes and light scattering properties, demonstrating that darker muscles have a

higher final pH, affecting overall brightness and fiber width [2]. Research by Ba and colleagues showed that the level of marbling and aging during cooling significantly impact the technological and sensory characteristics of beef, including shear stress and taste [3]. The study of the structural-mechanical properties of the longissimus dorsi muscles reveals significant differences between organic and non-organic beef, which is a crucial factor in ensuring the high quality of finished products.

To investigate the structural-mechanical properties, the shear stress and viscosity of organic and non-organic beef were determined. Determining the shear stress and viscosity of meat raw materials is critically important to ensure the quality and stability of finished sausage products. These parameters directly affect texture, juiciness, and water retention, ultimately influencing the consumer characteristics of the product.

Shear stress is an indicator of the mechanical strength of meat, helping to determine its tenderness and texture. The viscosity of meat raw materials affects their ability to retain water and fats and the stability of emulsions during sausage production. High viscosity promotes better moisture and fat retention, improving the texture and juiciness of the finished product. Studies have shown that different types of meat have varying viscosity levels, which is important to consider when selecting raw materials for sausages [2]. Emulsion stability is a critical aspect of sausage production. It depends on the viscosity and the meat's ability to retain water and fats. Research indicates that using functional additives, such as hydrocolloids, can improve viscosity and emulsion stability, thereby enhancing sausage product quality [4]. Determining the shear stress and viscosity of meat raw materials plays a key role in ensuring the quality and stability of finished sausage products. These parameters influence texture, juiciness, and water retention capacity, making them essential for the selection and processing of meat raw materials in production.

Materials and methods. The objects of the research are samples of organic and non-organic beef taken from the longissimus dorsi muscles. The beef samples were obtained from certified organic and conventional farms, ensuring compliance with production and storage standards.

Determination of Shear Stress. To measure the shear stress of the meat samples, a Structurometer ST2 (Labreaktiv, Russia) was used. Meat samples measuring 1x1x3 cm were prepared and placed in the device chamber. Measurements were taken at a constant shear rate of 2 mm/s. The shear stress readings were recorded and analyzed to identify differences between organic and non-organic beef. This method allows for the assessment of the mechanical strength of the meat, which is crucial for determining its tenderness and texture.

Determination of Viscosity. The viscosity of the meat raw materials was also measured using the Structurometer ST2 (Labreaktiv, Russia). The meat samples were ground to a paste-like consistency and placed in the cylindrical chamber of the device. Measurements were taken at a constant spindle rotation speed, providing the viscosity values of the samples. High viscosity indicates a better ability of the meat to retain water and fats, which is important for sausage production.

Determination of Water Holding Capacity by the Grau-Hamm Method. The water holding capacity of the meat raw materials was assessed using the Grau-Hamm method. Meat samples weighing 5 g were placed between two layers of filter paper and subjected to pressure for 10 minutes at 25°C. The diameter of the moisture spot formed on the filter paper was then measured. The smaller the

diameter of the spot, the higher the water holding capacity of the meat. This method evaluates the ability of meat raw materials to retain moisture, which is a crucial parameter for the texture and juiciness of finished products.

All measurements were performed in triplicate to ensure the reliability of the results. Statistical data analysis included the use of analysis of variance (ANOVA) methods to identify significant differences between organic and non-organic beef.

Research results. An experiment was conducted to measure the shear force values for both organic and non-organic beef (Fig. 1, 2). The results indicated that organic beef exhibited higher shear force, shear stress, and viscosity values compared to non-organic beef.

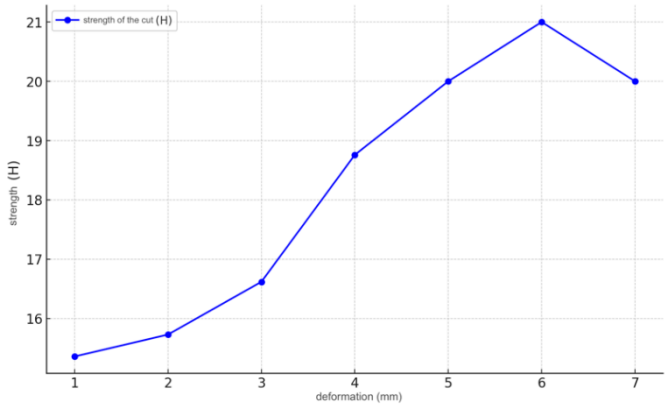


Fig. 1. The cutting power of organic beef

This finding suggests that organic beef has superior mechanical properties, potentially leading to better texture, juiciness, and overall quality in the final meat products.

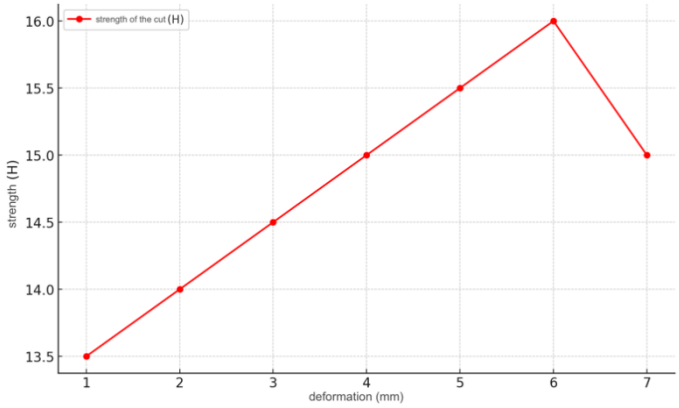


Fig. 2. The strength of the cut of inorganic beef

The higher shear force and stress values imply that organic beef is tougher and more resilient, while the increased viscosity indicates a greater ability to retain moisture and fats, which is crucial for the production of high-quality sausage products.

Based on the obtained data on shear force, deformation, and shear rate, the shear stress and viscosity of the meat raw materials were determined. The study

revealed significant differences in the mechanical properties of organic and non-organic beef (Fig. 3).

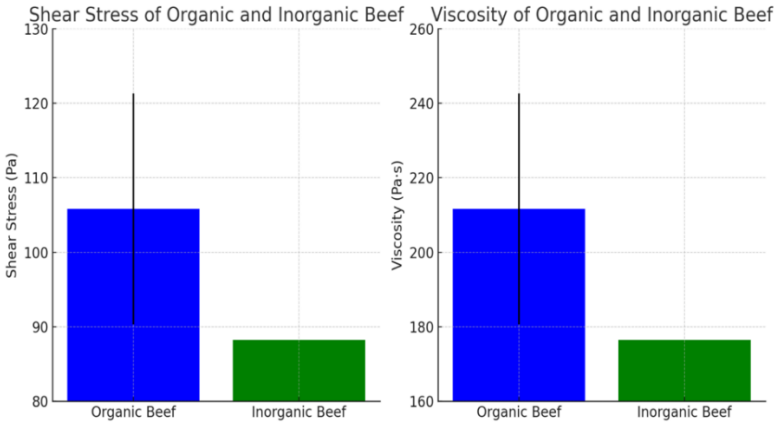


Fig. 3. Shear stress and viscosity of meat raw materials

The study revealed significant differences in the mechanical properties of organic and non-organic beef. Samples from the longissimus dorsi muscle of organic beef exhibited higher shear stress values ranging from 90.32 to 121.30 Pa and viscosity values from 180.64 to 242.6 Pa·s compared to non-organic beef, which had a shear stress of 88.24 Pa and viscosity of 176.48 Pa·s.

Organic beef demonstrated higher shear stress and viscosity values, indicating greater toughness and density compared to non-organic beef. These differences are important to consider in the production of finished meat products, as they can affect the texture and quality of the final product (Fig. 4).

The differences in texture are undoubtedly related to the conditions of raising, feeding, and processing the animals. Organic beef was subject to more natural and less intensive methods of raising and feeding, which affected the structure of muscle fibers and connective tissue.

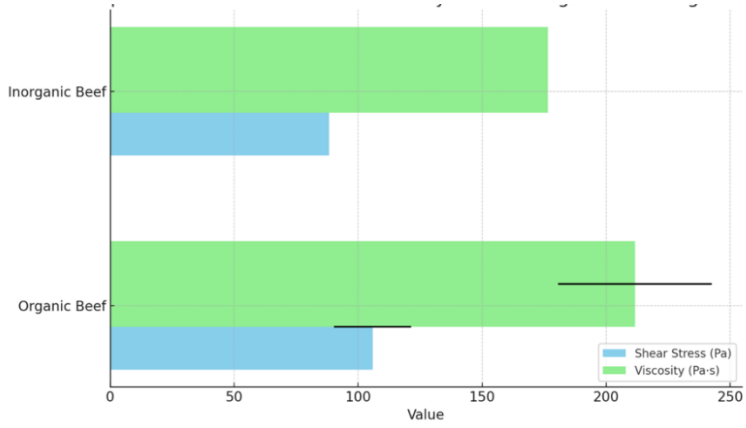


Fig. 4. Comparative analysis of the structural and mechanical properties of meat raw materials

Higher shear stress and viscosity of organic beef indicate its greater toughness and density. This means that sausage products made from organic beef

will have a more stable texture, which is particularly important for maintaining the shape and structure of the product during storage and transportation [5].

The high viscosity values of organic beef contribute to better water and fat retention, improving the emulsion properties of the mince. This results in a more stable sausage consistency, reducing the likelihood of separation and syneresis, ultimately enhancing the quality stability of the product throughout its shelf life [6]. Additionally, the greater density and toughness of organic beef can enhance the organoleptic properties of sausage products, such as juiciness and texture, making them more appealing to consumers. This can contribute to increased consumer demand and loyalty to the product.

To study the functional-technological properties of the meat, water holding capacity (WHC) was determined using the Grau-Hamm method, along with pH changes over 5 days. The water holding capacity (WHC) of meat determines its visual appeal, weight loss, technological yield, and sensory characteristics upon consumption. Various factors such as animal age, pre-slaughter stress, and storage temperature can significantly influence meat WHC [7]. The high water holding capacity of organic beef may be associated with more favorable raising conditions and less stress for the animals before slaughter [8].

The water holding capacity of meat is a critically important quality indicator as it affects water retention during storage and cooking, as well as the final organoleptic properties of meat products (Fig. 5). The pH level of the meat is also important for ensuring the stability of its quality and texture.

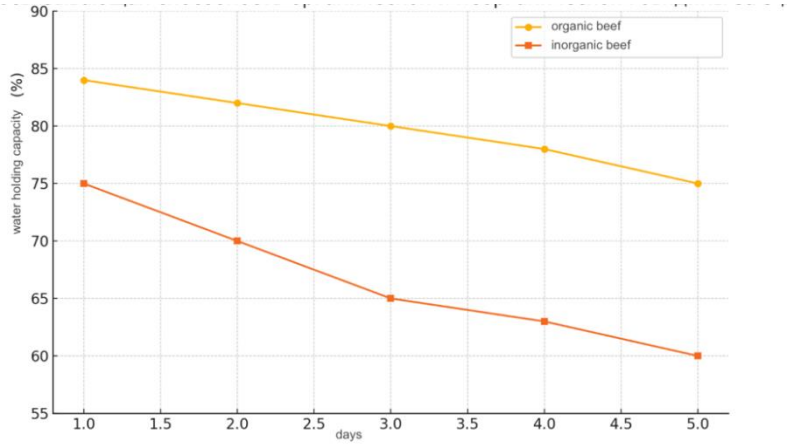


Fig. 5. Change in the BCC of meat raw materials for 5 days

The study showed that organic beef has a higher moisture binding capacity of 75% compared to non-organic beef of 60%, which indicates its better ability to retain water during storage and cooking.

The pH level of organic beef is stable in the range of 5.6-5.7 for 5 days, which contributes to better meat quality and texture, whereas the pH of inorganic beef, in the range of 5.7-5.8, is less stable and can negatively affect moisture retention. The data obtained are consistent with the results of the study of structural and mechanical properties. Thus, organic beef, having a higher shear stress, demonstrates a better moisture binding ability, which makes it the preferred choice for consumers looking for high-quality and natural products.

Discussion. The organic beef samples from the longissimus dorsi muscle exhibited higher shear stress values ranging from 90.32 to 121.30 Pa and viscosity

values from 180.64 to 242.6 Pa·s compared to non-organic beef, which had a shear stress of 88.24 Pa and viscosity of 176.48 Pa·s. These findings suggest that organic beef is tougher and denser, which has significant implications for the production and quality of finished meat products.

Higher shear stress and viscosity in organic beef indicate greater mechanical strength and cohesiveness, crucial for maintaining the texture and structural integrity of sausage products during storage and transportation. This stability is vital for ensuring product quality and consumer satisfaction. Additionally, the higher viscosity of organic beef enhances its ability to retain water and fats, improving the emulsion properties of the meat mixture. This results in a more consistent sausage product, reducing the risk of separation and syneresis, ultimately enhancing product quality throughout its shelf life [9].

The differences in texture between organic and non-organic beef are likely due to variations in raising, feeding, and processing methods. Organic beef, raised under more natural and less intensive conditions, exhibited superior muscle fiber and connective tissue structure, contributing to its enhanced mechanical properties. This is consistent with findings from other studies, which have demonstrated that organic farming practices can positively affect meat quality [10].

To further investigate the functional-technological properties of the meat, we assessed the water holding capacity (WHC) using the Grau-Hamm method and monitored pH changes over five days. WHC is a critical indicator of meat quality, affecting visual appeal, weight loss, technological yield, and sensory characteristics. Factors such as animal age, pre-slaughter stress, and storage temperature significantly influence WHC [11]. Organic beef demonstrated a higher WHC of 75% compared to 60% in non-organic beef, indicating better water retention during storage and cooking. This improved WHC is likely due to the favorable raising conditions and reduced stress experienced by organically raised animals [12].

The pH levels of the meat also played a crucial role in determining quality and texture stability. Organic beef maintained a stable pH range of 5.6-5.7 over five days, contributing to better meat quality and texture. In contrast, the pH of non-organic beef, ranging from 5.7-5.8, was less stable, potentially affecting moisture retention negatively.

The data obtained in this study are consistent with the results of other studies on structural-mechanical properties of meat. For instance, similar research has shown that organic beef exhibits better textural qualities and moisture retention due to its higher shear stress and viscosity values [13]. These findings underscore the importance of considering both structural-mechanical and functional-technological properties in meat production to ensure the development of superior finished products that meet consumer expectations.

Conclusion. This study demonstrated significant differences in the structural-mechanical and functional-technological properties between organic and non-organic beef. Organic beef samples from the longissimus dorsi muscle exhibited higher shear stress and viscosity values, indicating greater toughness and density. These properties are crucial for maintaining the texture and structural integrity of sausage products during storage and transportation. The higher viscosity and shear stress of organic beef contribute to better water and fat retention, enhancing the emulsion properties and overall consistency of the sausage mixture. Additionally, organic beef showed superior water holding capacity (WHC) and stable pH levels over five days, further supporting its suitability for sausage production. These characteristics ensure better moisture retention and

quality stability, which are essential for producing high-quality meat products. The findings align with previous studies, reinforcing the notion that organic farming practices positively influence meat quality. In conclusion, organic beef, with its enhanced mechanical properties and improved functional-technological characteristics, is a more suitable choice for sausage production compared to non-organic beef. Its ability to retain moisture and fats, along with its stable pH levels, makes it an ideal ingredient for creating high-quality sausage products that meet consumer expectations.

References

1. Poleti M., Regitano L., Souza G., Cesar A., Simas R., Silva-Vignato B., Oliveira G., Andrade S., Cameron L., Coutinho L. Longissimus dorsi muscle label-free quantitative proteomic reveals biological mechanisms associated with intramuscular fat deposition // Journal of proteomics, 2018. Vol. 179. P. 30-41.
2. Hughes J., Clarke F., Purslow P., Warner R. High pH in beef longissimus thoracis reduces muscle fibre transverse shrinkage and light scattering which contributes to the dark colour // Food research international, 2017. Vol. 101. P. 228-238.
3. Ba H., Oliveros C., Park K., Dashdorj D., Hwang I. Effect of marbling and chilled ageing on meat-quality traits, volatile compounds and sensory characteristics of beef longissimus dorsi muscle // Animal Production Science, 2017. Vol. 57. P. 981-992.
4. Lee C., Chin K. Physical Properties and Structural Changes of Myofibrillar Protein Gels Prepared with Basil Seed Gum at Different Salt Levels and Application to Sausages // Foods, 2020, Vol. 9, No. 6. P. 702.
5. Davis H., Magistrali A., Butler G., Stergiadis S. Nutritional Benefits from Fatty Acids in Organic and Grass-Fed Beef // Foods, 2022. Vol. 11, No. 5. P. 646.
6. Khomenko M., Slobodianiuk N., Omelian A., Seba M., Briukhachova I. Assessment of the quality and nutritional value of organic dried sausages // Animal Science and Food Technology, 2022. Vol. 13, No. 4.
7. Haileslassie W., Gebrehiwot M., Balcha E., Hagos Y., Kidane W. Determination of pH and water holding capacity of beef from selected butcher shops of Mekelle, Ethiopia // Journal of Veterinary Medicine and Animal Health, 2018. Vol. 10. P. 159-164.
8. Hughes J.M., Oiseth S.K., Purslow P.P., Warner R.D. A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness // Meat Science, 2014. Vol. 98, No. 3. P. 520-532.
9. Ba H.V., Park K., Dashmaa D., Hwang I. Effect of muscle type and packaging methods on the storage quality of organic beef loin and round muscles // Food Science and Biotechnology, 2014.Vol. 23, No. 4. P. 1065-1071.
10. Poleti M.D., Polizel D.M., Felvicio A.M., Lanna D.P.D. Biochemical and molecular mechanisms of intramuscular fat deposition in Nellore beef cattle // Journal of Animal Science, 2016. Vol. 94, No. 2. P. 637-644.
11. Grau R., Hamm R. A simple method for determining the water-binding capacity of muscle // Naturwissenschaften, 1953. Vol. 40. P. 29-30.
12. Wezemael L.V., Verbeke W., Kugler J.O., Scholderer J., Perez-Cueto F.J.A. Consumer attitudes and behavior towards safe practices for fresh meat // Meat Science, 2010. Vol. 86, No. 3. P. 728-732.
13. Monte A.L.S., Costa R.G., Queiroga R.C.R.E., Madruga M.S. Effect of feed supplementation and processing methods on quality and sensory traits of organic and conventional lamb meat // Meat Science, 2012. Vol. 90, No. 4. P. 817-826.

This research is funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (BR21882327)

Material received on 17.07.24.

Қ.Қ. Мақанғали[1], Г.Х. Оспанкулова[1], Г.М. Тоқышева[1]

[1]С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ., Қазақстан

ШҰЖЫҚ ӨНДІРІСІНДЕ ОРГАНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ОРГАНИКАЛЫҚ ЕМЕС СИЫР ЕТІНІҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ-МЕХАНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ТАЛДАУ

Аңдатпа. Бұл зерттеу органикалық және органикалық емес сиыр етінің құрылымдық-механикалық және функционалдық-технологиялық қасиеттерін салыстыруға, олардың ығысу кернеуі мен тұтқырлығы сияқты параметрлерге назар аударуға, олардың шұжық өндіруге жарамдылығын анықтауға бағытталған. ST2 Структурометрін қолдана отырып, біз органикалық және органикалық емес сиыр етінен алынған longissimus dorsi бұлшықет үлгілерінің ығысу кернеуі мен тұтқырлығын өлшедік. Сонымен қатар, суды ұстау қабілеті Грау-Хамм әдісімен бағаланды және pH өзгерістері бес күн ішінде бақыланды. Біздің нәтижелеріміз органикалық сиыр етінің органикалық емес сиыр етімен (ығысу кернеуі: 88,24 Па, тұтқырлығы: 176,48 Па) салыстырғанда ығысу кернеуі (90,32-ден 121,30 Па) және тұтқырлығы (180,64-тен 242,6 Па·с) айтарлықтай жоғары екенін көрсетті. Бұл айырмашылықтар органикалық сиыр етінің қаттылығы, тығыздығы және эмульсиялық қасиеттері жоғары екенін көрсетеді, бұл шұжықтардың құрылымы мен шырындылығының жоғарылауына ықпал етеді. Сонымен қатар, органикалық сиыр етінің ылғал ұстау қабілеті 75% органикалық емес сиыр 60% етінің салыстырғанда жоғары болды, сонымен қатар тұрақты pH диапазоны 5,6-5,7 болды, бұл сақтау және өңдеу кезінде ет сапасын сақтау үшін өте маңызды. Нәтижелер органикалық сиыр етінің жоғары механикалық қасиеттері мен ылғалды сақтау қабілетіне байланысты жоғары сапалы шұжық өнімдерін өндіруге қолайлырақ екенін көрсетеді.

Тірек сөздер: ығысу кернеуі, тұтқырлығы, суды ұстау қабілеті, органикалық сиыр еті, шұжық.

К.К. Макангали[1], Г.Х. Оспанкулова[1], Г.М. Токышева[1]

[1]Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОРГАНИЧЕСКОЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ГОВЯДИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. Цель данного исследования – сравнить структурно-механические и функционально-технологические свойства органической и неорганической говядины, уделяя особое внимание таким параметрам, как напряжение сдвига и вязкость, чтобы определить их пригодность для производства колбасных изделий. Используя структурометр ST2, мы измерили напряжение сдвига и вязкость образцов длиннейшей мышцы спины как из органической, так и из неорганической говядины. Кроме того, с помощью метода Грау-Хамма была оценена влагоудерживающая способность (WHC), а изменения pH контролировались в течение пяти дней. Наши результаты показали, что органическая говядина обладает значительно более высоким напряжением сдвига (от 90,32 до 121,30 Па) и вязкостью (от 180,64 до 242,6 Па·с) по сравнению с неорганической говядиной (напряжение сдвига: 88,24 Па, вязкость: 176,48 Па·с). Эти различия указывают на то, что органическая говядина обладает большей твердостью, плотностью и лучшими эмульсионными свойствами, что способствует улучшению текстуры и сочности колбасных изделий. Кроме того, органическая говядина показала более высокий показатель полезного действия – 75% по сравнению с 60% у неорганической говядины, а также стабильный диапазон pH 5,6-5,7, что имеет решающее значение для поддержания качества мяса при хранении и переработке. Полученные результаты свидетельствуют о том, что органическая говядина, благодаря своим превосходным механическим свойствам и способности удерживать влагу, больше подходит для производства высококачественных колбасных изделий.

Ключевые слова: напряжение сдвига, вязкость, влагоудерживающая способность, органическая говядина, колбаса.

ҒТАМР 65.29.03

М.Н. Рахымбаева[1] – *негізгі автор*,
А.И. Изтаев[2], Т.К. Кулажанов[3],М.А. Якияева[4],
Э.Б. Аскарбеков[5], М.Д. Кенжеходжаев[6]

[1]*Докторант*, [2,3]*Техн. ғылым. д-ры, профессор, ҚР ҰҒА академигі*,
[4,5]*PhD, қауымдастырылған профессор*,
[6]*Техн. ғылым. канд., доцент*

ORCİD [1]*https://orcid.org/0009-0004-8940-151X* [2]*https://orcid.org/0000-0002-7385-482X*
[3]*https://orcid.org/0000-0001-8984-0011* [4]*https://orcid.org/0000-0002-8564-2912*
[5]*https://orcid.org/0000-0002-9544-0820* [6]*https://orcid.org/0000-0001-6924-4589*

[1,2,3,4,5]*Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан*
[6]*М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан*

@ [1]*m.r.n_8704@mail.ru*

©

https://doi.org/10.55956/DKFW7609

ОТАНДЫҚ ӘРТҮРЛІ ЖАЗДЫҚ ЖӘНЕ КҮЗДІК БИДАЙ СҰРЫПТАРЫНЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Бұл мақалада еліміздің дамуы барысында бірнеше жылдар бойына жеткілікті тұқым қорын жасауға мүмкіндік беретін күздік және жаздық бидайдың тұқымдық сорттары қарастырылған. Технологиялық әлеуеті жоғары бұл жаңа сорттар өңделген өнімдердің кеңінен қолданылуына байланысты барлық өңірлерде сұранысқа ие. Оларға Қазақстанның өңдеу өнеркәсібінің ұн тарту, жарма, нан пісіру, макарон және кондитерлік өнеркәсіптері жатады. Күздік және жаздық бидай сорттарын тиімді пайдалану бидайдың перспективті сорттарының физика-химиялық қасиеттерін жан-жақты зерттеуді қажет етеді, оның ішінде: жаздық жұмсақ бидай сорттары – Казахстанская 10, Алмекен, Казахстанская раннеспелая, Егемен, Мереке; күздік жұмсақ бидай сорттары – Сапалы, Стекловидная 24, Богарная 56, Степная 75, Алмакен. Зерттеу барысында бидайдың келесі физика-химиялық көрсеткіштері анықталды: ылғалдылығы, дәнді қоспасы, натурасы, жалпы шыныдығы, ақуызы, желімшенің мөлшері мен сапасы және күлділігі. Сондай-ақ ұнның келесі көрсеткіштері де зерттелді: ылғалдылығы, қышқылдығы, құлау саны, желімшенің мөлшері мен сапасы, күлділігі. Жұмсақ жаздық бидай сұрыптарының ішінен құлау саны 500 секундтан жоғары, желімшенің мөлшері 32% жоғары болатын сұрыптары анықталды: Алмекен, Казахстанская раннеспелая, Мереке және жұмсақ күздік бидай сұрыптары: Стекловидная 24, Богарная 56 және Алмакен. Бұл топтың сұрыптары жоғары класты бидай партиясының негізін құрайды.

Тірек сөздер: күздік бидай сұрыптары, жаздық бидай сұрыптары, физика-химиялық көрсеткіштер, технологиялық сапасы, ұн.

Рахымбаева, М.Н. Отандық әртүрлі жаздық және күздік бидай сұрыптарының физика-химиялық қасиеттерін зерттеу [Мәтін] / М.Н. Рахымбаева, А.И. Изтаев, Т.К. Кулажанов, М.А. Якияева, Э.Б. Аскарбеков, М.Д. Кенжеходжаев // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.84-93. https://doi.org/10.55956/DKFW7609

Кіріспе. Қазақстан селекционерлері ҚР ҰҒА, УААН және РҒА академигі б.ғ.д., профессор Р.А. Урозалиевтің жетекшілігімен бидайдың 100-ден астам сұрыпын құрды, оның ішінде Қазақстанда мемлекеттік тіркелгені, күздік бидайдың 47 сұрыпы. Қырғызстанда, Тәжікстанда, Өзбекстанда қоныстанған жұмсақ бидайдың 19 сортының Қазақстанда жаздық бидайдың 26 сұрыпының 7 сұрыпының Ресей Федерациясында бар. Сондай-ақ, мемлекеттік тіркеуден өткен қатты бидайдың 12 жаңа түрі құрылды.

Жаздық жұмсақ Казахстанская 10, Алмекен, Казахстанская раннеспелая, Егемен, Мереке бидай сұрыптарын қазақстандық ғалымдар өсірді. Бұлар орналасуға жоғары төзімділікке ие, сонымен қатар кең таралған ауруларға төзімді, бағалы бидайға жатады. Осы сұрыптар қарқынды жоғары өнім береді. Суару жағдайында өсіру үшін ұсынылады. Жалпы орташа өнімділігі – 95 ц/га. Бұл сұрыптар 1993 жылдан бастап Алматы облысы бойынша және 1995 жылдан бастап Жамбыл және Түркістан облыстары бойынша пайдалануға рұқсат етілді. Сабақтары қуыс, берік, өзіне тән күлгін түске ие. Жапырақтары қою жасыл түсті. Қопсыту кезеңінде түкті, балауыз жабыны бар. Дәні қызыл, жартылай дөңгелек, ойығы таяз. Ақмола, Қостанай, Солтүстік Қазақстан облыстарында өсіріледі. Ұн тарту және нан пісіру сапасы астықтың технологиялық көрсеткіштері бойынша күшті бидай тізіміне енгізілген. Сұрыптар астықтың жоғары физикалық және ұн-нан пісіру қасиеттеріне ие [1,2].

Күздік бидай Сапалы, Стекловидная 24, Богарная 56, Степная 75, Алмакен. Негізі түкті, пішіні жартылай ұзын, түсі қызыл, ойығы таяз. 1000 дәннің салмағы 45-тен 50,2 грамға дейін. Сабақтарының қалыңдығы орташа, үлкен сынбайды. Топырақ деңгейіне ылғалдылыққа байланысты. Сұрыптардың орташа маусымдық, вегетациялық кезең 270-285 күн. Сұрып қыста төзімді және құрғақшылыққа төзімді. Егіс мерзімі, себу нормасы және жалпы өсіру технологиясы құрғақ дала агроэкотипінің сұрыптары үшін жалпы қабылданған (жаңбырлы жерлер). Масақ пирамидалы, ұзындығы 9-10 см, ені 5 мм сопақша пішінді. Дәні жұмыртқа тәрізді. 1000 дәннің салмағы 44,0-48,0 г. дәннің натурасы 750-790 г/л. орташа сұрып тобына жатады. Сұрып Оңтүстік Қазақстан құрғақ дала агроэкотипіне жатады. Әртүрлілік ылғалдандыруға және минералды тыңайтқыштарды қолдануға болады. Астық сапасы бойынша күшті бидай тізіміне енгізілген. Сұрыптар құрғақшылыққа төзімді. Ол 1000 дәннің жоғары салмағымен сипатталады. Күшті бидай тізіміне енгізілген. Алматы, Жамбыл, Қызылорда облыстарының аз қамтылған жоғары жағдайында өсіру үшін 1981 жылдан бастап пайдалануға рұқсат етілді [3,4].

Сондықтан әр түрлі жаздық, күздік бидай сұрыптарын құру біздің еліміздің өңірлерінде қазіргі заманғы селекцияның өзекті міндеті болып қала береді.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Бұл зерттеуде 2021-2023 жылдары жиналған, Алматы облысында өсірілген жұмсақ жаздық және күздік бидай пайдаланылды. Зерттеу нысандары ретінде Отандық жаздық бидай сұрыптары: Алмекен, Казахстанская раннеспелая, Казахстанская 10, Егемен, Мереке және күздік бидай сұыптары: Стекловидная 24,Сапалы, Богарная 56, Степная 75, Алмакен алынды.

Ластану өнімдері мен бөгде заттарды кетіру үшін бидай дәнін 20 ± 2°С температурада ағынды суда алдын ала бес рет қайталап жуылады. Дәнді (500 г) ылғалдылығы 35% жеткенше 6 сағат 22 ± 2°С суға салады. Содан кейін үлгілер температура мен ылғалдылық бақыланатын (Perten Instruments,

Швеция), 0,8 мм металл тормен жабдықталған аппаратта тексерілді. Суға малынған бидайларды 6 сағаттан сон жуып, кептіргіш науаларға салып, (кептіру шкафы 35-40°С температурада 10 сағат ішінде соңғы ылғалдылыққа 8-14% жеткенше бидай кептірілді [5].

Біртұтас бидай ұндарының физика-химиялық көрсеткіштері, химиялық құрамы талданды. Ылғалдылық стандарттық әдіс бойынша анықталды. Біртұтас бидайдағы ақуыз мөлшері Кьельдаль аппаратының көмегімен есептелді [6].

МемСТ 27558-87 бойынша ұнның түсі, дәмі, иісі және минералды қоспалар құрамы анықталды [7].

Ұнның ылғалдылығы МемСТ 9404-88 бойынша тездетілген әдіспен анықталды және пайызбен көрсетілді.

Ұнның күлділігі МемСТ 27494-84 бойынша азот қышқылы арқылы анықталды және пайызбен көрсетілді [8].

МемСТ 20239-74 бойынша металды қоспалар құрамы анықталды. Желімше сапасы ИДК-1 аспабында анықталды және аспаптың бірлік өлшемімен көрсетілді [9].

Ұнның жалпы қышқылдылығы МЕМСТ 27493-87 бойынша ұнның сулы ерітіндісін титрлеу арқылы анықтайды [10].

МЕМСТ 26574-85 талаптарына сай келетін ұнның сапасын сипаттайтын деректер 2 кестеде келтірілген.

Құлау санын Хагберг-Пертен әдісі бойынша анықтадық. Құлау санын Хагберг-Пертен әдісі бойынша анықтау 1968 ж. дән және ұн а-амилазасының белсенділігін өлшеу әдісі бойынша Халықаралық қоғамдық дән химиясымен стандартталған (стандарт №107) [11].

9353-91 МЕМСТ стандарты бойынша бидай дәнінің сапасы келесі көрсеткіштер бойынша бағаланады: түсі, иісі, ылғалдығы, астық дәндері және арам шөп қоспалары, зақымдалуы, типтік құрамы, сыртқы түрі, шыныдығы, желімшенің мөлшері мен ИДК саны.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Жаздық және күздік бидай сұрыптарының дәндерінің технологиялық көрсеткіштері бойынша нәтижелері 1-кестеде берілген.

Кесте 1

Біртұтас тартылған жұмсақ бидай сұрыптарының технологиялық сапасының сипаттамасы

№	Бидай сұрыптары	Дәннің көрсеткіштері								
		Ылғалдылық, %	Шөп- шалаң қоспа, %	Дәндік қоспа, %	Натура, г/л	Жалпы шыныдық, %	Толық шыныдық, %	Күлділік,%	Желімше, %	ИДК саны, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская 10»	10,2	1,1	3,7	745	63	28	1,77	32	86,2
2	Жұмсақ жаздық бидай «Алмекен»	9,8	1,8	2,1	755	50	25	1,35	30	82,8

1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	Жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская раннеспелая»	9,7	1,0	2,9	782	62	32	1,61	32	82,9
4	Жұмсақ жаздық бидай «Егемен»	9,9	1,3	2,9	760	58	28	1,57	32	83,0
5	Жұмсақ жаздық бидай «Мереке»	9,8	1,2	3,6	763	58	17	1,47	29	83,2
6	Күздік бидай «Сапалы»	9,7	1,1	2,7	745	60	21	1,54	29	80,7
7	Күздік бидай «Стекловидная 24»	9,9	1,3	3,3	752	60	15	1,25	28	84,6
8	Күздік бидай «Богарная 56»	10,0	1,3	4,8	794	56	16	1,59	29	82,2
9	Күздік бидай «Степная 75»	9,8	1,3	2,8	756	58	26	1,15	31	82,5
10	Күздік бидай «Алмакен»	9,9	1,2	3,6	767	58	19	1,77	30	82,5

1-кестедегі берілген дәндердің көрсеткіштері бойынша талдау жасалынып сұрыптардың өздеріне байланысты жекешеленген мынадай сипаттамасын талдаймыз.

Жұмсақ жаздық сұрыпының ылғалдылығы бойынша өте құрғақ дәрежеде 9,7-10,2% оның ішінде Казахстанская 10 пен Богарная 56 сұрыпында 10%-ға дейін. Шөп-шалаң қоспасы орта шамада дәндік қоспаның 2,1-4,8% шамасында. Натурасы бойынша 745-794 г/л аралығында. Натурасы ен кіші жұмсақ жаздық бидай Казахстанская 10 сұрыпында болды. Жалпы шынылық 50-63% аралығында, толық шынылық 15-28 аралығында. Күлділігі бойынша 1,15-1,77%, күздік бидай Степная 75сұрыпында ен аз күлділік – 1,15, жұмсақ жаздық бидай Казахстанская 10 сұрыпымен күздік бидай «Алмакен» сұрыпында күлділік – 1,77. Желімше саны 28-32%, ИДК саны 80,7-86,2% ие болды.

Жұмсақ бидай ақ немесе қызыл түсті, мұртшасы айқын, домалақ пішінді дән. Бұл дәннің түрі наубайханалық ұндарды алуда қолданылады [12,13].

Натурасы бойынша бірінші класс бидай сұрыптарына: жаздық жұмсақ бидай Егемен, жаздық жұмсақ бидай Мереке жатады [14].

Екінші класс тобына: күздік бидай Сапалы, Стекловидная 24, Степная 75. Шынылығы бойынша жұмсақ жаздық бидай Казахстанская 10, Казахстанская раннеспелая, күздік бидай Сапалы, Күздік бидай Стекловидная 24 бірінші класс тобына жатады.

Шынылығы бойынша екінші класс бидай сұрыптары: жұмсақ жаздық бидай Алмекен, жұмсақ жаздық бидай Егемен, жұмсақ жаздық бидай Мереке, күздік бидай Богарная 56, күздік бидай Степная 75, күздік бидай Алмакен.

Желімше саны бойынша бірінші класс тобына: жұмсақ жаздық бидай Казахстанская 10, жұмсақ жаздық бидай Алмекен, жаздық бидай

Казахстанская раннеспелая, жаздық бидай Егемен, күздік бидай сапалы, Стекловидная 24, Богарная 56, Степная 75, Алмакен.

Екінші класс тобына: жұмсақ жаздық бидай Мереке сұрыпы жатады.

Жаздық және күздік бидай сұрыптарының дәндерінің физикалық-химиялық көрсеткіштері бойынша нәтижелері 2-кестеде берілген.

Кесте 2

Бидай сұрыптарының физикалық-химиялық көрсеткіштері

№	Бидай сұрыптары	Ақуыз, %	Май, %	Көмірсу, %	Жасұнық, %	Қант, %
1	Жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская 10»	15,24±0,11	1,24±0,008	59,96±0,29	2,77±0,014	1,75±0,007
2	Жұмсақ жаздық бидай «Алмекен»	16,51±0,21	1,42±0,008	61,35±0,45	2,53±0,011	1,78±0,008
3	Жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская раннеспелая»	14,78±0,13	1,48±0,007	60,54±0,53	2,54±0,53	1,63±0,006
4	Жұмсақ жаздық бидай «Егемен»	15,51±0,15	1,38±0,007	60,61±0,42	2,19±0,18	1,72±0,007
5	Жұмсақ жаздық бидай «Мереке»	16,58±0,23	1,81±0,009	61,48±0,36	2,64±0,018	1,69±0,006
6	Күздік бидай «Сапалы»	16,68±0,28	1,79±0,009	60,55±0,38	2,96±0,02	1,64±0,007
7	Күздік бидай «Стекловидная 24»	16,66±0,19	1,13±0,01	60,97±0,31	2,85±0,019	1,62±0,005
8	Күздік бидай «Богарная 56»	16,40±0,24	1,52±0,009	62,93±0,41	2,11±0,015	1,81±0,008
9	Күздік бидай «Степная 75»	15,82±0,18	1,23±0,008	60,6±0,41	2,72±0,14	1,70±0,006
10	Күздік бидай «Алмакен»	16,28±0,20	1,71±0,008	61,49±0,37	2,19±0,0,058	1,71±0,006

2-кестедегі берілген жұмсақ жаздық және күздік бидай сұрыптарының химиялық көрсеткіштері бойынша ақуыз мөлшері 14,78-16,68% ие болды. Ең кіші ақуыз мөлшері жұмсақ жаздық бидай Казахстанская раннеспелая сұрыпында. Май мөлшері 1,13-1,81%, көмірсу 59,96-60,97%, жасұнық 2,11-2,96% және қант 1,62-1,81% тең болды. Жұмсақ жаздық бидай Казахстанская раннеспелая сұрыпы ақуыз көрсеткіштері бойынша бірінші класс бидай тобына жатады. Ақуыз мөлшері жоғары бидай сұрыптары: күздік бидай Сапалы 16,68% және Стекловидная 24 – 16,66% [15].

Жаздық және күздік бидай сұрыптарының ұндарының физикалық-химиялық көрсеткіштері бойынша нәтижелері 3-кестеде берілген.

Кесте 3

Бидай ұнының физикалық-химиялық көрсеткіштері

№	Бидай сұрыптары	Ылғалдылық, %	Қышқылдылық, град	Құлау саны, сек	Желімше, %	ИДК саны, %	Күлділік,%
1	Жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская 10»	15,1	1,4	297	36	93,8	0,68
2	Жұмсақ жаздық бидай «Алмекен»	15,1	1,0	597	34	90,2	0,69
3	Жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская раннеспелая»	15,8	1,4	607	32	89,4	0,72
4	Жұмсақ жаздық бидай «Егемен»	15,3	1,2	500	34	91,1	0,69
5	Жұмсақ жаздық бидай «Мереке»	15,3	1,4	578	33	89,9	0,59
6	Күздік бидай «Сапалы»	15,6	1,6	396	33	90,6	0,61
7	Күздік бидай «Стекловидная 24»	15,0	1,2	570	34	88,8	0,66
8	Күздік бидай «Богарная 56»	15,5	1,6	560	32	90,3	0,52
9	Күздік бидай «Степная 75»	15,4	1,3	474	33	91,0	0,67
10	Күздік бидай «Алмакен»	15,2	1,3	604	33	90,0	0,61

3-кестедегі берілген ұндардың физикалық-химиялық көрсеткіштері бойынша талдау жасалынып сұрыптардың өздеріне байланысты жекешеленген мынадай сипаттамасы берілді:

Ұнды зерттегенде бидай партиясын SLN 3 диірмен лабораториялық қондырғыда бірсұрыпты зертханалық ұн тартудың жүйесі бойынша ұнтақталды. Нәтижесінде 70%-шығымды ұн алынды.

Жұмсақ жаздық бидай сұрыптарының ұнының көрсеткіштері мына аралықта ауытқиды: ылғалдылығы 15,0-15,8%, қышқылдылығы 1,0-1,6 град, құлау саны 297-770%, күлділігі 0,52-0,68%, желімше саны 32-36%, ИДК саны 89,4-93,8%.

Қорытынды. Бұл зерттеуде отандық жұмсақ жаздық және күздік бидай сұрыптарының физика-химиялық қасиеттері толық зерттелді. Олардан сұрыптары бойынша дәннің және ұнның физика-химиялық көрсеткіштерін анықтау арқылы сапалы ұн және одан нандық қасиеттері жоғары өнімдер алуға болатындығы дәлелденді. Сонымен, осы ретпен күздік жұмсақ бидай сұрыптарының дәндері мен ұндары бойынша аздау шамасында өзгешеліктері бар екені анықталып технологиялық сапасы жағынан ұн өндірісінің талабына сай жоғары дәрежедегі ұнды және одан сапалы нан өнімдерін өндіруге мүмкіншілігі бар екендігі көрсетілді. Қазақстан селекционерлерінің жұмсақ бидайдың жаздық және күздік түрлері өте жарамды, сапалы ұн мен нан өнімдерін кең көлемде өндіруге болатынын көрсетеді. Бағалы сұрыптар кластарын ұнның көрсеткіштері бойынша жұмсақ жаздық бидай Казахстанская 10 және жұмсақ күздік бидай сұрыптарынан Сапалы, Степная 75 қатысып тұр. Ал Егемен сұрыпы құлау саны 500 (сек), желімшесі 34%, сапасы күлділігі 0,69 бірінші сұрып ұнынан жоғары нәтижеге ие.

Әдебиеттер тізімі

1. Урозалиев, Р.А. Селекция, производство, переработка пшеницы и тритикале [Текст]: монография / Р.А. Урозалиев, А.И. Изтаев, Т.К. Кулажанов, М.А. Есимбекова, С.А. Аширбаева, Н.О. Онгарбаева, Г.К. Искакова, М.А. Якияева. – Алматы: ТОО «Издательство Фортуна Полиграф», 2023. – 1048 с.
2. Изтаев, А.И. Биоэнергетические и экологические процессы урожайных, семенных свойств и технологических качеств зерна [Текст]: монография / А.И. Изтаев, Р.А. Урозалиев, Т.К. Кулажанов, М.М. Маемеров, Б.И. Изтаев, М.А. Якияева. – Алматы: ТОО «LEM», 2017. – 236 с.
3. Джанкуразов, Б.О. Сохранить золотое зерно Казахстана [Текст] / Б.О. Джанкуразов, К.Б. Джанкуразов. – Алматы: Алейрон, 2013. – 165 с.
4. Искакова, Г.К. Технология хлеба и макаронных изделий с применением озонированной и ионоозонированной воды [Текст]: монография / Г.К. Искакова, А.И. Изтаев, Т.К. Кулажанов, Б.А. Изтаев, М.М. Маемеров. – Алматы: АТУ, 2011. – 216 с.
5. Liu T., Hou G.G., Cardin M., Marquart L., Dubat A. Quality attributes of whole-wheat flour tortillas with sprouted whole-wheat flour substitution LWT // Food Science and Technology, 2017. No. 77. P. 1-7.
6. Байысбаева, М.П. Наубайхана өндірісінде қолданылатын шикізаттар мен материалдар [Мәтін]: оқу құралы / М.П. Байысбаева. – Алматы: ТОО «LEM», 2016. – 74 б.
7. Ковальской, Л.П. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств [Текст] / под ред. Ковальской Л.П. – М.: Агропромиздат, 2011. – 336 с.
8. Пащенко, Л.П. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделиий [Текст] / Л.П. Пащенко. Москва: «Колос», 2010. – 214 с.
9. Байысбаева, М.П. Нан өнімдерінің технологиясы [Мәтін]: оқулық / М.П. Байысбаева. – Алматы: Эверо, 2020. – 354 б.
10. Соболева, Е.С. Технология и организация производства продуктов переработки зерна, хлебобулочных и макаронных изделий. Лабораторные работы. [Текст]: учебно-методическое пособие / Е.С. Соболева, Е.С. Сергачева. – СПб.: НИУИТМО, ИХиБТ, 2013 – 50 с.
11. Максимов, А.С. Лабораторный практикум по реологии сырья, полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств [Текст] / А.С. Максимов, В.Я. Черных. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2004. – 163 с.
12. Nelson K., Stojanovska L., Vasiljevic T. Ger minated grains: a superior whole grain functional food // Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 2013. No. 91 (6). P. 429-441.
13. Рубец, В.С. Влияние метеорологических условий на качество зерна яровой пшеницы (Triticum L.) [Текст] / В.С. Рубец, И.Н. Ворончихина, В.В. Пыльнев, В.В. Ворончихин, А.Г. Маренкова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 5. – С. 89-108.
14. Манжесов, В.И. Технология хранения продукции растениеводства [Текст] / В.И. Манжесов, Т.Н. Тертычная, С.В. Калашникова. – СПб.: ГИОРД, 2018. – 464 с.
15. Богер, В.Ю. Технология организация и оборудование макаронного производства [Текст]: учебное пособие / В.Ю. Богер, Н.Н. Вандакурова, Н.Н. Зуева. – Кемерова: Издательство «Кемеровский государственный университет», 2023. – 150 с.

Материал редакцияға 09.08.24 түсті.

М.Н. Рахымбаева[1], А.И. Изтаев[1], Т.К. Кулажанов[1], М.А. Якияева[1], Э.Б. Аскарбеков[1], М.Д. Кенжеходжаев[2]

[1]Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан
[2]Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ КАЗАХСТАНА

Аннотация. В данной статье рассматриваются семенные сорта озимой и яровой пшеницы, позволяющие создать достаточный семенной фонд на несколько лет развития нашей страны. Эти новые сорта, обладающие высоким технологическим потенциалом, востребованы во всех регионах благодаря широкому использованию продуктов их переработки. К ним относятся мукомольная, крупяная, хлебопекарная, макаронная и кондитерская отрасли перерабатывающей промышленности Казахстана. Эффективное использование сортов озимой и яровой пшеницы требует комплексного изучения физико-химических свойств перспективных сортов пшеницы, в том числе: яровая мягкая пшеница сортов – Казахстанская 10, Алмекен, Казахстанская раннеспелая, Егемен, Мереке; озимая мягкая пшеница сортов – Сапалы, Стекловидная 24, Богарная 56, Степная 75, Алмакен. В ходе исследования определены следующие физико-биохимические показатели пшеницы: влажность, зерновая примесь, натура, общая стекловидность, белок, количество и качество клейковины и зольность. Также исследованы следующие показатели муки: влажность, кислота, число падения, количество и качество клейковины, зольность. Среди сортов мягкой яровой пшеницы выделены следующие сорта с числом падения более 500 секунд и содержанием клейковины – 32%: Алмекен, Казахстанская раннеспелая, Мереке, а из сортов мягкой озимой пшеницы: Стекловидная 24, Богарная 56 и Алмакен. Сорта этой группы составляют основу партии пшеницы высшего класса.

Ключевые слова: сорта озимой пшеницы, сорта яровой пшеницы, физико-биохимические показатели, технологическое качество, мука.

M.N. Rakhimbayeva[1], A.I. Iztayev[1], T.K. Kulazhanov[1], M.A. Yakiyayeva[1], E.B. Askarbekov[1], M.D. Kenzhekhojayev[2]

[1]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan
[2]Taraz regional university named after M.H.Dulati, Taraz, Kazakhstan

RESEARCH OF PHYSICAL AND BIOCHEMICAL PROPERTIES OF PROMISING VARIETIES OF WINTER AND SPRING WHEAT IN KAZAKHSTAN

Abstract. This article discusses seed varieties of winter and spring wheat, which make it possible to create a sufficient seed fund for several years of development of our country. These new varieties, which have high technological potential, are in demand in all regions due to the widespread use of their processed products. These include the flour milling, cereal, baking, pasta and confectionery industries of the processing industry in Kazakhstan. Effective use of winter and spring wheat varieties requires a comprehensive study of the physico-biochemical properties of promising wheat varieties, including: spring soft wheat varieties – Kazakhstanskaya 10, Almeken, Kazakhstanskaya early ripening, Egemen, Mereke; winter soft wheat varieties – Sapaly, Steklovidnaya 24, Bogarnaya 56, Stepnaya 75, Almaken. During the study, the following physical and biochemical indicators of wheat were determined: moisture, grain admixture, nature, general glassiness, protein, quantity and quality of gluten and ash content. The following indicators of flour were also

studied: moisture, acid, falling number, quantity and quality of gluten, ash content. Among the varieties of soft spring wheat, the following varieties with a falling number of more than 500 seconds and a gluten content of 32% were identified: Almeken, Kazakhstanskaya early ripening, Mereke, and from the varieties of soft winter wheat: Steklovidnaya 24, Bogarnaya 56 and Almaken. The varieties of this group form the basis of the highest class wheat batch.

Keywords: winter wheat varieties, spring wheat varieties, physical and biochemical indicators, technological quality, flour.

References

1. Urozaliyev R.A., Iztaev A.I., Kulazhanov T.K., Yesimbekova M.A., Ashirbaeva S.A., Ongarbaeva N.O., Iskakova G.K., Yakiyaeva M.A. Selektsiya, proizvodstvo, pererabotka pshenitsy i tritikale [Breeding, production, processing of wheat and triticale]: monograph. – Almaty: “Fortuna Polygraph Publishing House” LLP, 2023. – 1048 p., [in Russian].
2. Iztayev A.I., Urozaliyev R.A., Kulazhanov T.K., Mayemerov M.M., Iztayev B.I., Yakiyayeva M.A. Bioenergeticheskiye i ekologicheskiye protsessy urozhaynykh, semennykh svoystv i tekhnologicheskikh kachestv zerna [Bioenergetic and ecological processes of yield, seed properties and technological qualities of grain]: monograph. – Almaty: “LEM” LLP, 2017. – 236 p., [in Russian].
3. Dzhankurazov B.O., Dzhankurazov K.B. Sokhranit' zolotoye zerno Kazakhstana [Preserve the golden grain of Kazakhstan]. – Almaty: Aleyron, 2013. – 165 p., [in Russian].
4. Iskakova G.K., Iztayev A.I., Kulazhanov T.K., Iztayev B.A., Mayemerov M.M. Tekhnologiya khleba i makaronnykh izdeliy s primeneniyem ozonirovannoy i ionoozonirovannoy vody [Technology of bread and pasta using ozonized and ionozonated water]: monograph. – Almaty: Almaty Technological University, 2011. – 216 p., [in Russian].
5. Liu T., Hou G.G., Cardin M., Marquart L., Dubat A. Quality attributes of whole-wheat flour tortillas with sprouted whole-wheat flour substitution LWT // Food Science and Technology, 2017. No. 77. P. 1-7.
6. Bayısbaeva M.P. Nawbayxana öndirisinde qoldanılatın şïkizattar men materïaldar [Raw materials and materials used in bakery production]: textbook. – Almaty: “LEM” LLP, 2016. – 74 p., [in Kazakh].
7. Koval'skoy L.P. Laboratornyy praktikum po obshchey tekhnologii pishchevykh proizvodstv [Laboratory practical training on general technology of food production]. – Moscow: Agro-industrial publishing house, 2011. – 336 p., [in Russian].
8. Pashchenko L.P. Ppaktikum po tekhnologii khleba, konditepckikh i makaponnykh izdeliiy [Practical training on technology of bread, confectionery and pasta products]. Moscow: «Kolos», 2010. – 214 p., [in Russian].
9. Bayısbaeva M.P. Nan önimderiniñ texnologïyası [Technology of bakery products]: textbook. – Almaty: Evero, 2020. – 354 p., [in Kazakh].
10. Soboleva, Ye.S. Sergacheva, Ye.S. Tekhnologiya i organizatsiya proizvodstva produktov pererabotki zerna, khlebobulochnykh i makaronnykh izdeliy. Laboratornyye raboty. [Technology and organization of production of processed grain products, bakery and pasta. Laboratory work]: educational and methodical manual. – St. Petersburg: National Research University of Information Technology, Mechanics and Optics + Institute of Refrigeration and Biotechnology, 2013 – 50 p., [in Russian].
11. Maksimov, A.S., Chernykh V.YA. Laboratornyy praktikum po reologii syr'ya, polufabrikatov i gotovykh izdeliy khlebopekarnogo, makaronnogo i konditerskogo proizvodstv [Laboratory practical training on rheology of raw materials, semi-

finished and finished products of bakery, pasta and confectionery industries]. – Moscow: Publishing complex MGUPP, 2004. – 163 p., [in Russian].

12. Nelson K., Stojanovska L., Vasiljevic T. Ger minated grains: a superior whole grain functional food // Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 2013. No. 91 (6). P. 429-441.
13. Rubets V.S., Voronchikhina I.N., Pyl'nev V.V., Voronchikhin V.V., Marenkova A.G. Vliyaniye meteorologicheskikh usloviy na kachestvo zerna yarovoy pshenitsy (Triticum L.) [The influence of meteorological conditions on the quality of spring wheat grain (Triticum L.)] // Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii [Bulletin of the Timiryazev Agricultural Academy], 2021. No. 5. P. 89-108, [in Russian].
14. Manzhesov, V.I., Tertychnaya T.N., Kalashnikova S.V. Tekhnologiya khraneniya produktsii rasteniyevodstva [Technology of storage of plant products]. – St. Petersburg.: GIORD, 2018. – 464 p., [in Russian].
15. Boger, V.YU., Vandakurova N.N., Zuyeva N.N. Tekhnologiya organizatsiya i oborudovaniye makaronnogo proizvodstva [Technology, organization and equipment of pasta production]: textbook. – Kemerovo: Kemerovo State University Publishing House, 2023. – 150 p., [in Russian].

IRSTI 65.09.30

D.B. Toimbayeva[1] – *main author*,
I.J. Temirova[2], A.B. Aldieva[3],
B.K. Tarabaev[4], G.H. Ospankulova[5]

[1]PhD student, [2]Master of Technical Sciences, [3]Bachelor of Chemistry,
[4]Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer,
[5]Candidate of Biological Sciences

ORCID *[1]https://orcid.org/0000-0001-9595-0559 [2]https://orcid.org/0000-0002-9717-3236*
[3]https://orcid.org/0000-0003-1078-928X [4]https://orcid.org/0000-0002-5783-3973
[5]https://orcid.org/0000-0002-6043-4658

[1,2,3]K A.I. Barayev research and production centre for grain farming,
Shortandynskiy p., c. Nauchniy, Akmola region, Kazakhstan
[4,5]S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan

@ *[1]bio.dana@mail.ru*

©

https://doi.org/10.55956/BBNG9944

CHOICE OF DISINFECTION METHOD FOR TRITICALE GRAIN IN THE PROCESS OF SPROUT PRODUCTION

Abstract. The growing demand for food resources has led to increased interest in using unconventional cereal crops in the production of various food and beverage products. One crop that has attracted significant attention from researchers is triticale, a unique hybrid. An important area in the production of functional foods is the use of raw materials such as sprouted grains. Sprouted grains are highly nutritious and rich in vitamins, minerals, and antioxidants, making them functional foods. However, during the sprouting process, there is active growth of all types of epiphytic bacteria, microscopic fungi as well as phytopathogenic fungi found in the germ zone, which can produce mycotoxins. Therefore, ensuring the microbiological safety of sprouted grains is particularly important. The aim of this study was to select an effective method for disinfecting organic triticale grain during sprouting. Potassium permanganate and hydrogen peroxide solutions were used as disinfectants. The research found that ensuring the microbiological safety of sprouted triticale grain can be achieved by treating it with a 5% hydrogen peroxide solution.

Keywords: triticale, sprouting, disinfection, microflora, grain.

Toimbayeva D.B., Temirova I.J., Aldieva A.B., Tarabaev B.K., Ospankulova G.H. Choice of disinfection method for triticale grain in the process of sprout production // Mechanics and Technology / Scientific journal. – 2024. – No.3(85). – P.94-100. https://doi.org/10.55956/BBNG9944

Introduction. Triticale is a unique crop obtained through the hybridization of wheat and rye. Initially, triticale was used as a fodder crop and in the production of ethanol. However, the growing demand for food resources has expanded its use for producing dietary baked goods, pasta, malt, alcoholic beverages, yogurt [1-4].

Recent trends highlight the use of sprouted triticale grains in functional foods due to their high nutritional value, richness in vitamins, minerals, and antioxidants [5,6].

Scientific literature [7,8] reports on the therapeutic and preventive effects of sprouts on the human body, as well as their antidiabetic, anticancer, and antioxidant properties [9,10]. According to existing recommendations, the length of sprouts in grains used for food should not exceed 2 mm, as this length is associated with the highest biological value of the grain [11-13].

Cereal crops contain a complex microflora, which is concentrated primarily in the epiphytic layers of the grain and the germ, and it actively develops during the sprouting process. The soaking stage plays a key role in terms of microbiological safety, as it promotes the intensive multiplication of microorganisms, which continues during grain sprouting. During sprouting, the viable count of bacteria, microscopic fungi, and yeasts reaches its maximum [14,15]. For instance, the number of microscopic fungi increases by 2.5-5 times, yeasts by 5-10 times, and bacteria by 50-100 times [16].

In this regard, ensuring microbiological safety during the production of sprouted grains is an important and relevant task. There are various methods for reducing the microbial contamination of grains. These include physical (thermal and radiation) and chemical (oxidizers, fumigants, enzyme inhibitors, and mycotoxins) methods [17,18]. Seed disinfection is carried out using various reagents such as sodium hypochlorite [19], chlorine dioxide, peroxy acids, caprylic-capric and lactic acids, glycerol monolaurate [20], acetic acid [21], chlorophyllin salts [22], and others.

However, the decontamination methods used for grains are not always effective and safe, and the proposed new methods are difficult and not always feasible to implement [23]. Moreover, the use of many reagents is not allowed in organic production.

The aim of this study is to select an effective and safe method for disinfecting organic triticale grain during sprouting.

Materials and methods. The research was conducted in the laboratory of the S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University. Triticale grain of the “Dauren” variety with a moisture content of 9.0±0.1%, produced under organic conditions, was used for the experiment. Potassium permanganate and hydrogen peroxide solutions, which are permitted for use in organic production, were used as disinfecting agents [24].

The total microbial contamination of the grain was determined using standard methods [25,26], and the number of microorganisms was expressed as the colony-forming units per gram of raw material (CFU/g). The obtained microbiological data were compared with the requirements of the Customs Union Technical Regulation TR CU 021/2011 “On Food Safety” [27].

The triticale grain was inspected, contaminants and foreign substances were removed, and it was then washed in running water at a temperature of 20±2°C with three repetitions. Disinfection was carried out for 20 minutes in a 0.02% potassium permanganate solution and in a 5% hydrogen peroxide solution, followed by rinsing in distilled water. Soaking in distilled water was performed for 6 hours, after which the water was drained using a sieve. The grain was then placed in containers with perforated and covered filter paper bottoms for sprouting. Previous studies had determined the optimal conditions for sprouting triticale grain (temperature 20°C, duration 36 hours). Under these conditions, the sprout length did not exceed 2 mm.

Sprouting for 24 hours was found to be insufficient for the emergence of sprouts, while at 48 hours, the sprout length exceeded 5 mm. The obtained triticale

sprouts were washed in distilled water and dried at 40°C for 24 hours. The process of obtaining triticale grain sprouts is illustrated in Figure 1.

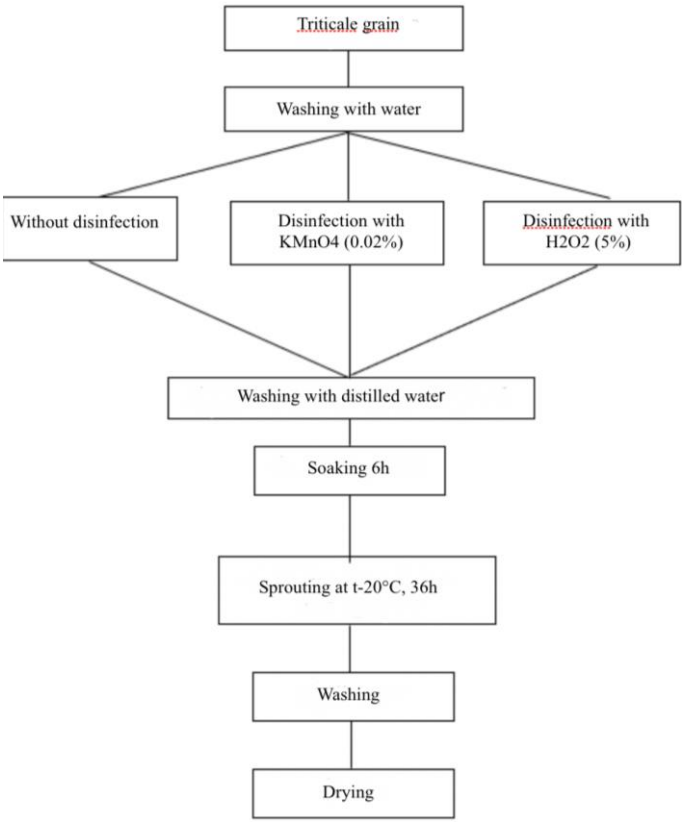


Fig.1. Scheme for obtaining sprouted triticale grains

Research results and discussion. The quantitative composition of the microflora was assessed in the initial dry grain sample (Sample 1), in the sample with water without treatment (Sample 2), in the sample treated with a 0.02% potassium permanganate solution (Sample 3), and in the sample treated with a 5% hydrogen peroxide solution (Sample 4). The results of the quantitative composition of the microflora in triticale grain during sprouting in disinfecting solutions are presented in Table 1.

Table 1

Quantitative Composition of Microflora in Triticale Grain During Sprouting in Disinfecting Solutions

Name	Microbiological indicators	
	tMAFAnM, CFU/g	Microscopic Fungi, CFU/g
Regulated Indicators According to TR CU 021/2011	No more than 5×10^4	5×10
Sample 1: Initial Dry Grain	$5{,}0\times10^5$	2,9×10
Sample 2: No Treatment (Water)	$8{,}5\times10^6$	7,5×10
Smple 3: Treatment with a 0.02% $KMnO_4$ Solution	$7{,}1\times10^6$	5,3×10
Sample 4: Treatment with a 5% H_2O_2 Solution	$4{,}8\times10^4$	1,2×10

The research established that the total number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (referred to as cMAFAnM) in the initial dry triticale grain (Sample 1) was 5.0×10^5 CFU/g and the number of microscopic fungi was 2.9×10 CFU/g. When the grain was sprouted in water without treatment (Sample 2), cMAFAnM increased from 5.0×10^5 CFU/g to 8.5×10^6 CFU/g, and the number of microscopic fungi increased from 2.9×10 CFU/g to 7.5×10 CFU/g, which is associated with their active growth during sprouting. Disinfection of triticale grain in a 0.02% potassium permanganate solution resulted in a slight reduction in cMAFAnM and in microscopic fungi. Treatment with a 5% hydrogen peroxide solution (Sample 4) significantly reduced cMAFAnM to 4.8×10^4 CFU/g andthe number of microscopic fungi to 1.2×10 CFU/g.

The data on the germ zone of triticale grain after treatment with reagents are presented in Figure 2, with water treatment used as the control.

Fig. 2. Microbiological analysis of the germ zone of triticale grain: A – treatment with water, B – treatment with a 0.02% $KMnO_4$ solution, C – treatment with a 5% H_2O_2 solution

The research revealed that the germ zone of triticale was affected by various types of microorganisms, primarily microscopic fungi, as shown in Figure 2 (A). When the grain was treated with water, 100% of the grain was found to be infected with microscopic fungi and bacteria. Treatment with potassium permanganate reduced the number of microorganisms affecting the germ zone to 42.8%. Treatment with hydrogen peroxide resulted in complete disinfection.

The study concluded that treating triticale grain with a 0.02% potassium permanganate solution slightly reduces the total number of epiphytic microorganisms, but the results do not meet the safety requirements of TR CU 021/2011. Furthermore, potassium permanganate at the tested concentration did not completely eliminate microorganisms affecting the germ zone of the grain. Thus, the tested concentration of potassium permanganate solution is insufficient for disinfecting grain during sprouting.

The use of hydrogen peroxide at a 5% concentration showed the best results. These findings are consistent with studies reported in the scientific literature [28], which indicate that the use of 3% hydrogen peroxide does not reduce the number of epiphytic microorganisms to an acceptable safety level, whereas the use of hydrogen peroxide at concentrations above 6% is relatively effective [29]. Additionally, the use of hydrogen peroxide effectively eliminated microorganisms affecting the germ zone.

Conclusion. Thus, the assessment of microbial contamination in triticale grain after sprouting established that the use of a 5% hydrogen peroxide solution for pre-treatment provides maximum reduction of overall microbial contamination in both the epiphytic and germ zones of the triticale grain. The results obtained comply with the microbiological safety standards for grain as set by TR CU 021.

References

1. McGoverin C.M. et al. A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality // Journal of the Science of Food and Agriculture, 2011. Vol. 91, No. 7. P. 1155-1165.
2. Zhu F. Triticale: Nutritional composition and food uses // Food Chemistry, 2018. Vol. 241. P. 468-479.
3. Dennett A.L., Trethowan R.M. Milling efficiency of triticale grain for commercial flour production // Journal of Cereal Science, 2013. Vol. 57, No. 3. P. 527-530.
4. Tomic N. et al. Enrichment of yoghurt with insoluble dietary fiber from triticale – A sensory perspective // Lwt, 2017. Vol. 80. P. 59-66.
5. Nelson K., Stojanovska L., Vasiljevic T., Mathai M. Germinated grains: a superior whole grain functional food // Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 2013. Vol. 91, No. 6. P. 429-441.
6. Gan R.Y. et al. Bioactive compounds and bioactivities of germinated edible seeds and sprouts: An updated review // Trends in Food Science & Technology, 2017. Vol. 59. P. 1-14.
7. Benincasa P., Falcinelli B., Lutts S. Sprouted grains: A comprehensive review // Nutrients, 2019. Vol. 11, No. 2.
8. Gan R.Y., Chan C.L., Yang Q.Q., Li H.B., Zhang D., Ge Y.Y., Gunaratne A., Ge J., Corke H. Bioactive compounds and beneficial functions of sprouted grains. – Sprouted Grains. AACC International Press. – St. Paul, USA, 2019. – P. 191–246.
9. Nguyen B.C.Q. et al. Effect of sucrose on antioxidant activities and other health-related micronutrients in gamma-aminobutyric acid (GABA)-enriched sprouting Southern Vietnam brown rice // Journal of Cereal Science, 2020. Vol. 93. P. 102985.
10. Sahai V., Kumar V. Anti-diabetic, hepatoprotective and antioxidant potential of Brassica oleracea sprouts // Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 2020. Vol. 25. P. 101623.
11. Leonova A., Nigmatyanov M., Fazylov Razrabotka tekhnologii nacional'nogo krupyanogo produkta iz proroshchennogo zerna [Development of technology for a national cereal product made from sprouted grains] // Khleboprodukty, 2010. No. 9. P. 48-49, [in Russian].
12. Safronova T.N., Kazina V.V., Safronova K.V. Razrabotka tekhnologicheskih parametrov prorashchivaniya zerna pshenicy [Development of technological parameters for sprouting wheat grains] // Tekhnika i Tekhnologiya Pishchevykh Proizvodstv [Food Industry Equipment and Technology], 2017. Vol. 44, No. 1. P. 37-43, [in Russian].
13. Naumenko N.V., Potoroko I.Y., Velyamov M.T. Sprouted whole wheat grain as a food constituent in food technology // Bulletin of the South Ural State University Series Food and Biotechnology, 2019. Vol. 7, No. 3. P. 23-30.
14. Kim S.A., Kim O.M., Rhee M.S. Changes in microbial contamination levels and prevalence of foodborne pathogens in alfalfa (Medicago sativa) and rapeseed (Brassica napus) during sprout production in manufacturing plants // Lett. Appl. Microbiol, 2013. Vol. 56. P. 30-36.
15. Ding H., Fu T.-J., Smith M.A. Microbial contamination in sprouts: how effective is seed disinfection treatment // J. Food Sci, 2013. Vol. 78. P. R495-R501.
16. Zharikova, G.G. Mikrobiologiya prodovol'stvennyh tovarov. Sanitariya i gigiena [Microbiology of Food Products. Sanitation and Hygiene]. – Moscow: Academa, 2005. – 296 p., [in Russian].
17. Noots I., Delcour J.A., Michiels C.W. From field barley to malt: Detection and specification of microbial activity for quality aspects // Critical Reviews in Microbiology, 1999. Vol. 25, No. 2. P. 121-153.
18. Ramakrishna N., Lacey J., Smith J. E. Effect of surface sterilization, fumigation and gamma irradiation on the microflora and germination of barley seeds // International Journal of Food Microbiology, 1991. Vol. 13, No. 1. P. 47-54.
19. Limon R.I., Penas E., Martínez-Villaluenga C., Frias J. Role of 421 elicitations on the health-promotin properties of kidney bean sprouts // LWT - Food Sci. Technol., 2014. Vol. 56. P. 328-334.

20. Kumar M., Hora R., Kostrzynka M., Waites W.M., Warriner K. Inactivation of Escherichia coli O157: H7 and Salmonella on mung beans, alfalfa, and other seed types destined for sprout production by using an oxychloro-based sanitizer // J. Food Prot., 2006. Vol. 69. P. 1571-1578
21. Delaquis P.J., Sholberg P.L., Stanich K. Disinfection of mung bean seed with gaseous acetic acid // J. Food Prot., 1999. Vol. 62. P. 53-957.
22. Luksiene Z., Paskeviciute E. Novel approach to the microbial decontamination of strawberries: chlorophyllin-based photosensitization // J. Appl. Microb., 2011. Vol. 110. P. 1274-1283.
23. Świeca M. Production of ready-to-eat lentil sprouts with improved antioxidant capacity: Optimization of elicitation conditions with hydrogen peroxide // Food Chem., 2015. Vol. 180. P. 219-226.
24. On the Approval of the List of Permitted Substances Used in the Production of Organic Products. [Electronic resource]. – Access mode: http://adilet.zan.kz/rus/origins/V1600013836
25. AOAC 10444.15-94. Produkty pishchevye. Metody opredeleniya kolichestva mezofil'nyh aerobnyh i fakul'tativno-anaerobnyh mikroorganizmov [Food Products. Methods for Determining the Number of Mesophilic Aerobic and Facultative Anaerobic Microorganisms]. – Introduced 1996-07-01. – Minsk: Belarusian State Institute of Standardization and Certification, 2016. – 8 p., [in Russian].
26. GOST 10444.12-2013Mikrobiologiya pishchevyh produktov i kormov dlya zhivotnyh. Metody vyyavleniya i podscheta kolichestva drozhzhej i plesnevyh gribov [Microbiology of Food Products and Animal Feed. Methods for Detection and Counting of Yeasts and Molds]. – Introduced 2016-10-01. – Minsk: Belarusian State Institute of Standardization and Certification, 2016. – 16 p., [in Russian].
27. TR TS 021/2011 O bezopasnosti pishchevoj produkcii [On the Safety of Food Products: TR UC 021/2011]. – Introduced 2013-07-01. – Minsk: Belarusian State Institute of Standardization and Certification, 2015. – 150 p., [in Russian].
28. Tornuk F. et al. Determination and improvement of microbial safety of wheat sprouts with chemical sanitizers // Foodborne Pathogens and Disease, 2011. Vol. 8, No. 4. P. 503-508.
29. Wang S. et al. Disinfection of alfalfa and radish sprouting seed using oxidizing agents and treatments compliant with organic food production principles // Journal of Food Protection, 2020. Vol. 83. No. 5. P. 779-787.

This research was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan under the project BR 21882327 "Development of New Technologies for Organic Production and Processing of Agricultural Products".

Material received on 13.08.24.

Д.Б. Тоймбаева[1], И.Ж. Темирова[1], А.Б. Альдиева[1], Б.К. Тарабаев[2], Г.Х. Оспанкулова[2]

[1]А.И. Бараев атындағы ғылыми-зерттеу астық шаруашылығының ғылыми-өндірістік орталығы, Шортанды ауданы, Научный ауылы, Ақмола облысы, Қазақстан
[2]С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ., Қазақстан

КӨШЕТТЕРДІ АЛУ ПРОЦЕСІНДЕ ТРИТИКАЛЕ ДӘНІН ДЕЗИНФЕКЦИЯЛАУ ӘДІСІН ТАҢДАУ

Аңдатпа. Азық-түлік ресурстарына сұраныстың артуы әртүрлі тағамдар мен сусындар өндірісінде дәстүрлі емес дәнді дақылдарды пайдалануға деген қызығушылықтың артуына әкелді. Тритикале дақылы зерттеушілердің үлкен қызығушылығын тудырады. Функционалдық бағыттағы тамақ өнімдерін өндірудегі

өзекті бағыттардың бірі дәнді дақылдардың көшеттері сияқты шикізат ресурстарын пайдалану болып табылады. Өскен дәндердің тағамдық құндылығы жоғары және дәрумендердің, минералдардың, антиоксиданттардың едәуір мөлшері болады, сондықтан олар функционалды тағамдарға жатады. Алайда, өну процесінде эпифитті бактериялар мен микроскопиялық саңырауқұлақтардың барлық түрлерінің, сондай-ақ микотоксиндердің өндірушілері бола алатын ұрық аймағында орналасқан фитопатогенді саңырауқұлақтардың белсенді өсуі байқалады. Осыған байланысты өскен дәндердің микробиологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету ерекше өзекті болып табылады. Бұл зерттеудің мақсаты өну кезінде тритикале органикалық дәндерін дезинфекциялаудың тиімді әдісін таңдау болды. Дезинфекциялаушы ретінде калий перманганаты мен сутегі асқын тотығының ерітінділері қолданылды. Зерттеулер нәтижесінде өскен тритикале дәнінің микробиологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етуге сутегі асқын тотығының 5% ерітіндісімен өңдеу арқылы қол жеткізуге болатындығы анықталды.

Тірек сөздер: тритикале, өну, дезинфекция, микрофлора, астық.

Д.Б. Тоймбаева[1], И.Ж. Темирова[1], А.Б. Альдиева[1], Б.К. Тарабаев[2], Г.Х. Оспанкулова[2]

[1]Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева, Шортандинский р., п. Научный, Акмолинская обл., Казахстан
[2]Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан

ВЫБОР СПОСОБА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОРОСТКОВ

Аннотация. Растущий спрос на пищевые ресурсы привел к повышенному интересу использования нетрадиционных зерновых культур в производстве различных продуктов питания и напитков. Большой интерес исследователей вызывает уникальная культура – тритикале. Одним из актуальных направлений при производстве продуктов питания функциональной направленности является использование таких сырьевых ресурсов как проростки зерновых культур. Пророщенные зерна обладают высокой питательной ценностью и значительным количеством витаминов, минералов, антиоксидантов, поэтому они относятся к функциональным продуктам питания. Однако во время процесса проращивания происходит активный рост всех видов эпифитных бактерий и микроскопических грибов, а также фитопатогенных грибов, находящихся в зародышевой зоне, которые могут быть продуцентами микотоксинов. В связи с чем, особенно актуальным является обеспечение микробиологической безопасности пророщенных зерен. Целью данного исследования являлся подбор эффективного способа обеззараживания органического зерна тритикале при проращивании. В качестве обеззараживателей использовались растворы перманганата калия и перекиси водорода. В результате исследований установлено, что обеспечение микробиологической безопасности пророщенного зерна тритикале может быть достигнуто путем обработки 5% раствором перекиси водорода.

Ключевые слова: тритикале, проращивание, обеззараживание, микрофлора, зерно.

МРНТИ 65.09.05

М.Н. Мамыраев[1] – *основной автор*, ©
Т.К. Кулажанов[2], А.И. Изтаев[3], М.Д. Кенжеходжаев[4], Г.О. Магомедов[5], М.А. Якияева[6], Э.Б. Аскарбеков[7]

[1,7]Докторант,
[2]Д-р техн. наук, профессор, академик МИА, академик НИА РК,
[3]Д-р техн. наук, профессор, академик НАН РК,
[4]Канд. техн. наук, Ассоциированный профессор, [5]Д-р техн. наук, профессор,
[6]PhD, Ассоциированный профессор

ORCID *[1]https://orcid.org/0009-0009-5584-1230 [2]https://orcid.org/0000-0001-8984-0011*
[3]https://orcid.org/0000-0002-7385-482X [4]https://orcid.org/0000-0001-6924-4589
[5]https://orcid.org/0000-0002-7200-8387 [6]https://orcid.org/0000-0002-8564-2912
[7]https://orcid.org/0000-0002-9544-0820

[1,2,3,6,7]Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан
[4]Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан
[5]Воронежский государственный университет инженерных технологий, г.Воронеж, Россия

@ *[1]k-mahamed@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/TDCB4863

РОЛЬ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ В УЛУЧШЕНИИ КАЧЕСТВА ПОРОШКОВ ПШЕНИЦЫ, ТЫКВЫ, ДЫНИ И МОРКОВИ

Аннотация. Размер частиц играет важную роль в физико-химических свойствах пищевых порошков. В данном исследовании было изучено влияние размера частиц на качество и характеристики порошков пшеницы, тыквы, дыни и моркови. Изменяя размер частиц, мы стремились улучшить скорость растворимости, увеличить площадь поверхности и ускорить химические реакции, что в конечном итоге привело к получению высококачественных фруктовых и овощных порошков, которые можно хранить в течение длительного времени и использовать для приготовления свежих фруктовых соков. Полученные результаты имеют важное значение для пищевой промышленности Казахстана и всего мира, где эти порошки широко потребляются. В частности, результаты данного исследования могут быть использованы для разработки новых методов обработки этих порошков, которые могут быть использованы для улучшения их питательной ценности, вкуса и срока хранения. Кроме того, данное исследование подчеркивает важность учета размера частиц как критического фактора при производстве пищевых порошков. В частности, было обнаружено, что более мелкие частицы муки создают более тонкую текстуру и более плотные продукты, что приводит к получению хлеба более высокого качества с превосходными сенсорными и текстурными свойствами. Кроме того, меньший размер частиц увеличивает склонность муки к поглощению воды и делает углеводы более восприимчивыми к ферментативному гидролизу. Содержание белка в муке также имеет решающее значение, идеальным считается диапазон 10-11,5%.

Ключевые слова: размер частиц, функциональность, ферментативный гидролиз, образование клейковины, сухие порошкообразные ингредиенты.

Мамыраев, М.Н. Роль размера частиц в улучшении качества порошков пшеницы, тыквы, дыни и моркови [Текст] / М.Н. Мамыраев, Т.К. Кулажанов, А.И. Изтаев, М.Д. Кенжеходжаев, Г.О. Магомедов, М.А. Якияева, Э.Б. Аскарбеков // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.100-114. https://doi.org/10.55956/TDCB4863

Введение. Производство высококачественных пищевых порошков является важнейшей задачей в пищевой промышленности. Размер частиц порошков играет решающую роль в определении их физико-химических свойств и пищевой ценности. Было проведено несколько исследований по изучению влияния размера частиц на качество пищевых порошков, но все еще не хватает комплексных исследований в этой области, особенно в отношении влияния размера частиц на порошки пшеницы, тыквы, дыни и моркови. Поэтому целью данного исследования является изучение влияния размера частиц на физико-химические свойства этих порошков с целью улучшения их качества и пищевой ценности. Обоснование данного исследования основано на предыдущих исследованиях, которые показали, что изменение размера частиц может значительно повлиять на скорость растворимости, площадь поверхности и скорость химических реакций пищевых порошков. Данное исследование позволит получить новое представление о важности учета размера частиц как критического фактора при производстве высококачественных фруктовых и овощных порошков. Конкретные вопросы, на которые направлено данное исследование, следующие: Как размер частиц влияет на физико-химические свойства порошков из пшеницы, тыквы, дыни и моркови? Каков оптимальный размер частиц для производства высококачественных фруктовых и овощных порошков? Гипотеза заключается в том, что, контролируя размер частиц, можно улучшить скорость растворимости, увеличить площадь поверхности и скорость химических реакций, что приведет к производству высококачественных фруктовых и овощных порошков, которые можно хранить в течение длительного периода времени и использовать для приготовления свежих фруктовых соков [1-3].

Исследование влияния размера частиц на физические и химические свойства этих порошков необходимо для улучшения качества этих продуктов. Исследование проводилось путем анализа структурной изомерии, количества импульсов и интенсивности лучей, дифрактограмм и отражения молекул в указанных образцах в зависимости от расположения цепей, плотности этих молекул. В ходе исследования было установлено, что частицы меньшего размера имеют более высокую степень растворимости, чем более крупные частицы. Это можно объяснить тем, что частицы меньшего размера имеют большую площадь поверхности, что приводит к увеличению скорости химических реакций. Кроме того, уменьшение размера частиц порошков тыквы, дыни и моркови может улучшить их физические и химические свойства. Более мелкие частицы могут увеличить площадь поверхности, что приводит к лучшему поглощению воды и, таким образом, к улучшению растворимости. Кроме того, более мелкие частицы могут улучшить скорость химических реакций, что приводит к повышению содержания питательных веществ и улучшению вкуса [4-6].

Исследование также показало, что размер частиц может влиять на цвет, текстуру и сенсорные характеристики порошков. Крупные частицы могут

давать зернистую текстуру, а мелкие частицы – более гладкую. Размер частиц также может влиять на цвет порошка: мелкие частицы имеют более светлый цвет из-за большей площади поверхности, подверженной воздействию кислорода.

Результаты данного исследования могут быть использованы для разработки новых процессов производства высококачественных фруктовых и овощных порошков, которые можно хранить в течение длительного периода времени и использовать для приготовления свежих фруктовых соков. Результаты исследования могут быть полезны для пищевой промышленности Казахстана и всего мира, где широко потребляются порошки из пшеницы, тыквы, дыни и моркови. Кроме того, данное исследование подчеркивает важность рассмотрения размера частиц как критического фактора при производстве пищевых порошков, что приведет к разработке новых стратегий для улучшения качества этих продуктов. В целом, исследование дает ценное представление о роли размера частиц в улучшении качества порошков из пшеницы, тыквы, дыни и моркови.

Рентгеновская порошковая дифракция наиболее широко используется для идентификации неизвестных кристаллических материалов (например, минералов, неорганических соединений). Определение неизвестных твердых веществ имеет решающее значение для исследований в геологии, экологии, материаловедении, инженерии и биологии [7-9].

Изменяя размер частиц, можно изменить молекулярную структуру порошка, а это может повлиять на физические свойства продукта. Поэтому для улучшения качества этих порошков необходимо исследовать влияние размера частиц на их физические и химические свойства. Пшеница, морковь, дыня и тыква являются одними из самых популярных и потребляемых фруктовых продуктов в Казахстане и во всем мире. Опушенные фрукты содержат клетчатку, витамины и минералы, которые полезны для нашего здоровья. Сочетание этих соединений приводит к ряду преимуществ для здоровья, включая улучшение пищеварения, усиление метаболизма и улучшение здоровья сердца. Хотя эти фрукты содержат большое количество питательных веществ, у них есть ряд ограничений. Они дороги в производстве и не подходят для приготовления свежих фруктов и соков, поскольку их нельзя долго хранить в холодильнике. Поэтому существует острая необходимость в разработке новых процессов для производства порошков, которые могли бы устранить вышеупомянутые ограничения. Целью данного исследования является изучение влияния изменения размера частиц на физико-химические свойства порошков пшеницы, моркови, дыни и тыквы. Структурная изомерия количество импульсов и интенсивность лучей, дифрактограммы, отражение молекул в указанных образцах в результате расположения цепей, плотность этих молекул могут быть определены для достижения наилучшего качества [10-11].

С помощью специализированных методов рентгенография может быть использована для: определения кристаллических структур с помощью уточнения Ритвельда; определения модальных количеств минералов (количественный анализ).

В порошковом дифрактометре рентгеновские лучи, создаваемые трубкой, проходят через первичные оптические компоненты, облучают образец, дифрагируются фазами образца, проходят вторичные оптические компоненты и попадают в детектор. Изменяя угол дифракции угол (20, угол между падающим и дифрагированным пучком) посредством перемещения

трубки или образца и детектора, интенсивность регистрируется для создания дифрактограмма [12-15].

В зависимости от геометрии дифрактометра и типа образца, угол между падающим пучком и образцом является фиксированным или переменным, обычно в сочетании с углом дифрагированного луча.

Цель данного исследования – изучить влияние размера частиц на физико-химические свойства порошков пшеницы, тыквы, дыни и моркови. Размер частиц является фундаментальным фактором, который может влиять на физические и химические свойства порошков. Изменяя размер частиц, можно изменить плотность молекул, расположение цепей и количество импульсов, что приводит к изменению дифрактограмм, отражения молекул и других физических свойств.

Условия и методы исследований. В статье рассматривается исследование влияния размера частиц на физико-химические свойства порошков пшеницы, а также тыквы, дыни и моркови. Целью исследования было улучшение качества этих порошков путем изменения размера частиц для улучшения скорости растворимости, увеличения площади поверхности и повышения скорости химических реакций. Результаты исследования могут помочь в разработке новых процессов для производства высококачественных фруктовых и овощных порошков с длительным сроком хранения. Размер частиц муки также имеет решающее значение при производстве хлеба, поскольку он влияет на качество, вкус и питательную ценность хлеба. Более мелкие частицы муки создают более тонкую текстуру и более плотный продукт, что приводит к более высокому качеству хлеба, благодаря превосходным сенсорным и текстурным свойствам. Кроме того, мука с меньшим размером частиц лучше впитывает воду, а углеводы более восприимчивы к ферментативному гидролизу. Наконец, на время формирования теста также влияет размер частиц цельносмолотой муки. Мука с более мелкими частицами более нежна в процессе смешивания, что приводит к получению теста с большей эластичностью. Данное исследование подчеркивает важность рассмотрения размера частиц как критического фактора при производстве пищевых порошков и хлеба, что может привести к новым стратегиям улучшения качества этих продуктов.

Содержание влаги в муке определяли ускоренным методом, согласно ГОСТ 9404-88. Для контроля содержания сырой клейковины и ее упругих свойств использовали стандарт ГОСТ 27839-88. Массовую долю белка определяли по ГОСТ 10846-91, содержание жира – по ГОСТ 29033-91. Кроме того, массовую долю клетчатки определяли по методу Венда, а стекловидность зерна пшеницы определяли на диафрагмоскопе по ГОСТ 10987-76. Эти измерения дают важную информацию о композиционных характеристиках зерна пшеницы, имеющих значение для производства хлеба.

Уменьшение размера частиц. В исследовании использовались различные методы уменьшения размера частиц, включая измельчение и размол, для получения порошков с различными размерами частиц. Образцы пшеницы были получены на местной мельнице и измельчены до различных размеров частиц с помощью лабораторной мельницы. Порошки из тыквы, дыни и моркови были получены путем сушки и измельчения свежих фруктов и овощей. Гранулометрический состав каждого образца был проанализирован с помощью лазерного дифракционного анализатора размеров частиц.

Физико-химические свойства. Для изучения влияния размера частиц на физико-химические свойства порошков пшеницы, тыквы, дыни и моркови образцы каждого сырья были получены на местном рынке в Казахстане. Измельченные порошки были просеяны с помощью механического сита с различным размером ячеек от 100 до 500 мкм. Гранулометрический состав каждого порошка определяли с помощью анализатора размера частиц (Mastersizer 3000). Скорость растворимости, площадь поверхности и скорость химической реакции каждого порошка измеряли стандартными методами.

Ферментативный гидролиз. Ферментативный гидролиз углеводов измерялся путем инкубации каждого образца с амилазой и измерения количества образующегося редуцирующего сахара с течением времени.

Свойства образования клейковины. Свойства образования клейковины каждой муки определялись с помощью фаринографа. Время развития теста определялось путем смешивания каждой муки с водой с помощью миксера и измерения времени, необходимого для достижения максимального развития теста.

Гликемический индекс. Гликемический индекс хлеба, содержащего различные количества дынного, тыквенного и морковного порошков, определялся по стандартному протоколу.

Качество хлеба и реологические свойства. Чтобы оценить влияние размера частиц муки на качество хлеба, на местной мельнице в Казахстане были получены различные виды муки, включая цельнозерновую, универсальную и хлебную. Содержание белка в каждой муке определялось методом Кьельдаля. Хлеб выпекали в соответствии со стандартной рецептурой и методом, а время развития теста измеряли с помощью фаринографа (Brabender Farinograph). Качество хлеба оценивалось с помощью сенсорного и текстурного анализа. Качество и реологические свойства хлеба, приготовленного с использованием муки и порошков с различным размером частиц, оценивали с помощью сенсорного и текстурного анализа на структурометре СТ-2 (рис. 1).

Рис.1. Внешний вид Структурометра СТ-2

Влияние добавления порошкообразных сухих ингредиентов. Порошки тыквы, дыни и моркови в различных концентрациях (2%, 4% и 6% масс./масс.) были добавлены в тесто для оценки влияния добавления сухих порошкообразных ингредиентов на питательные свойства, вкус и срок хранения хлеба. Пищевой состав каждого порошка определялся стандартными методами. Хлеб был выпечен и оценен по сенсорным и текстурным свойствам, а также по содержанию питательных веществ и сроку хранения.

Для определения скорости растворимости, площади поверхности, скорости химической реакции, ферментативного гидролиза, свойств образования клейковины, определения гликемического индекса и анализа питательных свойств использовались стандартные методы. Для анализа размера частиц использовался анализатор Mastersizer 3000. В качестве фаринографа использовался фаринограф Брабендера.

Статистический анализ. Все эксперименты проводились в трех экземплярах, и данные анализировались методом ANOVA. Уровень ошибки был на уровне $p < 0,05$.

Результаты исследований. Качество и эксплуатационные характеристики продуктов на основе муки в значительной степени зависят от размера частиц муки. Исследователи недавно начали изучать, как на качественные характеристики муки и хлебобулочных изделий влияет размер частиц муки из цельно зерновой пшеницы, полученной в результате различных процессов помола.

По данным лазерной дифракции, средний размер частиц муки, полученной путем помола цельного зерна, составил 194,9 μm (micron) для пшеничной муки тонкого помола, 609,4 μm для пшеничной муки мелкого помола и 830,0 μm для пшеничной муки среднего помола. Показатели размеров частиц, исследованных образцов представлены в таблице 1.

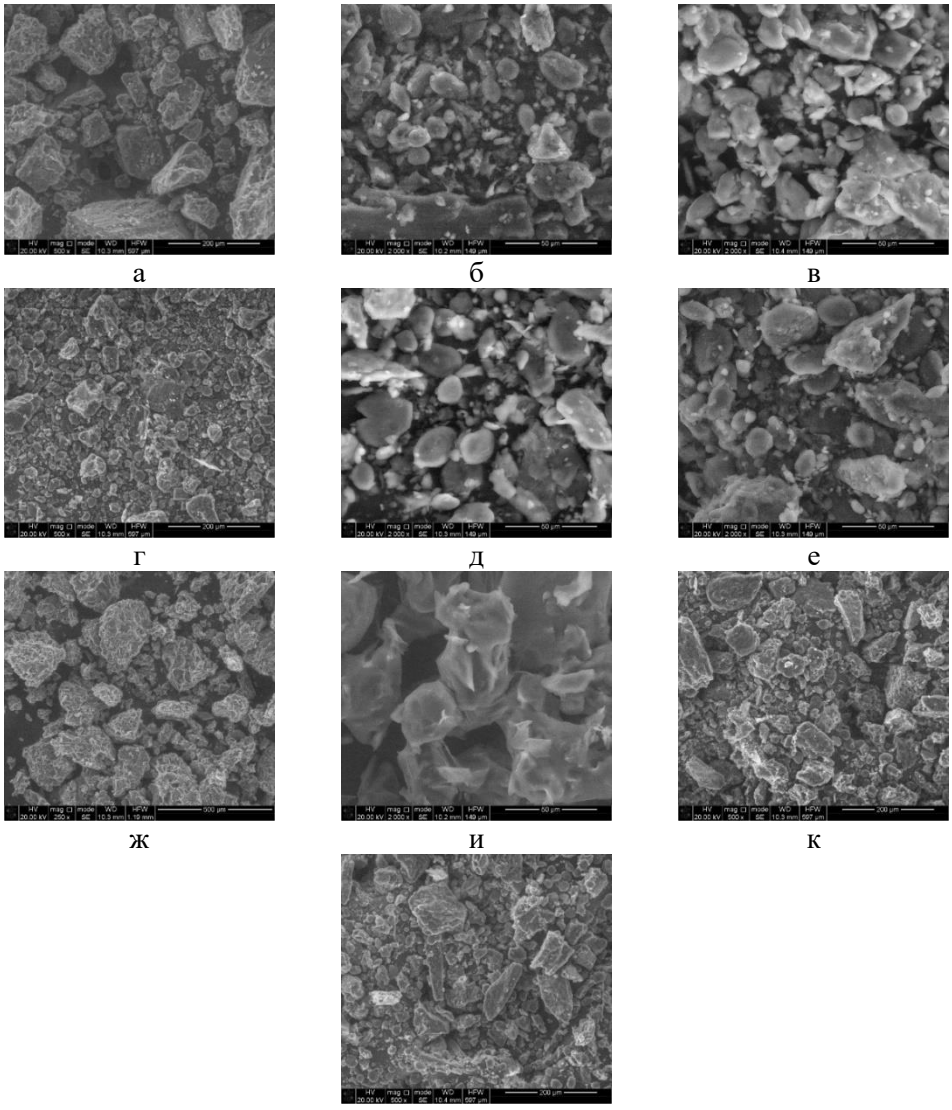
Таблица 1

Размеры частиц исследованных образцов

Наименование	размер частиц, μm		средний размер частиц, μm	
Пшеница твердая Сәтті – мелкодисперсный	639	276	121	345,3
Пшеница твердая Сәтті – тонкодисперсный 1 степень	163	115	195	157,6
Пшеница твердая Сәтті – тонкодисперсный 2 степень	113	116	120	116,3
Пшеница мягкая Фараби – мелкодисперсный	504	202	471	392,3
Пшеница мягкая Фараби – тонкодисперсный 1 степень	119	175	148	147,3
Пшеница мягкая Фараби – тонкодисперсный 2 степень	65	30	55	50
Тыква (измельченная) – мякоть	36707	19677	22641	26341,6
Дыня (измельченная) – мякоть	9383	31675	8672	16576,6
Мука – высший сорт	51	25	22	32,6
Мука – 1 сорт	189	232	231	217,3

Данные таблицы 1 показывают, что размеры частиц исследованных образцов меньше с перемалыванием сырья повторно. Было обнаружено, стабильность теста улучшилась при уменьшении размера частиц, что свидетельствует о том, что мука с более мелкими частицами более щадяще относятся к процессу смешивания и производят тесто с большей прочностью.

Отмечается, что размер частиц оказывает значительное влияние на качество муки и хлебобулочных изделий. В ходе исследований было установлено, что мука цельно зерновая с меньшим размером частиц обеспечивает лучшие хлебопекарные качества, большую стабильность теста и более высокую скорость поглощения воды. Микрофотографии образцов цельно зерновой пшеничной муки и бахчевых культур проиллюстрированы на рисунке 2.



а – Пшеница твердая Сәтті – мелкодисперсная; б – Пшеница твердая Сәтті – тонкодисперсная 1 степень; в – Пшеница твердая Сәтті – тонкодисперсная 2 степень; г – Пшеница мягкая Фараби – мелкодисперсная; д – Пшеница мягкая Фараби – тонкодисперсная 1 степень; е – Пшеница мягкая Фараби – тонкодисперсная 2 степень; ж – мякоть тыквы (измельченная); и – мякоть дыни (измельченная); к – мука – высший сорт; л – мука – 1 сорт.

Рис. 2. SEM микрофотографии образцов цельно зерновой пшеничной муки и бахчевых культур

Данные рисунка 2 показывают, что самые мелкие фракции муки (менее 75 μm) обеспечивают более высокое качество клейковины, что приводит к лучшему балансу эластичности и растяжимости в тесте, согласно исследованиям размера частиц муки, используемой для создания хлеба. Таким образом, пекари могут придать своим хлебам желаемую текстуру. На общее качество хлеба также влияет содержание белка в муке, при этом идеальным считается диапазон 10-11,5%.

Дифрактограммы образцов цельно зерновой пшеничной муки и бахчевых культур приведены на рисунке 3.

Данные рисунка 3 показывают, что пробы, отобранные в диапазоне 3-90° со скоростью 10° в минуту. Шаг 0,01º. По оси ординат отложено количество импульсов, поступающих в регистратор в результате рассеяния под разными углами. Как видно из полученной дифрактограммы, видно, что рефлексы между 15-25º были интенсивными в обоих образцах. Это означает, что отражение молекул в указанных образцах в результате расположения цепей соответствует этим углам. А плотность этих молекул можно рассчитать по значению d в формуле Вольфа-Брэгга. В таблице под дифрактограммой показаны значения d, соответствующие углам от 18 до 23 градусов. В следующем столбце указана интенсивность лучей, рассеянных под этими углами, то есть количество импульсов, полученных за одну секунду. Теперь, если мы посмотрим на интенсивности, то можно увидеть, что интенсивность рассеяния второго образца выше, чем у первого образца. А это, в свою очередь, свидетельствует о том, что молекулы второго образца расположены более плотно, чем молекулы первого образца.

За последние несколько десятилетий порошкообразные фрукты и овощи привлекли к себе большое внимание благодаря своим многочисленным полезным свойствам, таким как клетчатка, витамины и минералы. Однако производство таких порошков имеет ряд ограничений, включая высокие производственные затраты и невозможность длительного хранения свежих фруктов и соков. Одним из ключевых факторов, который может повлиять на качество этих порошков, является размер частиц. Размер частиц играет решающую роль в определении физических и химических свойств порошков. Поэтому целью данного исследования является изучение влияния размера частиц на физико-химические свойства порошков пшеницы, тыквы, дыни и моркови.

Размер частиц является основополагающим фактором, который может влиять на физические и химические свойства порошков. Размер частиц может изменить молекулярную структуру порошка, что, в свою очередь, может повлиять на физические свойства продукта. Изменяя размер частиц, можно изменить плотность молекул, расположение цепочек и количество импульсов, что приводит к изменению дифрактограмм, отражения молекул и других физических свойств.

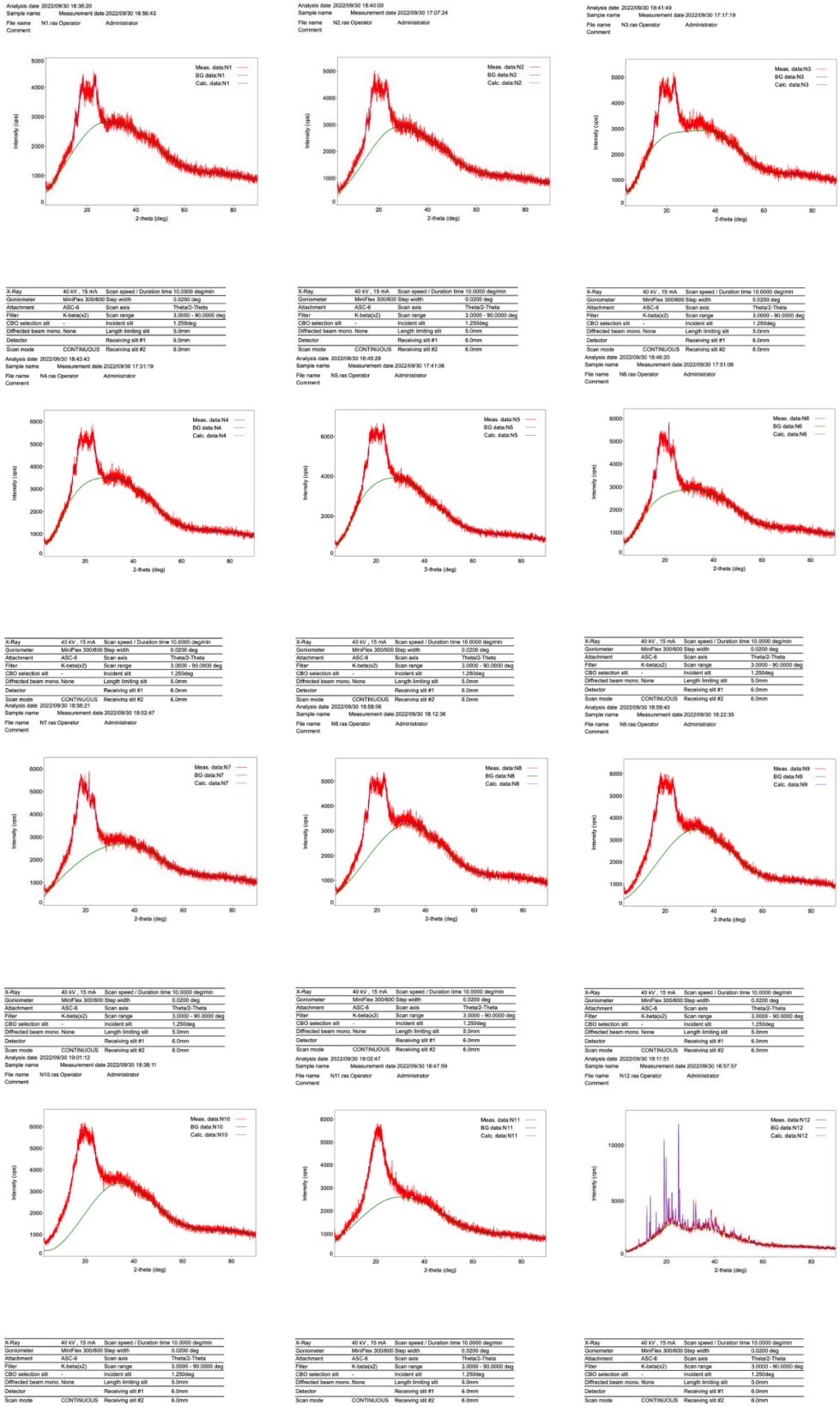


Рис. 3. Дифрактограммы образцов цельно зерновой пшеничной муки и бахчевых культур

В случае с пшеничным порошком было показано, что мелкие частицы имеют более высокую скорость растворимости, чем крупные. Это можно объяснить тем, что мелкие частицы имеют большую площадь поверхности, что приводит к увеличению скорости химических реакций. Это свойство может быть полезным при производстве порошков, которые быстро растворяются в воде.

Аналогично, уменьшение размера частиц в порошках из тыквы, дыни и моркови может улучшить их физические и химические свойства. Например, более мелкие частицы могут увеличить площадь поверхности, что приводит к лучшему поглощению воды и, таким образом, к улучшению растворимости. Кроме того, более мелкие частицы могут улучшить скорость химических реакций, что приводит к повышению содержания питательных веществ и улучшению вкуса.

Кроме того, размер частиц может влиять на цвет, текстуру и сенсорные характеристики порошков. Например, крупные частицы могут придать порошку зернистую текстуру, в то время как мелкие частицы могут привести к более гладкой текстуре. Размер частиц также может влиять на цвет порошка: мелкие частицы имеют более светлый цвет из-за большей площади поверхности, подверженной воздействию кислорода.

Обсуждение научных результатов. В данном исследовании мы изучили физико-химические свойства и питательный состав порошков пшеницы, тыквы, дыни и моркови с различным размером частиц, а также эффект от добавления этих порошков в хлеб.

Наши результаты показали, что размер частиц оказывает значительное влияние на физико-химические свойства порошков, включая скорость растворимости, площадь поверхности и скорость химической реакции. Ферментативный гидролиз углеводов также зависел от размера частиц. Эти результаты согласуются с предыдущими исследованиями, которые показали важность размера частиц в определении свойств порошков.

Обнаружили, что добавление порошков тыквы, дыни и моркови в хлеб положительно влияет на питательные свойства хлеба, а также на его вкус и срок хранения. Концентрация порошков также повлияла на эти свойства. Эти результаты согласуются с предыдущими исследованиями, в которых подчеркивались потенциальные преимущества добавления фруктовых и овощных порошков в хлебобулочные изделия.

Однако наше исследование также выявило некоторые ограничения и области для будущих исследований. Например, мы не изучали влияние методов обработки на свойства порошков. Было бы интересно изучить, как различные методы обработки, такие как сублимационная или распылительная сушка, влияют на физико-химические свойства и питательный состав порошков.

Можно было бы дополнительно изучить эффект от добавления различных типов и концентраций порошков в хлеб. Было бы интересно изучить влияние добавления порошков из других фруктов и овощей, а также различных концентраций, на питательные свойства и вкус хлеба.

В целом, наше исследование дает ценное представление о свойствах и возможностях применения фруктовых и овощных порошков. Полученные результаты имеют важное значение для пищевой промышленности, особенно в плане разработки новых процессов для производства высококачественных порошков, которые могут быть использованы в различных продуктах

питания. Будущие исследования могут основываться на этих результатах для дальнейшего изучения потенциальных преимуществ фруктовых и овощных порошков в улучшении питательных свойств хлебобулочных изделий.

Заключение. Исследование влияния размера частиц на физико-химические свойства порошков пшеницы, тыквы, дыни и моркови необходимо для улучшения качества этих порошков. Изменяя размер частиц, можно улучшить скорость растворимости, увеличить площадь поверхности и скорость химических реакций. Эти результаты могут быть использованы для разработки новых процессов производства высококачественных фруктовых и овощных порошков, которые можно хранить в течение длительного периода времени и использовать для приготовления свежих фруктовых соков. Результаты исследования могут быть полезны для пищевой промышленности Казахстана и всего мира, где широко потребляются порошки из пшеницы, тыквы, дыни и моркови. Кроме того, данное исследование подчеркивает важность рассмотрения размера частиц как критического фактора при производстве пищевых порошков, что приведет к разработке новых стратегий для улучшения качества этих продуктов. Также размер частиц муки оказывает значительное влияние на качество, вкус и пищевую ценность хлеба. Более мелкие частицы муки создают более тонкую текстуру и более плотные продукты, в результате чего получается хлеб более высокого качества с превосходными сенсорными и текстурными свойствами. Меньший размер частиц также увеличивает склонность муки к поглощению воды и делает углеводы более восприимчивыми к ферментативному гидролизу. Содержание белка в муке также важно, идеальным считается диапазон 10-11,5%. Добавление порошкообразных сухих ингредиентов, таких как порошки дыни, тыквы и моркови, может еще больше улучшить питательность, вкус и срок хранения хлеба. 100 граммов тыквенного порошка содержит 345 калорий, 6 граммов белка, 0,8 грамма жира, 78 граммов углеводов, 23 грамма клетчатки и 18 граммов сахара. Это хороший источник бета-каротина, витаминов группы В, витамина А, витамина Е, железа, калия и фолата. 100 граммов сушеного морковного порошка содержит 323 калории, 4,7 грамма белка, 1,4 грамма жира, 72 грамма углеводов, 12 граммов клетчатки и 43 грамма сахара. Это хороший источник витамина А, витамина К, витамина Е, витамина С, витамина В6, фолата и калия. Сушеный порошк дыни источник витамина С, витамина А, витамина В6, калия и клетчатки. Кроме того, было установлено, что на параметр времени развития теста существенно влияет размер частиц цельнозерновой муки, мука с более мелкими частицами более нежна в процессе смешивания и позволяет получить тесто с большей упругостью.

Список литературы

1. Изтаев, А.И. Инновационные технологии приготовления хлебобулочных, мучных кондитерских и макаронных изделий [Текст] / А.И. Изтаев, Г.К. Искакова, Б.А. Изтаев, М.А. Якияева, И.Ш. Аккожа, М.Н. Мамыраев, М.Н. Рахымбаева. – Алматы: ТОО Издательство «Фортуна Полиграф», 2023. – 280 с.
2. Магомедов Г.О. Технология мучных кондитерских изделий функционального назначения [Текст]: монография / Г.О. Магомедов, С.И. Лукина, Х.А. Исраилова. — Воронеж : ВГУИТ, 2016. – 136 с.
3. Могильный, М.П. Сборник технических нормативов. Сборник рецептур на продукцию кондитерского производства [Текст] / М.П. Могильный. – М.: ДеЛи плюс, 2011. – 560 с.

4. Изтаев, Б.А. Инновационные технологии ускоренного приготовления хлебобулочных изделий [Текст] / Б.А. Изтаев, А.И. Изтаев, М.А. Якияева, Ш.А. Турсунбаева. – Алматы: ТОО «Фортуна Полиграф», 2022. – 430 с.
5. Kim J.G., Yousef A.E., Khadre M.A. Ozone and its current and future application in the food industry. – USA: The Ohio State University Columbus, 2003. – 167-218 p.
6. Магомедов, Г.О. Реологические характеристики сбивного бездрожжевого теста из цельносмолотого зерна пшеницы [Текст] / Г.О. Магомедов, Е.И. Пономарева, И.А. Алейник // Хлебопродукты. – 2009. – № 1. – С. 48-49.
7. Искакова, Г.К. Технология хлеба и макаронных изделий с применением озонированной и ионоозонированной воды [Текст]: монография / Г.К. Искакова, А.И. Изтаев, Т.К. Кулажанов, М.М. Маемеров, Б.А. Изтаев. – Алматы: АТУ, 2011. – 216 с.
8. Li M., Peng J., Zhu K.X., Guo X.N., Zhang M., Peng W., Zhou H.M. Delineating the microbial and physical–chemical changes during storage of ozone treated wheat flour // Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2013. Vol. 20. P. 223-229.
9. Магомедов, Г.О. Научные и практические основы технологии сбивных функциональных хлебобулочных изделий [Текст]: монография / Г.О.Магомедов, Е.И. Пономарева. – Воронеж: ВГТА, 2010. – 248 с.
10. Магомедов, Г.О. Производство сбивных бездрожжевых мучных изделий [Текст] / Г.О. Магомедов, Е.И. Пономарева, Т.Н. Шелест, С.Н. Крутских // Хлебопродукты. – 2006. – № 6. – С. 53-54.
11. Магомедов, Г.О. Влияние различных факторов на реологические свойства сбивного бездрожжевого теста [Текс] / Г.О. Магомедов, Е.И. Пономарева, Т.Н. Шелест, С.Н. Крутских, Ю.Н. Левин // Хранение и переработка с/х сырья. – 2007. – № 5. – С. 42-46.
12. Iztayev A. Yakiyayeva M., Maemerov M., Iztayev B., Urazaliev R., Dauletkeldi Y., Toxanbayeva B. The investigation of the impact of dynamic deterioration of ozone on grass growth and the consequence of ion–ozone cavitation treatment // J. Adv. Res. Dyn. Control Syst, 2018. Vol. 10, No. 13-SI. P. 663–671.
13. Iztayev A., Yakiyayeva M., Kulazhanov T., Kizatova M., Maemerov M., Stankevych G., Chakanova Z. Controlling the implemented mathematical models of ION-OZON cavitation treatment forlong-term storage of grain legune crops // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems, 2018. Vol. 10. No. 13 Special Issue. P. 672-680.
14. Хатун, С. Влияние механического разрыхления на реологические свойства теста из пшеничной муки [Текс] / Хатун С., Тарик С., Икбал М.С. // Журнал пищевой науки и техники. – 2015. – №52(9). – С. 5929-5.

Материал поступил в редакцию 19.08.24.

М.Н. Мамыраев[1], Т.К. Кулажанов[1], А.И. Изтаев[1], М.Д. Кенжеходжаев[2], Г.О. Магомедов[3], М.А. Якияева[1], Э.Б Аскарбеков[1]

[1]Алматы Технологиялық Университеті, Алматы қ., Қазақстан
[2]М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан
[3]Воронеж мемлекеттік инженерлік технологиялар университеті Воронеж қ., Ресей

БИДАЙ, АСҚАБАҚ, ҚАУЫН ЖӘНЕ СӘБІЗ ҰНТАҚТАРЫНЫҢ САПАСЫН ЖАҚСАРТУДАҒЫ БӨЛШЕКТЕР ӨЛШЕМДЕРІНІҢ РӨЛІ

Аңдатпа. Бөлшектердің өлшемі тамақ ұнтақтарының физика-химиялық қасиеттерінде маңызды рөл атқарады. Бұл зерттеуде бөлшектер өлшемдерінің бидай, асқабақ, қауын және сәбіз ұнтақтарының сапасы мен сипаттамаларына әсері зерттелді. Бөлшектердің өлшемін өзгерту арқылы біз ерігіштік жылдамдығын

жақсартуға, бетінің ауданын ұлғайтуға және химиялық реакцияларды жеделдетуге тырыстық, соның нәтижесінде ұзақ уақыт сақтауға және балғын жеміс шырындарын жасау үшін пайдалануға болатын жоғары сапалы жеміс-көкөніс ұнтақтарын алуға мүмкіндік пайда болды. Алынған нәтижелер осы ұнтақтарды кеңінен пайдаланатын Қазақстан және әлемнің барлық тамақ өнеркәсібі үшін маңызды мәнге ие. Атап айтқанда, осы зерттеудің нәтижелері ұнтақтарды өңдеудің жаңа әдістерін әзірлеу үшін пайдаланып, олардың тағамдық құндылығын, дәмін және сақтау мерзімін жақсарту үшін қолдануы мүмкін. Сонымен қатар, бұл зерттеу тамақ ұнтақтарын өндірудегі маңызды фактор ретінде бөлшектердің өлшемін ескерудің маңыздылығын көрсетеді. Нақтырақ айтсақ, ұнның ұсақ бөлшектері жұқа текстураны және тығыз өнімдерді жасайтыны анықталды, бұл жоғары сенсорлық және текстуралық қасиеттері бар жоғары сапалы нан алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, кіші өлшемді бөлшектер ұнның суды сіңіруге бейімділігін арттырады және көмірсуларды ферментативті гидролизге сезімтал етеді. Ұнның құрамындағы ақуыз да өте маңызды,10-11,5% диапазоны өте қолайлы деп саналады.

Тірек сөздер: бөлшектердің өлшемдері, функционалдығы, ферментативті гидролиз, желімтек түзілуі, құрғақ ұнтақ ингредиенттер.

M.N. Mamyraev[1], T.K. Kulazhanov[1], A.I. Iztaev[1], M.D. Kenzhekhodzhaev[2], G.O. Magomedov[3], M.A. Yakiyaeva[1], E.B. Askarbekov[1]

[1]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan
[2]M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan
[3]Voronezh State University of engineering technologies, Voronezh, Russia

THE ROLE OF PARTICLE SIZE IN IMPROVING THE QUALITY OF WHEAT, PUMPKIN, MELON AND CARROT POWDERS

Abstract. Particle size plays an important role in the physico-chemical properties of food powders. In this study, the effect of particle size on the quality and characteristics of wheat, pumpkin, melon and carrot powders was studied. By changing the particle size, we sought to improve the solubility rate, increase the surface area and accelerate chemical reactions, which eventually led to the production of high-quality fruit and vegetable powders that can be stored for a long time and used to prepare fresh fruit juices. The results obtained are important for the food industry of Kazakhstan and the whole world, where these powders are widely consumed. In particular, the results of this study can be used to develop new processing methods for these powders, which can be used to improve their nutritional value, taste and shelf life. In addition, this study highlights the importance of considering particle size as a critical factor in the production of food powders. In particular, it has been found that finer flour particles create a finer texture and denser products, resulting in higher quality bread with excellent sensory and textural properties. In addition, the smaller particle size increases the flour's tendency to absorb water and makes carbohydrates more susceptible to enzymatic hydrolysis. The protein content of flour is also crucial, the ideal range is 10-11.5%.

Keywords: particle size, functionality, enzymatic hydrolysis, gluten formation, dry powdered ingredients.

References

1. Iztayev A.I., Iskakova G.K., Iztayev B.A., Yakiyayeva M.A., Akkozha I.SH., Mamyrayev M.N., Rakhymbayeva M.N. Innovatsionnyye tekhnologii prigotovleniya khlebobulochnykh, muchnykh konditerskikh i makaronnykh izdeliy [Innovative technologies for the preparation of bakery, flour confectionery and pasta products]. – Almaty: TOO Izdatel'stvo «Fortuna Poligraf», 2023. – 280 p., [in Russian].

2. Magomedov G.O., Lukina S.I., Israilova KH.A. Tekhnologiya muchnykh konditerskikh izdeliy funktsional'nogo naznacheniya [Technology of functional flour confectionery products]: monograph. — Voronezh : Voronezh State Technological Academy, 2016. – 136 p., [in Russian].
3. Mogil'nyy M.P. Sbornik tekhnicheskikh normativov. Sbornik retseptur na produktsiyu konditerskogo proizvodstva [Collection of technical standards. Collection of recipes for confectionery products]. – Moscow: DeLi plus, 2011. – 560 p., [in Russian].
4. Iztayev B.A., Iztayev A.I., Yakiyayeva M.A., Tursunbayeva SH.A. Innovatsionnyye tekhnologii uskorennogo prigotovleniya khlebobulochnykh izdeliy [Innovative technologies for accelerated preparation of bakery products]. – Almaty: TOO «Fortuna Poligraf», 2022. – 430 p., [in Russian].
5. Kim J.G., Yousef A.E., Khadre M.A. Ozone and its current and future application in the food industry. – USA: The Ohio State University Columbus, 2003. – 167-218 p.
6. Magomedov G.O., Ponomareva Ye.I., Aleynik I.A. Reologicheskiye kharakteristiki sbivnogo bezdrozhzhevogo testa iz tsel'nosmolotogo zerna pshenitsy [Rheological characteristics of aerated yeast-free dough from whole wheat grain] // Khleboprodukty [Bread products], 2009. No. 1. P. 48-49, [in Russian].
7. Iskakova G.K., Iztayev A.I., Kulazhanov T.K., Mayemerov M.M., Iztayev B.A. Tekhnologiya khleba i makaronnykh izdeliy s primeneniyem ozonirovannoy i ionoozonirovannoy vody [Technology of bread and pasta using ozonized and ionozonated water]: monograph. – Almaty: ATU, 2011. – 216 p., [in Russian].
8. Li M., Peng J., Zhu K.X., Guo X.N., Zhang M., Peng W., Zhou H.M. Delineating the microbial and physical–chemical changes during storage of ozone treated wheat flour // Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2013. Vol. 20. P. 223-229.
9. Magomedov G.O., Ponomareva Ye.I. Nauchnyye i prakticheskiye osnovy tekhnologii sbivnykh funktsional'nykh khlebobulochnykh izdeliy [Scientific and practical foundations of the technology of aerated functional bakery products]: monograph. – Voronezh: Voronezh State Technological Academy, 2010. – 248 p., [in Russian].
10. Magomedov G.O., Ponomareva Ye.I., Shelest T.N., Krutskikh S.N. Proizvodstvo sbivnykh bezdrozhzhevykh muchnykh izdeliy [Production of aerated yeast-free flour products] // Khleboprodukty [Bread products], 2006. No. 6. P. 53-54, [in Russian].
11. Magomedov G.O., Ponomareva Ye.I., Shelest T.N., Krutskikh S.N., Levin YU.N. Vliyaniye razlichnykh faktorov na reologicheskiye svoystva sbivnogo bezdrozhzhevogo testa [Influence of various factors on the rheological properties of aerated yeast-free dough] // Khraneniye i pererabotka s/kh syr'ya [Storage and processing of agricultural raw materials], 2007. No. 5. P. 42-46, [in Russian].
12. Iztayev A. Yakiyayeva M., Maemerov M., Iztayev B., Urazaliev R., Dauletkeldí Y., Toxanbayeva B. The investigation of the impact of dynamic deterioration of ozone on grass growth and the consequence of ion–ozone cavitation treatment // J. Adv. Res. Dyn. Control Syst, 2018. Vol. 10, No. 13-SI. P. 663–671.
13. Iztayev A., Yakiyayeva M., Kulazhanov T., Kizatova M., Maemerov M., Stankevych G., Chakanova Z. Controlling the implemented mathematical models of ION-OZON cavitation treatment forlong-term storage of grain legune crops // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems, 2018. Vol. 10. No. 13 Special Issue. P. 672-680.
14. Khatun S., Tarik S., Ikbal M. S.Vliyaniye mekhanicheskogo razrykhleniya na reologicheskiye svoystva testa iz pshenichnoy muki [Effect of mechanical loosening on the rheological properties of wheat flour dough] // Zhurnal pishchevoy nauki i tekhniki [Journal of Food Science and Technology], 2015. No. 52 (9). P. 5929-5, [in Russian].

ҒТАМР 65.59.03

Ж.С. Желеуова[1] – *негізгі автор,*
Э.Т. Кансейтова[2], А.Р. Тасполтаева[3],
А.С.Балабекова[4], Г.Е. Қоштаева[5]

[1]*PhD, доцент,* [2]*Ауыл-шар. ғылым. канд., аға оқытушы,*
[3]*Техн. ғылым. канд., доцент,* [4]*Аға оқытушы,* [5]*Оқытушы*

ORCİD [1]*https://orcid.org/0000-0001-5171-7392* [2]*https://orcid.org/0000-0002-8275-5786*
[3]*https://orcid.org/0000-0002-0286-4721* [4]*https://orcid.org/0000-0001-7704-3699*
[5]*https://orcid.org/0009-0009-7802-7979*

[1,2,3,4,5]*М.Әуезов атындағы Оңтүтік Қазақстан университеті,*
Шымкент қ., Қазақстан

[1]zhozi_tima@mail.ru

https://doi.org/10.55956/ZZIV9315

ӨСІМДІК НЕГІЗІНДЕГІ ЕТ АЛМАСТЫРҒЫШТАН ЖАСАЛҒАН ЖАРТЫЛАЙ ЫСТАЛҒАН ШҰЖЫҚТЫҢ АМИНҚЫШҚЫЛДАРЫ МЕН МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Мақалада өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжықтың органолептикалық көрсеткіштері, ақуыз бен майдың массалық үлесі, аминқышқылдарының және май қышқылдарының құрамы зерттелді. Жартылай ысталған шұжыққа қолданатын өсімдік шикізаты ретінде соя мен ноқат таңдалынып алынды және органолептикалық бағалау нәтижесінде олардың оңтайлы қатынасы (70:30) анықталды.

Соя мен ноқаттың құрамы басқа бұршақ тұқымдастарына қарағанда ақуыздың мөлшерінің көптігімен ерекшеленеді. Осы өсімдік тектес өнімдерден дайындалған жартылай ысталған шұжықтың ақуызының мөлшері бақылау үлгісімен салыстырғанда екінші үлгіде 15,76%, үшінші үлгіде 14,77%, төртінші үлгіде 11,07%, бесінші үлгіде 9,98% жоғары екендігі анықталды. Сәйкесінше аминқышқылдарының құрамы да, атап айтқанда, аспарагин қышқылы, аргинин, фенилаланин, валин, метионин, треонин, лейцин лизин бақылау үлгісімен салыстырғанда 61,24%-ға, 28%-ға, 24,8%-ға, 25%-ға, 15,58%-ға, 14,28%-ға, 4,13 есе, 5,39 есе артық екендігі зерттелді. Бұл өнімді биологиялық құнды және ақуызға бай өнім ретінде санауға болатынын көрсетеді.

Тірек сөздер: ет алмастырғыш, өсімдік шикізаты, жартылай ысталған шұжық, аминқышқылдарының құрамы, май қышқылдарының құрамы, соя, ноқат.

Желеуова, Ж.С. Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжықтың аминқышқылдары мен май қышқылдарының құрамын зерттеу [Мәтін] / Ж.С. Желеуова, Э.Т. Кансейтова, А.Р.Тасполтаева, А.С. Балабекова, Г.Е. Қоштаева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.115-127. https://doi.org/10.55956/ZZIV9315

Кіріспе. Қазіргі уақытта ет өнімдері нарығы еліміздегі ең қарқынды дамып келе жатқан нарықтардың бірі болып табылады. Дайын өнімге сұраныстың артуымен және тұтынушылардың қазіргі өмір салтымен

байланысты ет өнімдерін өндіру мен тұтынудың өсу үрдісі үнемі байқалады. Ет шикізатының тапшылығы және өндірушілердің өнімнің өзіндік құнын төмендетуге деген ұмтылысы жағдайында ақуыздың баламалы көздерінің және олардан өндірілген өнімдердің болуы отандық ет нарығы үшін өте өзекті болып табылады [1,2]. Сондықтан, ет өнімдерін өндіруде бүгінде өсімдік ақуыздары өте кең қолданылады, бұл қымбат ет шикізатын баламалы ауыстыруға мүмкіндік береді. Мұндай өсімдік тектес өнімдердің артықшылығы құрамында талшықтың болуымен, қаныққан май мөлшерінің аздығымен, холестериннің болмауымен, жануарлардан алынатын өнімдермен салыстырғанда ақуыздың жоғары сіңімділігімен сипатталады. Сонымен қатар, діни, этикалық жағдайлар, қоршаған ортаға қамқорлық секілді факторлар өсімдік тектес ет өнімдерін өндіру мен тұтынудың дамуына себепші болуда [3,4].

Тамақ өнеркәсібі салаларының ішінде шұжық өнеркәсібі әлемдік азық-түлік секторындағы маңызды салаларының бірі болып табылады.

Шұжықтар дәмі мен тасымалдауға ыңғайлы болуына байланысты бүкіл әлемде өте танымал. Дегенмен, мал шаруашылығы өнімдерінің антибиотиктермен, гормоналды препараттармен ластану қаупін ескере отырып, кейбір шұжықтардың май мен калориясының жоғары болуына, пайдалы және діни (халал) тағамдарға жоғары сұраныс пен экономикалық себептерге байланысты тұтынушылардың санымен шектеліп отыр. Өсімдік негізіндегі шұжықтар денсаулыққа пайдалы, ақуызы жоғары, майы аз нұсқаларды талап ететін қазіргі нарықта ет алмастырудың балама нұсқасы болып табылады [5-7]. Сондықтан, бұл зерттеу өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштарды, соның ішінде соя мен ноқат сияқты функционалдық ингредиенттерді пайдалана отырып әзірлеуге болатын шұжықтар үшін балама ет көздерін зерттеуге бағытталған.

Шетелдік ғалымдар Е.Н. Охохонина, П.Д. Лихачева, М.Н. Ткаченко «Сервелат «Коньяк» пісіріліп-ысталған шұжықты өндіру технологиясында өнімге 15% экструдталған ноқат пайдаланған. Алайда, авторлар ұсынған технологияда өнімнің құрамында тек 15% ғана өсімдік шикізатын қолданып, ал қалған 85% жануарлар шикізаттары болып табылады [1].

Неміс ғалымдары Marta Ghebremedhin, Mathias Baechle, Thomas A. Vilgis асбұршақ пен картоп ақуызының изолятынан дайындалған вегетариандық шұжықтардың технологиясын жасады. Аталған шұжықтың құрамындағы ақуызының мөлшері (2,2%) төмен болуы және ылғалдылығының (73%) жоғары болуы жартылай ысталған шұжық өндірісі үшін тиімсіз [8].

Индия ғалымдары Ravichandran Keerthana Priya, Ashish Rawson, Rajagopal Vidhyalakshmi, Rangarajan Jagan Mohan ет алмастырғыш ретінде банан гүлін (Musa paradisiaca) және джекфрутті (Artocarpus heterophyllus Lam.) пайдалана отырып, вегетариандық шұжық әзірлеген болатын. Бірақ негізгі шикізаттары экзотикалық жемістер болғандықтан, отандық нарықта банан гүлі мен джекфрутты қолдану экономикалық тұрғыдан тиімсіз болып табылады [9].

Перу елінің ғалымдары Karen P. Carhuancho-Colca, Reynaldo J. Silva-Paz, Carlos Elías-Peñafiel, Bettit K. Salvá-Ruiz,Christian R. Encina-Zelada 15% ноқат ұнынан, 51% жұмыртқа альбуминінен және 34% соя ақуыз концентратынан дайындалған вегетариандық шұжық жасаған болатын. Шұжықтың құрамында өсімдік шикізаты 49% құрап отыр. Аталған шұжықтың ақуызының массалық үлесі 16,3% [10]. Ноқат пен сояның

құрамындағы ақуызының мөлшерін ескере отырып, екеуінің қатынасын өзгерту және өнімді толықтай өсімдік шикізатынан дайындау арқылы ақуыздың мөлшерін арттыру мүмкіндігін қарастыруға болады.

Қазіргі таңда бұршақ дақылдары арасындағы жануарлар ақуызының негізгі алмастырғышы ретінде соя көп қолданысқа ие болуда, және ол барлық ет алмастырғыштардың шамамен 68% құрайды. Соя өте құнды майлы және жоғары ақуызды дақыл болып табылады, өйткені оның құрамында кез келген басқа өсімдік негізіндегі ет алмастырғышпен салыстырғанда орта есеппен 35-40% ақуыз бар. Сояның химиялық құрамына 10-30% ылғал, 15-20% май, 30% көмірсулар, тағамдық талшықтар, минералдар және В дәрумендері кіреді [11-14].

Ноқат (Cicer arietinum L.) бүкіл әлемде ең көп қолданылатын және танымал бұршақ дақылдарының бірі, ол әдетте тұқым, ұн немесе консервілер түрінде сатылады. Ноқат құрамында 17-22% ақуыз бар, ақуыздың ас қорыту коэффициенті 80-89% және биологиялық құндылығы 78% жоғары [15]. Ноқат адреналин, холин, цистеин және күкірт биосинтезіне қатысатын лизин, триптофан, құрамында алифатты күкірт бар амин қышқылы – метионин құрамы бойынша басқа дақылдардан асып түсетіні анықталды [16]. Ет баламалары үшін ноқат ақуызын қолдану бойынша зерттеулер жалғасуда, ал ноқат ақуызының қасиеттері мен тағамдық матрицалардағы басқа ингредиенттермен өзара әрекеттесуі іс жүзінде зерттелмеген.

Бұл зерттеудің мақсаты – өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжықтың ақуызы мен майдың массалық үлесін, аминқышқылдары мен май қышқылдарының құрамы секілді физика-химиялық көрсеткіштерін анықтау болып табылады.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеу нысандарына келесілер жатады:

1) 90:10 қатынасында соя мен ноқаттан жасалған жартылай ысталған шұжық;

2) 80:20 қатынасында соя мен ноқаттан жасалған жартылай ысталған шұжық;

3) 70:30 қатынасында соя мен ноқаттан жасалған жартылай ысталған шұжық;

4) 60:40 қатынасында соя мен ноқаттан жасалған жартылай ысталған шұжық.

Дайын өнімді органолептикалық бағалау МемСТ 9959-91 бойынша 5 балдық шкала бойынша жүргізілді.

Ақуыздың массалық үлесі МемСТ 10846-91, майдың массалық үлесі МемСТ 23042-86, май қышқылының құрамы МемСТ 51486-99 сәйкес анықталды.

Аминқышқылдарының массалық үлесін өлшеу әдісі «Капель» капиллярлық электрофорез жүйесін қолдана отырып, М-04-38-2009 құралында капиллярлық электрофорез әдісімен жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Соя мен ноқаттың қатынасымен (90:10, 80:20, 70:30, 60:40) ерекшеленетін өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жартылай ысталған шұжықтың 4 үлгісі дайындалды. Салыстыру мақсатында бақылау үлгісі ретінде МемСТ Р 31785-2012 сәйкес жасалған сиыр етінен шұжық дайындалды.

Шұжық өнімдерінің үлгілерін органолептикалық бағалау 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1

Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжықтың органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштердің атауы	Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжықтың сипаттамасы			
	Соя мен ноқаттан жасалған жартылай ысталған шұжық (сәйкесінше 90:10 қатынасында)	Соя мен ноқаттан жасалған жартылай ысталған шұжық (сәйкесінше 80:20 қатынасында)	Соя мен ноқаттан жасалған жартылай ысталған шұжық (сәйкесінше 70:30 қатынасында)	Соя мен ноқаттан жасалған жартылай ысталған шұжық (сәйкесінше 60:40 қатынасында)
Сыртқы түрі	Беткі жағы құрғақ, таза, ешқандай дақтар мен жабысуларсыз			
Түсі	Ашық қоңыр	Ашық қоңыр	Ашық қоңыр	Ашық қоңыр
Иісі	Жартылай ысталған шұжыққа тән, дәмдеуіштердің жағымды хош иісі бар, ноқаттың әлсіз өзіндік иісі мен сояның айқын иісі сезіледі	Өнімнің бұл түріне тән дәмдеуіштердің хош иісі, ноқат пен сояның өзіндік иісі сезіледі	Жартылай ысталған шұжыққа тән, дәмдеуіштердің жағымды хош иісі бар, ноқаттың өзіндік иісі мен сояның әлсіз иісі сезіледі	Жартылай ысталған шұжыққа тән, дәмдеуіштердің жағымды хош иісі бар, ноқаттың айқын иісі, сояның әлсіз ерекше иісі сезіледі
Консистенциясы	Тығыз, біртекті		Біртекті, кескенде аздап ұсақталады	
Дәмі	Өнімнің аталған түріне тән, дәмдеуіштердің жағымды дәмі бар, ноқаттың әлсіз өзіндік дәмі мен сояның айқын дәмі сезіледі	Өнімнің аталған түріне тән, дәмдеуіштердің жағымды дәмі, ноқат пен сояның өзіндік дәмі бар	Жартылай ысталған шұжыққа тән, дәмдеуіштердің жағымды дәмі, ноқат пен сояның әлсіз өзіндік дәмі бар	Жартылай ысталған шұжыққа тән, дәмдеуіштердің жағымды дәмі, ноқаттың айқын дәмі, сояның әлсіз өзіндік дәмі сезіледі

1-кестеде келтірілген мәліметтерге сүйенсек, соя мен ноқаттың өзіндік ерекше иісі мен дәмі бар екендігі, және оларды өсімдік шикізаттарының дұрыс үйлесімі арқылы бейтараптандыруға болатындығы анықталды. Соя мен ноқаттың қатынасы 90:10 және 80:20 болатын өсімдік негізіндегі жартылай ысталған шұжықтарда сояның өзіндік иісі мен дәмі ерекше қатты сезіледі, ал соя мен ноқаттың қатынасы 60:40 құрайтын үлгіде ноқаттың дәмі айқын сезілді және кесілген кездегі консистенциясы ұсақталғандықтан, бұл шұжықтар тұтынушылар үшін қолайсыз деп танылды. Соя мен ноқаттың қатынасы 70:30 құрайтын өсімдік негізіндегі жартылай ысталған шұжықта ноқат пен сояның әлсіз ғана өзіндік иісі мен дәмі жартылай ысталған шұжыққа ерекше татымдылық қосып тұрды.

Алынған нәтижелерді қорытындылай келе, жартылай ысталған шұжық өндірісінде ет алмастырғыш ретінде соя және ноқаттың оңтайлы қатынасы (70:30) таңдап алынды.

Сиыр етінен дайындаған жартылай ысталған шұжық пен өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан алынған жартылай ысталған шұжықтың ақуызы мен майының массалық үлесін зерттеу нәтижелері 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2

Сиыр етінен дайындаған жартылай ысталған шұжық пен өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан алынған жартылай ысталған шұжықтың физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштердің атауы, өлшем бірліктері	Бақылау үлгісі	№2 үлгі	№3 үлгі	№4 үлгі	№5 үлгі
	Сиыр етінен дайындалған жартылай ысталған шұжық	Соя мен ноқаттан жасалған жартылай ысталған шұжық (90:10)	Соя мен ноқаттан жасалған жартылай ысталған шұжық (80:20)	Соя мен ноқаттан жасалған жартылай ысталған шұжық (70:30)	Соя мен ноқаттан жасалған жартылай ысталған шұжық (60:40)
Ақуыздың массалық үлесі, %	18,37±2,76	34,13±2,05	33,14±1,99	29,44±1,77	28,35±1,7
Майдың массалық үлесі, %	20,46±1.64	3,31±0,2	3,19±0,19	2,86±0,17	2,73±0,16

Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан дайындалған жартылай ысталған шұжықтың ақуызын зерттеу нәтижесінде (2-кесте), екінші үлгіде бақылау үлгісімен салыстырғанда ақуыздың мөлшері 15,76%-ға, үшінші үлгіде 14,77%-ға, төртінші үлгіде 11,07%-ға, бесінші үлгіде 9,98%-ға жоғары екендігі анықталды. Сондай-ақ, екінші, үшінші, төртінші және бесінші үлгілерде бақылау үлгісімен салыстырғанда майдың мөлшері сәйкесінше 17,15%, 17,27%, 17,6%, 17,73% аз екендігі анықталды.

Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан дайындалған жартылай ысталған шұжықтағы ақуыздың мөлшері жоғары болуы бұл өнімді ақуыздың толыққанды көзі ретінде көрсетсе, ал май мөлшерінің аз болуы диеталық өнімге жатқызуға мүмкіндік береді.

Нарықтағы өсімдік негізіндегі шұжықтардың ақуызы мен майының мөлшерін соя мен ноқаттың оңтайлы қатынасы 70:30 болатын өсімдік негізіндегі жартылай ысталған шұжықпен салыстырмалы талдау 3-кестеде келтірілген.

3-кестеде келтірілген мәліметтерді қорытындылай келе, соя мен ноқаттың оңтайлы (70:30) қатынасынан дайындалған жартылай ысталған шұжықтың ақуызын асбұршақ пен картоп ақуызының изолятынан дайындалған шұжықпен, банан гүлі және джекфруттан дайындалған шұжықпен, ноқат ұнынан, жұмыртқа альбуминінен және соя ақуыз концентратының (15:51:34) қатынасынан дайындалған шұжықтармен салыстырғанда сәйкесінше 27,24%-ға, 10,44%-ға, 13,14%-ға артық екені анықталды. Бұл нарықтағы шығарылып жатқан өсімдік негізіндегі шұжықтарға қарағанда соя мен ноқаттың оңтайлы (70:30) қатынасынан дайындалған жартылай ысталған шұжықтың анағұрлым ақуызға бай өнім екендігін растайды.

Ал соя мен ноқаттың оңтайлы (70:30) қатынасынан дайындалған жартылай ысталған шұжықтың май мөлшері (3-кесте) асбұршақ пен картоп ақуызының изолятынан дайындалған шұжықпен салыстырғанда 9,14%-ға кем, банан гүлі және джекфруттан дайындалған шұжыққа қарағанда 0,71%-ға төмен, ноқат ұнынан, жұмыртқа альбуминінен және соя ақуыз концентратының (15:51:34) қатынасынан дайындалған шұжықпен салыстырғанда 0,29%- ға артық екені анықталды. Барлық дерлік өсімдік негізінде дайындалған шұжықтардың майының мөлшері еттен жасалынған шұжықтарға қарағанда едәуір төмен жүреді. Бұл оларды диеталық тағамдар қатарына жатқызуға мүмкіндік береді.

Өнімнің органолептикалық көрсеткіштері химиялық құрамы мен тағамдық құндылығынан гөрі тұтынушылардың таңдауына әсер етеді және сайып келгенде олардың сұранысын қалыптастырады. Сондықтан, органолептикалық көрсекіштерін анықтау барысында, соя мен ноқаттың оңтайлы қатынасы 70:30 деп таңдалып алынған өсімдік негізіндегі жартылай шұжықтың аминқышқылдары мен май қышқылдарын бақылау үлгісімен салыстыру және оны әрі қарай зерттеуге себепші болды.

Кесте 3

Өсімдік негізіндегі шұжықтардың ақуызы мен май мөлшерінің салыстырмалы көрсеткіштері

Көрсеткіштердің атауы, өлшем бірліктері	Соя мен ноқаттан жасалған жартылай ысталған шұжық (70:30)	Асбұршақ пен картоп ақуызының изолятынан дайындалған вегетариандық шұжық [8]	Банан гүлі және джекфруттан дайындалған вегетариандық шұжық [9]	Ноқат ұнынан, жұмыртқа альбуминінен және соя ақуыз концентратынан дайындалған вегетариандық шұжық (15:51:34) [10]
Ақуыздың массалық үлесі, %	29,44±1,77	2,2	19,0±0,36	16,3
Майдың массалық үлесі, %	2,86±0,17	12,0	3,57±0,29	2,57

Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжықтың аминқышқылдары мен май қышқылдарының сапалық көрсеткіштері зерттелді.

Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжық пен сиыр етінен жасалған жартылай ысталған шұжықтың аминқышқылдарының құрамын салыстырмалы талдау 1-суретте көрсетілген.

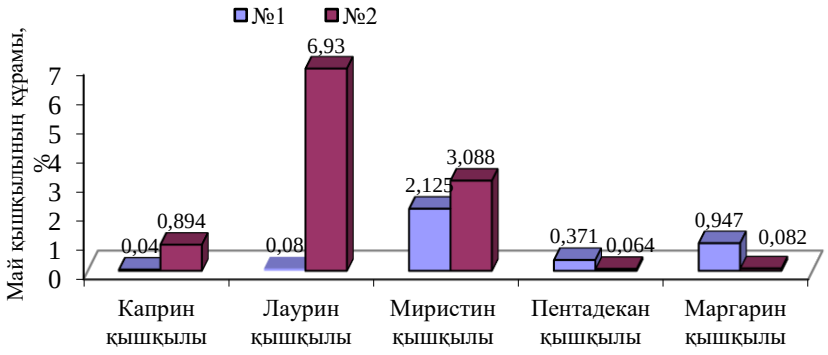
Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжықта (соя мен ноқаттың қатынасы 70:30) бақылау үлгісімен салыстырғанда (сиыр етінен жасалған жартылай ысталған шұжық), аспарагин қышқылы 61,24%-ға, аргинин 28%-ға, фенилаланин 24,8%-ға, лейцин 4,13 есе артық, лизин 5,39 есе көп, валин 25%-ға, метионин 15,58%-ға, треонин 14,28%-ға артық екені, ал триптофан мен изолейцин сәйкесінше 63,34%-ға, 31,04%-ға кем екендігі анықталды. Аминқышқылдарының басым көпшілігінің мөлшері көп болуы, биологиялық құндылығы жоғары өнім екенін көрсетеді. Себебі, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан, валин алмастырылмайтын аминқышқылдарына, яғни

адам ағзасында синтезделмейтін немесе аз мөлшерде синтезделетін, ағзаға тек тағаммен қамтамасыз етілетін аминқышқылдар тобына жатады.

№1 – бақылау үлгісі (сиыр етінен жасалған жартылай ысталған шұжық), №2 – тәжірибелік үлгі (өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжық)

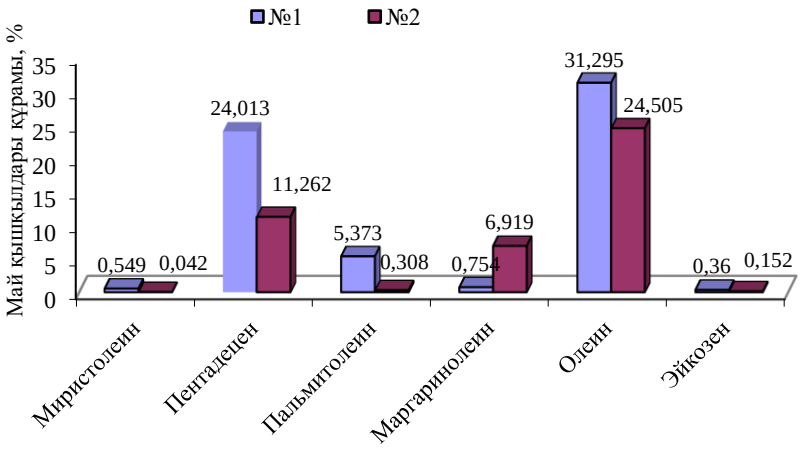
Сурет 1. Жартылай ысталған шұжықтың аминқышқылдарының құрамы

Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжықтың май қышқылының құрамын зерттеу нәтижелері 2, 3, 4-суреттерде келтірілген.



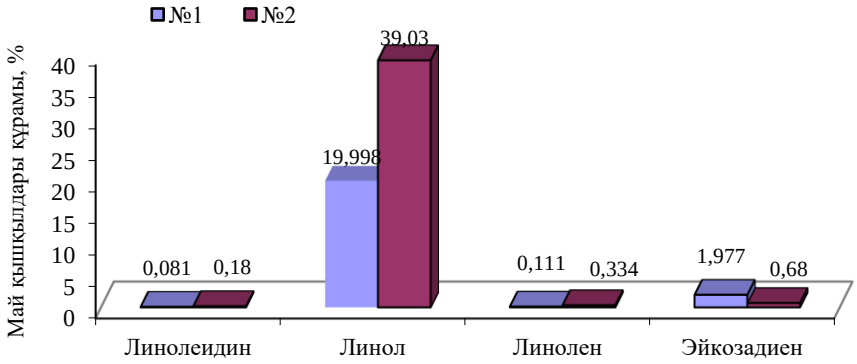
№1 – бақылау үлгісі (сиыр етінен жасалған жартылай ысталған шұжық), №2 – тәжірибелік үлгі (өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжық)

Сурет 2. Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжықтың қаныққан май қышқылдары



№1 – бақылау үлгісі (сиыр етінен жасалған жартылай ысталған шұжық), №2 – тәжірибелік үлгі (өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжық)

Сурет 3. Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжықтың моноқанықпаған май қышқылдары



№1 – бақылау үлгісі (сиыр етінен жасалған жартылай ысталған шұжық), №2 – тәжірибелік үлгі (өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжық)

Сурет 4. Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжықтың полиқанықпаған май қышқылдары

Жартылай ысталған шұжықтың май қышқылдық құрамын зерттегенде, өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжықтың (соя мен ноқаттың қатынасы 70:30) қанықкан май қышқылдарын бақылау үлгісімен салыстырғанда каприн қышқылы 0,854%-ға жоғары, лаурин қышқылы 6,85%-ға жоғары, миристин қышқылы 0,963%-ға жоғары, пентадекан қышқылы 0,307%-ға аз, маргарин қышқылы 0,865%-ға аз екендігі анықталды. Сондай-ақ, моноқанықпаған және полиқанықпаған май қышқылдарын талдау нәтижелері бойынша, тәжірибелік үлгіні бақылау үлгісімен салыстырғанда миристолеин қышқылы 0,507%-ға, пентадецен қышқылы 12,751%-ға, пальмитолеин қышқылы 5,065%-ға, олеин қышқылы

6,79%-ға, эйкозен қышқылы 0,208%-ға, эйкозадиен қышқылы 1,297%-ға аз екендігі анықталды, және маргаринолеин қышқылдары 6,165%-ға, линолеидин қышқылы 0,099%-ға, линол қышқылы 19,032%-ға, линолен қышқылы 0,223%-ға жоғары екендігі зерттелді. Алынған нәтижелер тәжірибелік үлгідегі майдың төмен мөлшері өнімнің май қышқылының құрамына аса әсер етпегенін көрсетеді.

Қорытынды. Органолептикалық бағалау нәтижесінде, өсімдік шикізаты ретінде жартылай ысталған шұжыққа қолданылатын соя мен ноқаттың оңтайлы қатынасы (70:30) анықталды.

Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан дайындалған жартылай ысталған шұжықтың ақуызын зерттеу барысында, №2, №3, №4, №5 тәжірибелік үлгілерді бақылау үлгісімен салыстырғанда сәйкесінше 15,76%, 14,77%, 11,07%, 9,98%-ға жоғары екендігі анықталды.

Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан дайындалған жартылай ысталған шұжықтың майының массалық үлесін анықтау нәтижесінде, №2, №3, №4, №5 тәжірибелік үлгілерді бақылау үлгісімен салыстырғанда сәйкесінше 17,15%, 17,27%, 17,6%, 17,73% аз екендігі анықталды. Яғни, бұл өнімді диеталық өнімдер қатарына жатқызуға болатынын айғақтайды.

Өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жасалған жартылай ысталған шұжықта аминқышқылдарының құрамы, атап айтқанда аспарагин қышқылы, аргинин, фенилаланин, валин, метионин, треонин, лейцин, лизин бақылау үлгісімен салыстырғанда сәйкесінше 61,24%-ға, 28%-ға, 24,8%-ға, 25%-ға, 15,58%-ға, 14,28%-ға, 4,13 есе, 5,39 есе көп екені анықталды. Ал триптофан мен изолейцин бақылау үлгісімен салыстырғанда сәйкесінше 63,34%-ға, 31,04%-ға кем екендігі зерттелді.

Соя мен ноқаттан дайындалған жартылай ысталған шұжықтың май қышқылдарының құрамын зерттегенде, тәжірибелік үлгіні (соя мен ноқаттың қатынасы 70:30) бақылау үлгісімен салыстырғанда каприн қышқылы 0,854%-ға, лаурин қышқылы 6,85%-ға, миристин қышқылы 0,963%-ға, маргаринолеин қышқылы 6,165%-ға, линолеидин қышқылы 0,099%-ға, линол қышқылы 19,032%-ға, линолен қышқылы 0,223%-ға жоғары екендігі зерттелді.

Әдебиеттер тізімі

1. Охохонина, Е.Н. Использование растительных компонентов в технологии варено-копченых колбасных изделий [Текст] / Е.Н. Охохонина, П.Д. Лихачева, М.Н. Ткаченко // Молодежь и наука. – 2019. – №4. – С.69-73.
2. Менакова, А.Н. Состояние и перспективы производства растительных аналогов мясной продукции [Текст] / А.Н. Менакова, Е.В. Жиркова // Церевитиновские чтения. Материалы IX Международной научно-практической конференции: Москва, 2023 – С.193-195.
3. Бычкова, Е.С. Технологические особенности и перспективы использования растительных белков в индустрии питания [Текст] / Е.С. Бычкова, Л.Н. Рождественская, В.Д. Погорова, Д.В. Госман // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2018. – №2. – С.53-57.
4. Широкова, Н.В. Разработка технологии комбинированного функционального мясного продукта [Текст] / Н.В. Широкова, П.С. Кобыляцкий, Т.В. Демьянова // Научная жизнь. – 2019. – Т.14, №12(100). – С.1910-1916.
5. Md. Anisur Rahman Mazumder, Naphat Sujintonniti, Pranchalee Chaum, Sunantha Ketnawa and Saroat Rawdkuen Developments of Plant-Based Emulsion-Type Sausage by Using Grey Oyster Mushrooms and Chickpeas // Foods, 2023. No. 12. P.1564.

6. Юшков, С. Разработка комплексного состава растительных белков, имеющего полноценный набор аминокислот [Текст] // Бизнес пищевых ингредиентов. – 2018. – №1. – С. 22-27.
7. Zheleuova Zh.S., UzakovYa.M., Shingisov A.U., Alibekov R.S., Khamitova B.M. Development of halal cooked smoked beef and turkey sausage using a combined plant extracts // Journal of Food Processing and Preservation, 2021. Vol. 45, Iss. 1.
8. Marta Ghebremedhin, Mathias Baechle, Thomas A. Vilgis. Meat-, vegetarian-, and vegan sausages: Comparison of mechanics, friction, and structure // Physics of Fluids, 2022. Vol. 34, Issue 4.
9. Ravichandran Keerthana Priya, Ashish Rawson, Rajagopal Vidhyalakshmi, Rangarajan Jagan Mohan. Development of vegan sausage using banana floret (Musa paradisiaca) and jackfruit (Artocarpus heterophyllus Lam.) as a meat substitute: Evaluation of textural, physico-chemical and sensory characteristics // Journal of Food Processing and Preservation, 2021. Vol. 46, Iss. 1.
10. Karen P. Carhuancho-Colca, Reynaldo J. Silva-Paz, Carlos Elías-Peñafiel, Bettit K. Salvá-Ruiz,Christian R. Encina-Zelada. Comparison of Vegetarian Sausages: Proximal Composition, Instrumental Texture, Rapid Descriptive Sensory Method and Overall Consumer Liking // Foods, 2024. Vol. 13, Iss. 11.
11. Тимофеева, А.Н. Соевый белок в мясной промышленности и его влияние на организм [Текст] / А.Н. Тимофеева // Интеллектуальный и научный потенциал XXI ВЕКА: Сборник статей Международной научно-практической конференции: Часть. 6. Уфа: АЭТЕРНА, 2016. – С.52-53.
12. Шелепина, Н.В. Использование продуктов переработки зернобобовых культур в качестве альтернативы мясному белку [Текст] / Н.В. Шелепина // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. – 2018. – №8. – С.186-190.
13. Ложкин, А.Г. Факты о сое [Текст] / А.Г. Ложкин, В.Л. Димитриев, И.П. Елисеев // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию первого выпуска технологов сельскохозяйственного производства. – Чебоксары, 2018. – С.96-100.
14. Синкевич, Е.В. Гигиеническая оценка и сравнительный анализ пищевой и биологической ценности мяса и соевого текстурата [Текст] / Е.В. Синкевич А.Н. Плечко // Достижения современного сестринского движения и практики: сборник материалов к 30-летию высшего сестринского образования в Республике Беларусь. – Гродно: ГрГМУ, 2022. – С. 120-123.
15. Макушин, А.Н. Влияние муки из семян нута на качество копчено-вареных рулетов из мяса птицы [Текст] / А.Н. Макушин // Вклад молодых ученых в аграрную науку: мат. Международной научно-практической конференции. – Кинель: РИО СГСХА, 2018. – С.401-404.
16. Камербаев, А.Ю. Разработка технологии получения белкового гидролизата из нута [Текст] / А.Ю. Камербаев, Д.С.Свидерская, А.П. Абраменко // Пищевая промышленность. – 2016. – №3. – С.41-43.

Бұл зерттеулер AP19679729 «Функционалды мақсатта өсімдік негізіндегі ет алмастырғыштан жартылай ысталған шұжық технологиясын жасау» жобасы аясында жүргізілді және Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландыруда.

Материал редакцияға 21.08.24 түсті.

Ж.С. Желеуова[1], Э.Т. Кансейтова[1], А.Р. Тасполтаева[1], А.С. Балабекова[1], Г.Е. Коштаева[1]

[1]Южно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова, г.Шымкент, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО И ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ПОЛУКОПЧЕНОЙ КОЛБАСЫ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО ЗАМЕНИТЕЛЯ МЯСА

Аннотация. В статье исследованы органолептические показатели, массовая доля белка и жира, аминокислотный и жирнокислотный состав полукопченой колбасы из растительного заменителя мяса. В качестве растительного сырья для полукопченой колбасы были выбраны соя и нут, и в результате органолептической оценки было выбрано их оптимальное соотношение (70:30).

Состав сои и нута отличается большим количеством белка, чем у других бобовых культур. По результатом исследовании белка, у полукопченой колбасы из данного растительного сырья было выявлено, что у второго образца белка больше на 15,76%, у третьего образца выше на 14,77%, у четвертого образца больше на 11,07%, у пятого образца выше на 9,98% по сравнению с контрольным образцом. Соответственно, аминокислотный состав, такие как, аспарагиновая кислота, аргинин, фенилаланин, валин, метионин, треонин, лейцин, лизин, выше на 61,24%, 28%, 24,8%, 25%, 15,58%, 14,28% и в 4,13 раза, 5,39 раза больше, чем в контрольном образце. Это свидетельствует о том, что продукт можно рассматривать как биологически ценный и богатый белком продукт.

Ключевые слова: заменитель мяса, растительное сырье, полукопченая колбаса, аминокислотный состав, жирнокислотный состав, соя, нут.

Zh.S. Zheleuova[1], E.T. Kanseitova[1], A.R. Taspoltaeva[1], A.S. Balabekova[1], G.E. Koshtayeva[1]

[1]M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

INVESTIGATION OF THE AMINO ACID AND FATTY ACID COMPOSITION OF SEMI-SMOKED SAUSAGE FROM A VEGETABLE MEAT SUBSTITUTE

Abstract. The article investigates the organoleptic parameters, the mass fraction of protein and fat, the amino acid and fatty acid composition of semi-smoked sausage from a vegetable meat substitute. Soy and chickpeas were selected as vegetable raw materials for semi-smoked sausage, and as a result of an organoleptic evaluation, their optimal ratio (70:30) was chosen.

The composition of soy and chickpeas differs in a large amount of protein than that of other legumes. According to the results of the protein study in semi-smoked sausage from this vegetable raw material, it was revealed that the second sample had 15.76% more protein, the third sample had 14.77% higher, the fourth sample had 11.07% more, the fifth sample had 9.98% higher compared to the control sample. Accordingly, the amino acid composition, such as aspartic acid, arginine, phenylalanine, valine, methionine, threonine, leucine, lysine, are 61.24%, 28%, 24.8%, 25%, 15,58%, 14,28% higher, and 4.13 times, 5.39 times more than in the control sample. This indicates that the product can be considered as a biologically valuable and protein-rich product.

Keywords: meat substitute, vegetable raw materials, semi-smoked sausage, amino acid composition, fatty acid composition, soy, chickpeas.

References

1. Ohohonina E.N., Lihacheva P. D., Tkachenko M. N. Ispol'zovanie rastitel'nyh komponentov v tekhnologii vareno-kopchenyh kolbasnyh izdelij [Use of plant components in the technology of cooked-smoked sausages] // Molodezh' i nauka [Youth and Science], 2019. No. 4. P. 69-73, [in Russian].
2. Menakova A.N., ZHirkova E.V. Sostoyanie i perspektivy proizvodstva rastitel'nyh analogov myasnoj produkcii [Status and prospects of production of plant analogues of meat products] // Cerevitinovskie chteniya Materialy IH Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Tserevitinovskie readings. Proceedings of the IX International scientific and practical conference]. Moscow, 2023. P. 193-195, [in Russian].
3. Bychkova E.S., Rozhdestvenskaya L.N. Pogorova V.D., Gosman D.V. Tekhnologicheskie osobennosti i perspektivy ispol'zovaniya rastitel'nyh belkov v industrii pitaniya [Technological features and prospects for the use of plant proteins in the food industry] // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya [Storage and processing of agricultural raw materials], 2018. No. 2. P. 53-57, [in Russian].
4. SHirokova N.V., Kobylyackij P.S., Dem'yanova T.V. Razrabotka tekhnologii kombinirovannogo funkcional'nogo myasnogo produkta [Development of technology for a combined functional meat product] // Nauchnaya zhizn' [Scientific life], 2019. Vol. 14, No. 12(100). P. 1910-1916, [in Russian].
5. Md. Anisur Rahman Mazumder, Naphat Sujintonniti, Pranchalee Chaum, Sunantha Ketnawa and Saroat Rawdkuen Developments of Plant-Based Emulsion-Type Sausage by Using Grey Oyster Mushrooms and Chickpeas // Foods, 2023. No. 12. P.1564.
6. Yushkov S. Razrabotka kompleksnogo sostava rastitel'nykh belkov, imeyushchego polnotsennyy nabor aminokislot [Development of a complex composition of plant proteins with a complete set of amino acids] // Biznes pishchevykh ingrediyentov [Business of food ingredients], 2018. No. 1. P. 22-27, [in Russian].
7. Zheleuova Zh.S., UzakovYa.M., Shingisov A.U., Alibekov R.S., Khamitova B.M. Development of halal cooked smoked beef and turkey sausage using a combined plant extracts // Journal of Food Processing and Preservation, 2021. Vol. 45, Iss. 1.
8. Marta Ghebremedhin, Mathias Baechle, Thomas A. Vilgis. Meat-, vegetarian-, and vegan sausages: Comparison of mechanics, friction, and structure // Physics of Fluids, 2022. Vol. 34, Issue 4.
9. Ravichandran Keerthana Priya, Ashish Rawson, Rajagopal Vidhyalakshmi, Rangarajan Jagan Mohan. Development of vegan sausage using banana floret (Musa paradisiaca) and jackfruit (Artocarpus heterophyllus Lam.) as a meat substitute: Evaluation of textural, physico-chemical and sensory characteristics // Journal of Food Processing and Preservation, 2021. Vol. 46, Iss. 1.
10. Karen P. Carhuancho-Colca, Reynaldo J. Silva-Paz, Carlos Elías-Peñafiel, Bettit K. Salvá-Ruiz,Christian R. Encina-Zelada. Comparison of Vegetarian Sausages: Proximal Composition, Instrumental Texture, Rapid Descriptive Sensory Method and Overall Consumer Liking // Foods, 2024. Vol. 13, Iss. 11.
11. Timofeeva, A.N. Soevyj belok v myasnoj promyshlennosti i ego vliyanie na organizm [Soy protein in the meat industry and its impact on the body] // Intellektual'nyj i nauchnyj potencial XXI VEKA: sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Intellectual and scientific potential of the XXI century: Collection of articles of the International scientific and practical conference]. - Ufa: AETERNA: Part. 6, 2016. P.52-53, [in Russian]
12. SHelepina N.V. Ispol'zovanie produktov pererabotki zernobobovyh kul'tur v kachestve al'ternativy myasnomu belku [Use of processed leguminous crop products as an alternative to meat protein] // Obrazovanie i nauka bez granic:

fundamental'nye i prikladnye issledovaniya [Education and science without borders: fundamental and applied research], 2018. No. 8. P.186-190, [in Russian]

13. Lozhkin A.G., Dimitriev V.L., Eliseev I.P. Fakty o soe [Facts about soy] // Nauchno-obrazovatel'nye i prikladnye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii: sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 20-letiyu pervogo vypuska tekhnologov sel'skohozyajstvennogo proizvodstva[Scientific, educational and applied aspects of production and processing of agricultural products: Collection of materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 20th anniversary of the first graduation of agricultural production technologists]. – Cheboksary, 2018. P.96-100. [in Russian]
14. Sinkevich E.V., Plechko A.N. Gigienicheskaya ocenka i sravnitel'nyj analiz pishchevoj i biologicheskoj cennosti myasa i soevogo teksturata [Hygienic assessment and comparative analysis of the nutritional and biological value of meat and soy textured product] // Dostizheniya sovremennogo sestrinskogo dvizheniya i praktiki : sbornik materialov k 30-letiyu vysshego sestrinskogo obrazovaniya v Respublike Belarus' [Achievements of the modern nursing movement and practice: collection of materials for the 30th anniversary of higher nursing education in the Republic of Belarus] – Grodno: GrSMU, 2022. P. 120-123, [in Russian].
15. Makushin A.N. Vliyanie muki iz semyan nuta na kachestvo kopcheno-varenyh ruletov iz myasa pticy [The effect of chickpea flour on the quality of smoked-boiled poultry rolls] // Vklad molodyh uchenyh v agrarnuyu nauku : mat. Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Contribution of young scientists to agricultural science: materials of the International scientific and practical conference]. – Kinel: RIO SGSKhA, 2018. P.401-404. [in Russian].
16. Kamerbaev A.YU., Sviderskaya D.S., Abramenko A.P. Razrabotka tekhnologii polucheniya belkovogo gidrolizata iz nuta [Development of technology for obtaining protein hydrolysate from chickpeas] // Pishchevaya promyshlennost' [Food industry]. 2016. No. 3. P.41-43, [in Russian].

ҒТАМР 65.63.03

А.Ж. Оразов[1]*–негізгі автор,*
А.С. Жумагалиева[2], **Ж.Ж. Қойшиева**[3], **Л.А. Надточий**[4] ©

[1]*Техн. ғылым. канд., доцент м.а.,*[2,3]*Магистр, оқытушы,*
[4]*Техн. ғылым. канд., доцент*

ORCİD [1]*https://orcid.org/0000-0003-2191-1295*[2]*https://orcid.org/0009-0002-1233-799X*
[3]*https://orcid.org/0000-0001-9193-7226*[4]*https://orcid.org/0000-0002-4678-8177*

[1,2,3]*Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан*
[4]*Санкт-Петербург мемлекеттік химия-фармацевтикалық университеті, Санкт-Петербург қ., Ресей*

@ [1]*orazov_ayan@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/GRQA4117

ШҰБАТ ҚҰРАМЫНДАҒЫ СҮТҚЫШҚЫЛДЫ БАКТЕРИЯЛАР МЕН АШЫТҚЫЛАРДЫ ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАУ

Аңдатпа. Адам тамақтануындағы қышқыл сүт өнімдерінің маңыздылығын асырып айту мүмкін емес. Сиыр сүті өнімдерін өндірудегі ферментативті процестер туралы көптеген ғылыми еңбектер болғанымен, түйе сүтіне негізделген ұлттық қышқыл сүт өнімдері туралы зерттеулер жеткіліксіз. Әлемде түйе сүтіне негізделген ұлттық қышқыл сүт сусындардың көпшілігі аралас ашу нәтижесінен алынатын өнімдер болып табылады. Сүтқышқылды және спиртті ашу процестерін әлемнің ғалымдары толық зерттеді, дегенмен бұл процестердің ерекшелігі оның негізгі қоздырғыштары ретінде сүтқышқылды бактериялары мен ашытқылардың таза өсінділерінің түрлік ерекшеліктерімен анықталады. Әр түрлі тұтынушылық қасиеттері бар қышқыл сүт өнімдерінің кең ассортиментін қамтамасыз ететін таза сүтқышқылды бактериялары мен ашытқылар өсінділерінің алуан түрлілігіне қарамастан, әлемдік ғылыми қауымдастық сүтқышқылды бактериялары мен ашытқылардың жаңа түрлерін іздеп табуға және зерттеуге деген қызығушылығы зор. Шұбаттың табиғи микрофлорасына тән сүтқышқылды бактериялары мен ашытқылардың түрлік құрамын анықтау үшін олардың таза өсінділерін оқшаулау және оларды одан әрі идентификациялау бойынша зерттеу жүргізілді. Өздігінен ашу нәтижесінде алынған шұбаттың табиғи микрофлорасы *Lactobacillus plantarum, Lactococcus lactis, Streptococcus thermophilus* сүтқышқылды бактерияларынан және *Brettanomyces anomalus, Naumovozyma castellii, Candida kefyr* және *Kazachstania unispora* ашытқыларынан тұрады. Бұл бағыттағы қосымша зерттеулер әртүрлі микроорганизмдердің өзара әрекеттесу механизмін түсінуге ғана емес, сонымен қатар түйе сүтін қайта өңдеудің жаңа технологияларын жасап, көптеген адамдардың рационын бірегей және пайдалы тағамдармен байытуға әкеледі.

Тірек сөздер: шұбат, сүтқышқылды бактериялар, ашытқылар, идентификациялау, қышқыл сүт өнімі, түйе шаруашылығы.

Оразов, А.Ж. Шұбат құрамындағы сүтқышқылды бактериялар мен ашытқыларды идентификациялау [Мәтін] / А.Ж. Оразов, А.С. Жумагалиева, Ж.Ж. Қойшиева, Л.А. Надточий // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.128-139. https://doi.org/10.55956/GRQA4117

Кіріспе. Қышқыл сүт өнімдері диеталық және емдік қасиеттеріне байланысты сүтке қарағанда құнды болып саналады, ал олардың ассортименттері алуан түрлі. Әр түрлі қышқыл сүт өнімдер адамның тағамдық рационына айтарлықтай әсер етеді, бұл ферменттеу процесінде микроорганизмдердің емдік-профилактикалық әсерімен және сүт шикізатының бастапқы компоненттерінің сүт қышқылы, көмірқышқыл газы, алкоголь және т.б. өнімдеріге дейінгі ыдырау нәтижесіндегі биохимиялық өзгерістерімен түсіндіріледі [1].

Қышқыл сүт өнімдерінің ерекше дәміне, қажетті құрылымына және қауіпсіз өнім болуына байланысты әлемде оларды тұтыну үрдісі өсуде. Сүт және қышқыл сүт өнімдерінің тағамдық құндылығы олардың қоректік құрамынан ғана емес, сонымен қатар қоректік заттардың қол жетімділігі мен сіңімділігіне де байланысты болады [2].

Соңғы ғылыми-техникалық жетістіктер қышқыл сүт өнімдерінің тағамдық және емдік маңыздылығы сүтқышқылды микроорганизмдер өсінділері, көптеген метаболиттері мен ферменттерін қолдану, олардың өндіріс процесінде кейбір бактерицидтік қасиеттерге ие болуымен түсіндіріледі. Өсінділер шығаратын бактериоциндер деп аталатын табиғи антибиотиктер ішектегі патогендік бактерияларды тежейді. Мысалы, құрамында *Lactobacillus acidophilus* бар өнімдер шығаратын антибиотик ацидофилин әртүрлі патогендік бактериялардың 50% тежейтіні дәлелденді. *Salmonella* мен *Shigella* инфекцияларымен уланған балалар, ацидофильді сүтті қолдану арқылы барлық белгілерден жазылды [3].

Қышқыл сүт өнімдері асқазан-ішек жолдарына әсер ету функциясына байланысты сүтпен салыстырғанда оңай сіңетіні белгілі, бұл қоректік заттардың ас қорыту процестерін жеделдететін бірқатар ферменттердің синтезіне әкеледі. Қышқыл сүт өнімдерінің оң әсері адамның ас қорыту жолдарының (перистальтика) белсенділігіне әсерімен байланысты. Сонымен қатар, аралас ашу нәтижесінде алынған қышқыл сүт өнімдері өздеріне тән жағымды, сергітетін және сәл қышқыл (щиплющий вкус) дәмінің болуына байланысты жоғары тұтынушылық қасиеттерге ие [4,5].

Әлемдік ғылыми қауымдастық, күнделікті рационның бөлігі ретінде қышқыл сүт өнімдерін тұтыну адам ағзасына бірқатар маңызды заттарды, атап айтқанда спирттік мен сүт қышқылды ашу нәтижесінде синтезделетін дәрумендерді кешенді қамтамасыз ету арқылы пайдалы әсер ететінін растайды [6].

Түйе сүтінің өнімдері Африканың, Азияның және Таяу Шығыстың байырғы тұрғындарының тамақтануында маңызды рөл атқаратыны анық. Осы аймақтардың халқы үшін түйе сүті және оның негізіндегі қышқыл сүт өнімдері энергия мен биологиялық белсенді заттардың негізгі көзі болып табылады [7].

Түйе сүті негізіндегі дәстүрлі қышқыл сүт өнімдері бастапқы шикізатты, яғни сүтті алдын-ала термиялық өңдеусіз және ашытқы қоспай өздігінен ашиды. Әлемнің әр аймағында қышқыл сүт өнімдері әртүрлі аталады, мысалы Сомалиде мұндай қышқыл сүт өнімдерін «*гарисс/gariss*» (қышқыл) деп атаса, Суданда *hameedh* немесе *humadah* қышқыл дегенді білдіреді. *«Suusac»*– Шығыс Африкада, Кенияда және Сомалиде танымал түйе сүтінен жасалған қышқыл сүт сусынның тағы бір түрі. Түркия мен Қазақстанда «*чал/chal*» және «*shubat*» сұранысқа ие. Түркияда ол түркі сусыны ретінде кеңінен танымал, ал Қазақстан мен Түрікменстанда бұл халықтық медицинада емдік мақсатта кеңінен қолданылатын танымал

сергіткіш сусын [8.9]. Жоғарыда сипатталған сусындардың органолептикалық қасиеттері ұқсас, олар ақ түсті, айқын хош иісті және тұтқыр, қышқыл дәммен және төмен тұтқырлықпен сипатталады. Бұл өнімдердің ерекшелігі –аралас ашу нәтижесінде құрамында спирт пен CO_2 болуы және қышқылдықтың жоғары көрсеткіші [10].

Дәстүрлі қышқыл сүт өнімдерінің ассортименті мен сапасын кеңейтуге үлкен мүмкіндіктер бар. Мақалада шұбаттың микрофлорасын, сүт өнеркәсібінде қолданылуы мүмкін сүт қышқылды бактериялары мен ашытқылардың таза өсінділерін зерттеуге назар аударылған.

Зерттеу шарттары мен әдістері.Зерттелетін үлгілердің органолептикалық көрсеткіштерін бағалау үшін олар сыртқы түрі, түсі, консистенциясы, дәмі мен иісі бағаланды, осы мақсатта таза және құрғақ Петри шыныаяқтарына (оның көлемінің жартысына жуығы) шұбат құйылды, үлгілер ақ бетке қойылып, тексерілді, ал түсін, шыны ыдысқа салып өнім стандартының көмегімен (көлеңкеден түспеуін ескере отырып) бағаланды.

Үлгілердің консистенциясын анық бағалауға мүмкіндік беретін мөлдір түссіз сыйымдылықты пайдалана отырып жүргізіледі.

Сыртқы түрі мен консистенциясын бағалау оның біртектілігі, түйіршіктердің, тұндырылған кілегей немесе тұнбаның болуы немесе болмауы көрсеткіштері бойынша жүргізіледі. Визуалды анықтау кезінде ақуыз үлпектері, сүттің қышқылдығының жоғарылауын көрсетеді. Зерттелетін үлгінің бетінде бөлінген май бөлшектері болған жағдайда, оны біртекті консистенцияға дейін мұқият шайқау керек. Бұл жағдайда консистенцияның біртекті болмауы, өнімнің ескіргенін немесе оның бұрмаланғанын көрсетеді.

Үлгілердің иісі колба ашылғаннан кейін бірден анықталады. Әрі қарай, үлгінің 20±2 $см^3$ көлемін құрғақ, таза стақанға 20ºС температурада құйылып, дәмі бағаланады. Дәм сезгіштігін қалпына келтіру үшін әр үлгіден кейін ауыз қуысын жылы сумен шаю керек.

Зерттелетін үлгілердің физика-химиялық көрсеткіштерін анықтау жалпы қабылданған зерттеу әдістеріне сәйкес жүргізілді:

- майдың массалық үлесі – ГОСТ 5867-90;
- ақуыздың массалық үлесі – ГОСТ 25179-2014;
- құрғақ заттардың массалық үлесі – ГОСТ 3626-73;
- тығыздығы – ГОСТ 3625-84;
- криоскопиялық температура – ГОСТ 25101-2015;
- спирт (алкоголь) мөлшері – ГОСТ 31454-2012;
- көмірқышқыл газын (CO_2) сандық анықтау ГОСТ 32038-2012 бойынша.

Зерттелетін үлгілердің микробиологиялық көрсеткіштерін зерттеу келесі әдістерді қолдана отырып жүргізілді:

- *Salmonella* тұқымдасының бактерияларын анықтау ГОСТ 31639-2012 бойынша;
- *S. Aureus* анықтау ГОСТ 30347-2016 сәйкес; Энтерококктардың санын анықтау ГОСТ 28566-90 сәйкес;
- сүт қышқылды микроорганизмдерінің санын анықтау ГОСТ 33951-2016 және ГОСТ Р 56139-2014 сәйкес;
- ашытқылар санын анықтау ГОСТ 10444.12-2013 сәйкес.

Сүтқышқылды бактериялар мен ашытқыларды өсіру және оқшаулау келесідей жүргізілді: зерттелетін үлгілер 9 мл тұзды ерітіндіде сұйылтылды.

Ол үшін 9 мл тұзды ерітіндіден 10 түтік дайындалды. Стерильді тамшуырмен 1 $см^3$ көлемінде 1 мл зерттелетін үлгі алынып, бірінші түтікшеге құйылды, үлгіні араластыру үшін түтік шайқалды, содан кейін бірінші түтіктен 1 мл алынып, келесі түтікке құйылды, осылай онынші түтікке дейін қайталанады.

Қоректік ортаға егу үшін 10^{-3}-тен 10^{-10}-ға дейін сұйылтылған дайын үлгілер қолданылды. Осылайша, әрбір кейінгі сұйылтудағы микробтық жасушалардың саны алдыңғыға қарағанда азайып және соңғы түтіктердің бірінде оқшауланған микробтық культура қалады деп болжанады. Микроорганизмдерді қоректік ортаға егу үлгілерді бөгде микроорганизмдермен ластамау үшін, бокста мүмкіндігінше тез, оттық жалынының жанында жүргізілді.

Петри шыныаяқтарына қоректік ортаны құюдың терең әдісі қолданылды, онда зерттелетін материалдың 1 $см^3$ бос стерильді Петри табақшасына тамшуырмен жағылды. Балқытылған және 45-50ºС дейін салқындатылған қоректік ортасы бар колбадан, асептикалық құю ережелерін сақтай отырып, қақпақты сәл ашып, балқытылған ортаны стерильді шыныаяқтарға қалыңдығы 3-5 мм біркелкі қабатпен құйылды.

Микроағзалардың таза өсінділерді бөліп алғаннан кейін сүтқышқылды бактериялар мен ашытқыны *Illumina MiSeq* көмегімен сәйкестендіру жүргізілді. Зерттелетін үлгі ашытқыларының ДНҚ-сын оқшаулау үшін өндіруші - Macherey-Nagel (Германия) компаниясының нұсқауларына сәйкес реактивтер жиынтығы (Macherey-Nagel, NucleoSpin Soil) пайдаланылды. 16S рРНҚ генінің секвенациялау микробтық қауымдастықтардың құрамын сандық бағалаудың және жеке штаммдарды молекулалық анықтаудың басым әдісі болып табылады. Бұл әдіс микробиотаның құрамын талдаудың «эталонды стандарты» болып саналады [11].

Әрбір зерттелген үлгі ITS1F/ITS2 праймерлерін (GCATCGATGAAGAACGCAGC / TCCTCCGCTTATTGATATGC) пайдалана отырып, ПТР (полимеразалық тізбек реакция) әдісімен алынған сүтқышқылды бактериялардың рибосомалық оперондарының (ITS2) фрагменттерін ескере отырып, ампликонды талдау негізінде сүтқышқылды бактериялардың қауымдастығының таксономиялық құрамын анықтады. Амплификация режимі: 95□ – 10 мин, полимеразаны белсендендіру; 95□ – 60 с; 55□ – 30 с; 72□ – 120 с. Бактериялық қауымдастықтың таксономиялық талдауы микроорганизмдердің кең ауқымына тән 16SрРНКv3-v4 (GTGCCAGCMGCCGCGGTAA /GGACTACVSGGGTATCTAAT, генінің өзгермелі аймағына әмбебап F515 /R806 праймерлерін қолдану арқылы жүргізілді.Бұл аймақтар реттілік ұзындығы мен қамту тереңдігі арасындағы тепе-теңдікті қамтамасыз етіп, таксономиялық классификацияға қол жеткізу үшін, ең консервативті аймақтардың бірін (V4) ең өзгермелі аймақтардың бірімен (V3) біріктіреді [12].

Зерттелетін үлгілер фрагменттерінің нуклеотидтер тізбегін талдау екі жақты оқылатын (2*300н) MiSeq® ReagentKit v3 (600 cycle) реактивтер жиынтығын пайдалана отырып, «Illumina MiSeq» (АҚШ) құрылғысында Illumina компаниясының технологиясы бойынша жүзеге асырылды. Алынған тізбектерді өңдеу Illumina, «Trimmomatic» пакеті, 16S кітапханаларға арналған QIIME және ITS кітапханаларына арналған PIPITS бағдарламалық пакеті арқылы жүзеге асырылды.

Шартты ашытқылар мен бактериялық жасушалардың саны тиісті праймерлермен нақты уақыт режимінде тіркелген ПТР әдісімен анықталды. ПТР үшін «Bio–Rad» (АҚШ) фирмасының реактивтері пайдаланылды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Өздігінен ашу процесі нәтижесінде алынған шұбат кешенді зерттеу үшін органолептикалық, физика-химиялық және микробиологиялық зерттеулер мен метагеномдық талдау жүргізілді. Шұбат сусынының сапалық мен қауіпсіздік көрсеткіштерін бағалау ҚР СТ 117-2015 «Шұбат. Жалпы техникалық шарттар» сәйкес жүргізілді және 1,2-кестелерде көрсетілген көрсеткіштерге сейкес болуы тиіс [13].

Кесте 1

Шұбаттың органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштің атауы	Сипаттамасы	Зерттеу нәтижелері
Сыртқытүрі мен консистенциясы	Сұйық, біртекті, газдалған, көпіретін	Сәйкес
Түсті	Сүт түстес ақ, сәл сарғыш реңкі бар	Сәйкес
Дәмі мен иісі	Таза, сүт қышқылды, сергіткіш, табиғи шұбатқа тән өзіндік дәм мен иіс, бөгде дәмдері мен иістері жоқ	Сәйкес

1-кестеде өнімнің органолептикалық көрсеткіштері көрсетілген, оның дәмі мен иісі жеңіл сергітетін және ерекше «таза қышқыл сүт» өніміне сәйкес, ал консистенциясы біртекті сұйықтық. Зерттеу нәтижесінде өнімнің жарамдылық мерзімі ұлғайған сайын өткір дәмге, алкогольдік иіске, CO_2 газының көп бөлінуіне жауап беретін ашытқылардың саны артатыны анықталды, бұл 1 айдан бастап дәстүрлі өнімге тән.

Алынған нәтижелер зерттелетін үлгінің қышқылдығы және ондағы спирттің массалық үлесі ҚР СТ 177-2015 ұсынылған нормаларға сәйкес келетіндігін, өнімдегі ақуыз бен майдың мөлшері ең төменгі шекті мәндерден тиісінше 0,5% және 1,1% жоғары болғандығын көрсетті. Зерттеу нәтижесінде үлгідегі құрғақ заттардың мөлшері 9,6%; алкоголь (спирт) 1,3% және белсенді қышқылдық орташа pH=4,1 болғандығы анықталды. Сонымен қатар, өнімдегі құрғақ заттардың, көмірқышқыл газының массалық үлесі, сондай-ақ белсенді қышқылдық көрсеткіші туралы ақпараттар ҚР СТ 117-2015 қарастырылмаған, бұл зерттеу нысанын осы көрсеткіштер бойынша бағалауды қиындатады. Әдеби деректерге сүйене отырып, шұбатта этил спиртінің мөлшері қымыздан салыстырмалы түрде аз концентрациясы бар деп айтуға болады, бұл бие сүтімен салыстырғанда түйе сүтіндегі лактозаның аз мөлшерімен байланысты [14].

Кесте 2

Шұбаттың физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштің атауы	ҚР СТ 117-2015		Зерттеу нәтижелері
	Бір тәуліктік	1-3 ай сақтауға арналған	
1	2	3	4
Қышқылдығы, °Т	100 дейін 150		120±0,05
Белсенді қышқылдылығы, pH*	-		4,1±0,1
Ақуыздың массалық үлесі, %	4,1 кем емес		4,6±0,07
Майдың массалық үлесі, %	3,2 кем емес		4,3 ±0,1
Спирттің массалық үлесі, %	0,5	1,0-1,2	1,1±0,3
Құрғақ заттар, %*	-		9,6±0,03
CO_2, %*	-		1,3±0,02

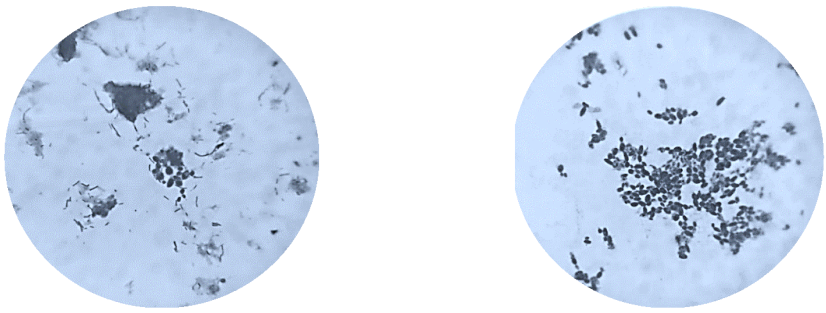
2-кестенің жалғасы

1	2	3	4
Фосфотаза	жоқ		сәйкес
Кәсіпорыннан шығару кезіндегі температурасы, °С, жоғары емес	4±2		сәйкес
* көрсеткіштерҚР СТ 117-2015қарастырылмаған.			

Кестедегі көрсеткіштерге сүйене отырып, үлгіде ашытқы белсенді дамыған, ал зерттелген шұбат сақтауға арналған деп болжауға болады. Сонымен қатар, ашытқы ретінде қолданылатын шұбат және де оны дәстүрлі дайындау технологиясы мен консервілеу дайын өнімнің химиялық құрамына әсер етуі мүмкін. Мысалы, бірнеше ай бойы консервіленген шұбат қышқыл сүт өнімінің қышқылдығын төмендетіп, оның құрамын нашарлатады [15].

Шұбат үлгісінің микробиологиялық көрсеткіштерін бағалау үшін оның табиғи микрофлорасын сандық және сапалық бағалау арқылы (КТБ (колония түзуші бірліктер) саны, ашытқылардың микроскопиялық үлгісі) жүргізілді. Осы кезеңдегі зерттеулер микроорганизмдердің санын сұйылту әдісімен анықтау, оларды қоректік ортада өсіріп, содан кейін колонияларды санау арқылы анықталды. Өскен колониялардың сандық есебін Горяев камерасында, колониялардың өсу заңдылықтарын анықтау мақсатында жүргізілді.

Қышқыл сүт өнімі – шұбат микрофлорасын анықтау үшін жаңадан дайындалған сусынның микроскопиялық препаратын дайындау жүргізілді, зерттеу нәтижелері 1а суретте көрсетілген. ҚР СТ 177-2015 сәйкес 30 тәулік бойы сақтау процесінде қышқыл сүт сусынының микробиологиялық көрсеткіштерінің (сүт қышқылы микроорганизмдерінің, ашытқылардың саны) өзгеруі 1б суретте көрсетілген.. Шұбатты сақтау процесінде ашытқылар мөлшері көбейетіні анық, ол өнімде қарқынды түрде газ түзілуіне әкеледі, мұндай құбылыс жаңа дайындалған ашытылған өнімде аз байқалады.



а) б)

Сурет 1. Сақтау процесінде өздігінен ашу процесі нәтижесінде алынған шұбаттың микроскопиялық препараттары,тәулік: 1 күн (а), 30 күн (б)

1-суреттегі зерттеу нәтижесіне сәйкес шұбат микрофлорасы негізінен сүт қышқылды стрептококктарынан, термофильді сүт қышқылды таяқшаларынан және ашытқыдан тұрады. Сүттегі осы микроорганизмдердің бір мезгілде дамуымен олардың арасындағы сандық қатынас культивациялау температурасына байланысты белгілі бір заңдылықпен өзгереді: алдымен жылдам көбею нәтижесінде стрептококктардың белсенді дамуы жүреді (70-

80%), ашыту процесі барысында арақатынас өзгеріп (стрептококктар дамуы бәсеңдеп, ал таяқшалар көбейеді). Ферменттеудің басында ашытқылар шамамен 5% құрайды, бірақ сақтау (жетілу) процесінде өнімнің жарамдылық мерзімінің соңында сүтқышқылы бактерияларының біртіндеп азаюына байланысты олар белсенді түрде көбейе бастайды. Жаңа дайындалған өнімнің микроскопиялық препараты (сурет. 1а) негізінен сүтқышқылды таяқшаларымен көрсетілген, олар жекеленген және жұптасып, қысқа тізбектерде орналасқан, аз мөлшерде дөңгелек және сопақша-жұмыртқа тәрізді ашытқылар бар, олар шағын топтарда орналасқан. Зерттеу жұмыстарының 30-шы күні микроскопиялық препаратта шұбат сақтау процесінде дамитын ашытқылардың едәуір мөлшері байқалады (сурет. 1б). Алайда, бұл зерттеу әдісі визуалды және микроорганизмдерді толық зерттеуді қажет етеді.

Тауар өндірушілер үшін өндірілетін өнім сапасынан кейінгі басым бағыттардың бірі дайын өнімнің қауіпсіздігі болып табылады. Қышқыл сүт өнімдерінің, оның ішінде ұлттық өнімдердің қауіпсіздігі нормативті техникалық құжаттарда (НТҚ) белгіленген микробиологиялық нормаларға сәйкес анықталады. Осы тәжірибе барысында шұбат қауіпсіздігінің келесідей микробиологиялық көрсеткіштер зерттелді: сүтқышқылы микроорганизмдер, ашытқылар, энтерококктар және патогенді микроорганизмдерінің саны(*Escherichia coli,Staphylococcus aureus, Enterococcus faecium)*. Алынған нәтижелер 3-кестеде және 2 суретте келтірілген.

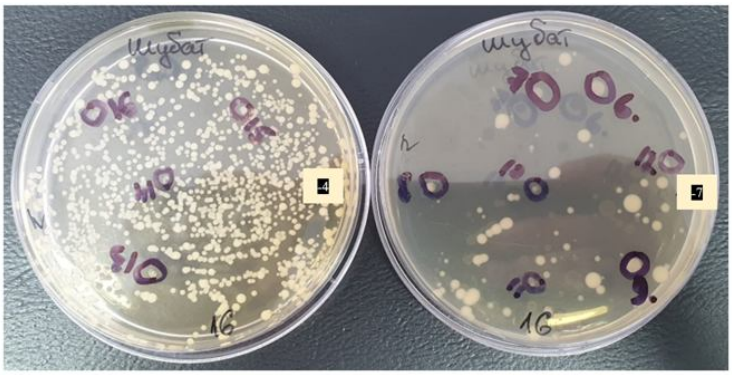
Кесте 3

Өздігінен ашу процесі нәтижесінде алынған шұбат микробиологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштіңатауы	НТҚ сәйкес	Көрсеткіштердіңнормаланған мәндері	Зерттеунәтижелері
Escherichiacoli	ГОСТ 10444.15-94	Рұқсатетілмейді	$1,4\times10^6$КТБ/г
S. aureus	ГОСТ 30347-2016	Рұқсатетілмейді	Табылған жоқ
Enterococcusfaecium	ГОСТ 28566-90	Рұқсатетілмейді	$2,8\times10^4$КТБ/г
Сүтқышқылымикроорганизмдер	ГОСТ 33951-2016	1×10^7КТБ/г кем емес	$1,9\times10^7$КТБ/г
Ашытқылар	ГОСТ 10444.12-13	1×10^3КТБ/г кем емес	$5,6\times10^3$ КТБ/г

Шұбат құрамындағы сүтқышқылды бактерияларының жалпы санының орташа логарифмі $1,93\times10^7$ және ашытқылар $5,6\times10^3$ болды, бұл дәстүрлі түрде дайындалған шұбат құрамындағы микроорганизмдердің жеткілікті жоғары санын көрсетеді. Сонымен қатар, шұбатта колиформды бактериялар табылды. Зерттелетін үлгіде патогендік және шартты-патогендік микроорганизмдердің болуы шаруа қожалығындағы санитарлық-гигиеналық жағдайлардың төмендігіне байланысты болуы мүмкін, бұл микроорганизмдер пайдаланылған қосалқы материалдар мен керек-жарақтарды (шелек, сүт

жинауға арналған бидон, дәтүрлі түрде шұбат дайындауға арналған кәстрөлдер) сауу кезінде гигиена ережелерін сақтамау салдарынан болуы мүмкін [14,15].



Сурет 2. MRS (de Man, Rogosa и Sharpe agar)қоректік ортасында шұбатты культивациялау
(10^{-4} және 10^{-7} дәрежесіндегі сұйылтулар)

Өздігінен ашу нәтижесінде алынған шұбат өсіру таза сүтқышқылды бактериялар өсінділері мен ашытқыларды оқшаулау үшін қатты қоректік ортаға культивациялап, культивациялау уақыты аяқталғаннан кейін колониялардың саны есептелді. 2-суретте 10^{-4} және 10^{-7} дәрежесіндегі сұйылтуларда культивациялау кезінде сүтқышқылды бактериялары мен ашытқылар колониялары таза дақылдарының өсуі көрсетілген.

Түйе сүті мен оның негізіндегі қышқыл сүт өнімдерінің микрофлорасын идентификациялаумен айналысқан әлемдік ғалымдардың әдеби деректерін салыстыру кезінде шұбат микрофлорасын зерттеу нәтижелерінде сүт қышқылды бактериялар мен ашытқылардың айтарлықтай ұқсастығы анықталды [18,19]. Салыстырмалы деректер 4-кестеде келтірілген.

Кесте 4

Түйе сүтінің және оның негізіндегі қышқыл сүт өнімдерінің басым микрофлорасын салыстыру

Атауы	Әлемдік зерттеулер	Зерттеу нәтижелері
1	2	3
Гомоферментативтілактококтар	*Lactococcus lactis subsp. lactis*	*Lactococcuslactis*
	Lactococcuslactissubsp. cremoris	-
	Leuconostocmesenteroidessubsp. cremoris	-
	Leuconostocmesenteroides subsp. dextranicum	-
	Leuconostocmesenteroides	*Leuconostocmesenteroides*
Термофильдістрептококтар	*Streptococcusthermophilus*	*Streptococcus thermophilus*
	Streptococcuslactis	-
Лактобактериялар (мезофильдіжәнетермофильді)	*Lactobacillus kefiri*	-
	Lactobacillus casei subsp. casei	-
	Lactobacillus casei subsp.	-

	rhamnosus	
	Lactobacillus plantarum	*Lactobacillusplantarum*
	Lactobacillus acidophilus	-
	Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus	-
	Lactobacillus helveticus	-
	Lactobacillus fermentum	-

4-кестенің жалғасы

1	2	3
Ашытқы	-	*Candidakefyr*
	-	*Brettanomycesanomalus*
	-	*Kazachstaniaunispora*
	-	*Naumovozymacastellii*

Аралас ашу нәтижесінде алынған шұбат қауіпсіздігінің микробиологиялық көрсеткіштерін зерттеу, шұбатты дәстүрлі дайындаудың әдісі, дайын шұбатты ашытқы ретінде консервілеу және пайдалану, одан әрі тұтыну қауіпсіз емес деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Осы мақсатта, шұбат микрофлорасын таңдау үшін заманауи метагеномдық әдістерді қолдана отырып, микроорганизмдерді толық идентификациялау қажет.

Қорытынды.Профилактикалық қасиеті бар функционалды қышқыл сүт сусынын әзірлеу мақсатында сүт қышқылды бактерияларын анықтау үшін өздігінен ашытылатын шұбат микрофлорасы зерттелді. Морфологиялық, биохимиялық және 16S рРНКv3-v4 ПТР көмегімен генетикалық идентификациялау сипаттамаларына сүйене отырып таза сүтқышқылды бактериялар дақылдарының түрлері (*Lactococcus Lactis; Streptococcus thermophilus; Lactobacillus plantarum* және *Leuconostoc mesenteroides*) және ашытқылар (*Candida kefyr; Kazachstania unispora; Brettanomyces anomalus* және *Naumovozyma castellii*) қышқыл сүт өнімі шұбаттан бөлініп алынды. Бұл бактериялар асқазан-ішек жолына және жалпы адам денсаулығына оң әсер ететін ашытқылар мен пробиотикалық препараттарды жасауға негіз болатын микроорганизмдер тобына жатады. Олар тек медицинада ғана емес, сонымен қатар тағам өнеркәсібінде, атап айтқанда сүт өнеркәсібінде де қолданылады, өндіріс процесіне қатысады және өнімнің балғындылығын сақтап, жасанды консерванттарды қолдану қажеттілігін азайтады.

Әдебиеттертізімі

1. Горбатова, К.К. Биохимия молока и молочных продуктов [Текст] / К.К. Горбатова // М.: ГИОРД. – 2003. –320 с.
2. Orazov A., Nadtochii L., Ryskaliyeva B., Maksot A., Ayupnabiyeva A.Prospects for using camel milk as analternative to cow and goat milk // Science and education, 2023. No. 3(72). P. 3-11.
3. Батурин, А.К. Питание и здоровье: проблемы XXI века [Текст] / А.К. Батурин, Г.И. Мендельсон // Пищевая промышленность. –2005. –№5. – С. 105-107.
4. Золотарева, М.С. Продукты переработки сыворотки в молочном производстве [Текст] / М.С. Золотарева // Молочная промышленность. – 2014. – № 2 (173). – С. 24-26.
5. Соловьева, Е.Е. Заквасочные культуры для производства молочных продуктов [Текст] / Е.Е. Соловьева // Молочная промышленность. – 2006. – № 11. – С. 50-55.

6. Губанов, Р.С. Современные тенденции развития производства молока и его реализации в России и за рубежом [Текст] / Р.С. Губанов // Экономика сельского хозяйства России. – 2015. – № 1. – С. 64-71.
7. Attia H.,KherouatouN., Dhouib A.Dromedary milk lactic acid fermentation: microbiological and rheological characteristics // Industrial Microbiol. Biotechnol. – 2001. – №26:(5). –Pp. 263-270
8. Farah, Z. Preparation and consumer acceptability tests of fermented camel milk in Kenya [Текст] / Z. Farah, T. Streiff, M.R. Bachmann // Journal of Dairy Research, 1990. No. 57. P. 281-283.
9. Al-Tahiri R.A Comparison on microbial conditions between traditional dairy products sold in karak and same products produced by Modern Dairies // Pakistan Journal of Nutrition, 2005. No. 4(5). P. 345-348.
10. Занданова, Т.Н. Симбиотическая закваска для производства курунги [Текст] / Т.Н. Занданова, И.С.Хамагаева, Т.Е. Хурхесова // Пищевая промышленность (Сырье и добавки). – 2009. – №7. – С. 48-49.
11. Оберемок, В.В. Методические рекомендации к применению ПЦР метода [Текст]: методические указания / В.В. Оберемок. – Симферополь, 2008. – 35 с.
12. Зернов, Ю.П. Использование рестрикционного анализа амплифицированного гена 16S РНК для идентификации микроорганизмов на примере бактериальных продуцентов термолабильной щелочной фосфатазы [Текст] / Ю.П. Зернов, М.Л. Абдурашитов, С.Х. Дегтярев // Биотехнология. – 2005. – №6. – С. 3-11.
13. Comin D.,RavellaL., PaiuscoA., Mioni R.Sanitary evaluation of milk products in mountain dairies // Italian Journal of Food Safety, 2010. No. 7. P. 73-74.
14. Шидловская, В.П. Органолептические свойства молочных продуктов [Текст] / В.П. Шидловская // М.: Колос,2004. – 545 с.
15. Данкверт, А.Г. О молоке и молочных продуктах [Текст] / А.Г. Данкверт, Т.Г. Джапаридзе // Главный зоотехник. – 2010. – № 4. – С. 31-34.
16. Зимичев, А.В. Кефирные грибки и закваски на их основе [Текст] / А.В. Зимичев // Молочная промышленность. – 2007. – №8. – С. 34-35.
17. Дмитриева, О. Энтерококки и специфичные к ним бактериофаги в составе кисломолочных продуктов [Текст] / О. Дмитриева, А. Райский, Н. Белясова // Наука и инновации. – 2012. – №2(108). – С. 17-21.
18. Carrasco M.S.,Scarinci E.H., Simonetta A.C. Associative growth of lactic acid bacteria for cheese starter: Acidifying and proteolytic activities and redox potential development // Journal of Food Agriculture and Environment, 2005. No. 3(2). P. 116-119.
19. Guizani N.,Kasapis S., Al-Ruzeiki M. Microbial, chemical and rheological properties of Laban (Cultured milk)// International Journal of Food Science & Technology, 2001. No. 36. P. 199-205.

Зерттеу Қазақстан Республикасы ЖБҒМ-ң Ғылым Комитетінің AP23490202 «Түйе сүтінен өңделген өнімдерден бөлініп алынған сүтқышқылды пробиотикалық штаммдар (Lactobacillus) негізінде кешенді биологиялық белсенді компонент әзірлеу» жобасы аясында жүргізілді.

Материал редакцияға 26.08.24түсті.

А.Ж. Оразов[1], А.С. Жумагалиева[1], Ж.Ж. Койшиева[1], Л.А. Надточий[2]

[1]Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан
[2]Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет,Санкт-Петербург, Россия

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ И ДРОЖЖЕЙ ИЗ ШУБАТА

Аннотация.Значение кисломолочных продуктов для питания трудно переоценить. Несмотря на наличие множества научных исследований, посвященных ферментационным процессам в производстве молочных продуктов из коровьего молока, количество работ, в которых рассматриваются национальные кисломолочные продукты на основе верблюжьего молока ограничены. В мире большинство таких напитков представляют собой продукты смешанного брожения. Изучение молочнокислого и спиртового брожения получило достаточно широкую научную известность, однако особенности этого процесса в значительной мере зависят от видовых особенностей чистых культур молочнокислых бактерий и дрожжей, действующих как основных его возбудителей. Несмотря на разнообразие доступных культур, интерес к выявлению и исследованию новых видов молочнокислых бактерий и дрожжей продолжает расти. Для определения видового состава молочнокислых бактерий и дрожжей, характерных для нативной микрофлоры шубата, было проведено исследование по выделению чистых культур и их идентификации.Микрофлора шубата, полученного методом спонтанной ферментации, в основном включает L*actobacillus plantarum, Lactococcus lactis, Streptococcus thermophilus*, а также дрожжи *Brettanomyces anomalus, Naumovozyma castellii, Candida kefyr* и *Kazachstania unispora*, которые демонстрируют выраженные антагонистические свойства по отношению к *Escherichia coli*.Дальнейшие исследования в этой области помогут не только в понимании механизма взаимодействия между различными микроорганизмами, но и в создании новых подходов к использованию верблюжьего молока, что может привести к обогащению рациона многих людей уникальными и полезными продуктами.

Ключевые слова: шубат, молочнокислые бактерии, дрожжи, идентификация, кисломолочный продукт, верблюдоводство.

A.Zh. Orazov[1], A.S. Zhumagalieva[1], Zh.Zh. Koishieva[1], L.A. Nadtochii[2]

[1]Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian and Technical University, Uralsk, Kazakhstan
[2]Saint Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University, St. Petersburg, Russia

IDENTIFICATION OF LACTIC ACID BACTERIA AND YEAST FROM SHUBAT

Abstract. The importance of fermented dairy products for human nutrition cannot be overestimated. Despite the existence of many scientific studies on fermentation processes in the production of dairy products from cow's milk, the number of works dealing with national fermented dairy products based on camel's milk is limited. Worldwide, most of these beverages are mixed fermentation products. The study of lactic acid and alcoholic fermentation has gained a fairly wide scientific popularity, but the peculiarities of this process depend largely on the species-specific characteristics of pure cultures of lactic acid bacteria and yeasts acting as its main causative agents. Despite the diversity of available cultures, there is a growing interest in identifying and studying new species of lactic acid bacteria and yeasts. To determine the species composition of lactic acid bacteria and yeasts characteristic of the native microflora of Shubat, a study was conducted to isolate pure cultures and identify them. The microflora of Shubat, produced by the method of spontaneous fermentation, mainly includes *Lactobacillus plantarum, Lactococcus lactis, Streptococcus thermophilus*, and the yeasts *Brettanomyces anomalus, Naumovozyma castellii, Candida kefyr* and *Kazachstania unispora*, which have marked antagonistic properties towards *Escherichia coli*.

Keywords:shubat, lactic acid bacteria, yeast, identification, fermented dairy product, camel breeding.

References

1. Gorbatova, K.K. Biokhimiyamolokaimolochnykhproduktov [Biochemistry of milk and dairy products] // Moscow: GIORD. 2003. 320 p., [in Russian].
2. Orazov A., Nadtochii L., Ryskaliyeva B., Maksot A., Ayupnabiyeva A. Prospects for using camel milk as analternative to cow and goat milk // Science and education, 2023. No. 3(72). P. 3-11.
3. Baturin A.K.,Mendel'son G.I. Pitaniyeizdorov'ye: problemy XXI veka [Nutrition and health: problems of the 21st century] // Pishchevayapromyshlennost' [Food industry], 2005. No.5. P. 105-107, [in Russian].
4. Zolotareva M.S. Produktypererabotkisyvorotki v molochnomproizvodstve [Whey processing products in dairy production] // Molochnayapromyshlennost' [Dairy industry], 2014. No.2 (173). P. 24-26, [in Russian].
5. Solov'yeva E.E. Zakvasochnyyekul'turydlyaproizvodstvamolochnykhproduktov [Starter cultures for the production of dairy products] // Molochnayapromyshlennost' [Dairy industry], 2006. No.11. P. 50-55, [in Russian].
6. Gubanov R.S. Sovremennyyetendentsiirazvitiyaproizvodstvamolokaiyegorealizatsii v Rossiii za rubezhom [Modern trends in the development of milk production and its sale in Russia and abroad] // Ekonomikasel'skogokhozyaystvaRossii [Economics of Agriculture in Russia], 2015. No.1. P. 64-71, [in Russian].
7. Attia H.,Kherouatou N., Dhouib A.Dromedary milk lactic acid fermentation: microbiological and rheological characteristics [Text] // Industrial Microbiol. Biotechnol, 2001. No.26(5). P. 263-270.
8. Farah Z.,Streiff T., Bachmann M.R. Preparation and consumer acceptability tests of fermented camel milk in Kenya // Journal of Dairy Research, 1990. No.57. P. 281-283.
9. Al-Tahiri R.A comparison on microbial conditions between traditional dairy products sold in karak and same products produced by Modern Dairies // Pakistan Journal of Nutrition, 2005. No.4(5). P. 345-348.
10. Zandanova T.N.,Khamagayeva I.S., Khurkhesova T.E. Simbioticheskayazakvaskadlyaproizvodstvakurungi [Symbiotic starter for kurunga production] // Pishchevayapromyshlennost' (Syr'yeidobavki) [Food industry (Raw materials and additives)], 2009. No.7. P. 48-49, [in Russian].
11. Oberemok, V.V. Metodicheskiyerekomendatsii k primeneniyu PTSR metoda [Methodical recommendations for the use of the PCR method]: methodical instructions. – Simferopol, 2008. – 35 p., [in Russian].
12. Zernov YU.P.,Abdurashitov M.L., Degtyarev S.KH. Ispol'zovaniyerestriktsionnogoanalizaamplifitsirovannogogena 16S RNK dlyaidentifikatsiimikroorganizmovnaprimerebakterial'nykhprodutsentovtermolabil' noyshchelochnoyfosfatazy [Use of restriction analysis of the amplified 16S RNA gene for the identification of microorganisms using the example of bacterial producers of thermolabile alkaline phosphatase] // Biotekhnologiya [Biotechnology], 2005. No. 6. P. 3-11,[in Russian].
13. Comin D., Ravella L., Paiusco A., Mioni R. Sanitary evaluation of milk products in mountain dairies // Italian Journal of Food Safety, 2010. No. 7. P. 73-74.
14. Shidlovskaya V.P. Organolepticheskiyesvoystvamolochnykhproduktov [Organoleptic properties of dairy products]. – Moscow: Kolos, 2004. – 545 p., [in Russian].
15. Dankvert A.G.,Dzhaparidze T.G. O molokeimolochnykhproduktakh [About milk and dairy products] // Glavnyyzootekhnik [Chief zootechnician], 2010. No.4. P. 31-34, [in Russian].
16. Zimichev A.V. Kefirnyyegribkiizakvaskinaikhosnove [Kefir fungi and starters based on them] // Molochnayapromyshlennost' [Dairy industry], 2007. No.8. P. 34-35, [in Russian].
17. Dmitriyeva O. RayskiyA., Belyasova N.Enterokokkiispetsifichnyye k nimbakteriofagi v sostavekislomolochnykhproduktov [Enterococci and specific bacteriophages in fermented milk products] // Naukaiinnovatsii [Science and Innovation], 2012. No.2(108). P. 17-21, [in Russian].

18. Carrasco M.S., Scarinci E.H., Simonetta A.C. Associative growth of lactic acid bacteria for cheese starter: Acidifying and proteolytic activities and redox potential development // Journal of Food Agriculture and Environment, 2005. No. 3(2). P. 116-119.
19. Guizani N., Kasapis S., Al-Ruzeiki M. Microbial, chemical and rheological properties of Laban (Cultured milk) // International Journal of Food Science & Technology, 2001. No. 36. P. 199-205.

МРНТИ 65.09.05

Д.А. Тлевлесова[1] – *основной автор,*
Е.А. Петренко[2], Л.Л. Гиноян[3], Н.Т. Абраимов[4], Б.С. Сансызбаев[5]

[1]PhD, Ассоциированный профессор, [2]Магистрант

[1]https://orcid.org/0000-0002-5084-6587 [2]https://orcid.org/0000-0002-1252-6216

[1]Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г. Алматы, Казахстан
[2]Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан
[3,4,5]ТОО «BusinessProfConsult», г. Астана, Казахстан

[1]tlevlessova@gmail.com

©

https://doi.org/10.55956/UIRB7141

ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕСЕРТА НА ОСНОВЕ АРБУЗНОЙ МЯКОТИ

Аннотация. Рассмотрена возможность использования мякоти арбуза в качестве основного ингредиента для производства сладкого желированного изделия под названием «Икра арбузная» с применением метода сферификации. В рамках исследования был проведен полнофакторный анализ, который включал варьирование различных параметров, таких как тип желирующего агента (желатин, агар-агар), его количество, количество добавляемого лимонного сока, а также температуру, при которой формируется икра. Выявлено, что желатин предпочтительнее агар-агара в данной рецептуре. Определена оптимальная формула для создания продукта: 10 г желатина и 10 г лимонного сока на 100 г арбузного сырья, с добавлением 5 г меда для придания сладкого вкуса. Установлена оптимальная температура формования икры – 40°С. Проведенные органолептический, химический и микробиологический анализы подтвердили высокую конкурентоспособность разработанного продукта. Внедрение данной технологии позволит значительно сократить отходы бахчевых культур в Казахстане и увеличить их рациональное использование.

Ключевые слова: сладкое блюдо, арбуз, желатин, органолептический анализ, бахчевые культуры, сферификация.

Тлевлесова, Д.А. Оценка качественных показателей десерта на основе арбузной мякоти [Текст] / Д.А. Тлевлесова, Е.А. Петренко, Л.Л. Гиноян, Н.Т. Абраимов, Б.С. Сансызбаев // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.140-150. https://doi.org/10.55956/UIRB7141

Введение. Согласно результатам ежегодного статистического анализа сельского хозяйства Республики Казахстан, в период с 2011 по 2021 год валовый сбор бахчевых культур возрос более чем в 2 раза, с 1248 до 2778,6 тысяч тонн. Урожайность бахчевых культур за данный период возросла на 35,8%, с 186,1 до 252,7 центнеров с 1 гектара земли [1].

Однако, при значительном повышении показателей валового сбора и урожайности бахчевых культур, сезонность и небольшой срок хранения свежих плодов не предоставляет возможности физически употребить объем выращенной продукции, а их физико-химические свойства не позволяют

сохранять плоды на длительное время. В связи с чем наблюдается высокий процент перепроизводства продукции, при том, что рынок сбыта такого количества плодов бахчевых не налажен. Об этом в одном из интервью сообщил генеральный директор института, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент НАН РК Темиржан Айтбаев [2].

Данную проблему также осветил в 2018 году бывший аким Туркестанской области и заместитель председателя Ассамблеи народа Казахстана Жансеит Туймебаев: в области сельского хозяйства не налажена работа аппарата сбыта объема выраженных плодов, в связи с чем 40% от урожая остается на полях и не подвергается реализации и дальнейшей переработке [3].

На сегодняшний день решение данной проблемы не найдено, в республике отсутствуют государственные и частные компании, деятельность которых была бы направлена на переработку плодов, производство и реализацию продуктов из бахчевых культур. В соответствии с этим актуальным является проведение исследования возможности использования мякоти арбуза в пищевой промышленности и разработка технологии производства сладкого блюда на ее основе.

Арбуз является растением семейства бахчевых. Мякоть арбуза обладает небольшой калорийностью, при этом содержит в себе ряд полезных веществ: витамины группы В, С и Е; минералы – фосфор, магний, кальций и железо; фитохимические вещества; антиоксиданты [4].

Однако, в мировой практике производству продуктов на основе арбуза уделяется недостаточно внимания. Исследования арбузов базируются на увеличении длительности хранения свежих плодов.

Спрос на плоды арбуза достаточно высок благодаря его освежающему вкусу и приятной текстуре. Качество свежесрезанного арбуза ограничивается быстрым развитием неприятного запаха, обесцвечиванием мякоти, потерей сока, утратой первичной текстуры и ростом микроорганизмов. Исследования по сохранению свежести плодов арбуза направлены на создание условий их хранения. Так, в одном из исследований применялась технология хранения в упаковке в модифицированной газовой среде. Срок хранения плодов арбуза вырос незначительно [5].

В свежих плодах арбуза высокое содержание влаги, которая является благоприятной средой для развития микроорганизмов. На основании чего возникают затруднения при производстве продуктов на их основе и необходимость проведения обработки для обеспечения безопасности готовой продукции. Однако экспериментально установлено, что при длительной термической обработке происходит резкое негативное изменение ароматического профиля мякоти. Вследствие чего в научном пространстве изучаются способы сохранения свойств свежевыжатого арбузного сока.

Так, группа ученых из Китая провела исследование на тему «Улучшение физико-химических свойств, антиоксидантной активности, летучих и нелетучих соединений арбузных соков путем ферментации Lactobacillus plantarum JHT78». Ферментация L. plantarum JHT78 снизила pH и общий сахар, в то же время значительно увеличив общее содержание полифенолов, флавоноидов и антоцианов в арбузных соках. Антиоксидантная активность, активность ингибирования липазы и α-гликозидазы арбузных соков была значительно усилена ферментацией L. plantarum JHT78. Кроме того, ферментация L. plantarum JHT78 может изменить содержание летучих и нелетучих метаболитов. Результаты подтвердили, что L. plantarum JHT78

повышает функциональность арбузных соков, обеспечивая теоретическую основу для разработки LAB напитков на растительной основе [6].

Другая группа китайских ученых в работе «Низкочастотная ультразвуковая обработка: потенциальная стратегия улучшения вкуса свежего арбузного сока» изучили влияние ультразвуковой обработки на вкус арбузного сока без внесения дополнительных ингредиентов. По результатам исследования установлено, что ультразвуковая обработка может значительно улучшить общий вкус и запах арбузного сока, особенно связанный с цветочными, фруктовыми и сладкими ароматами. Ультразвуковая обработка уменьшает запах, связанный с огуречными и зелеными дескрипторами, тем самым способствуя общему улучшению вкуса и аромата арбузного сока [7].

Также был изучен метод гипербарического хранения арбузного сока. Хранение арбузного сока с сохранением основных свойств достигало одного года [8].

Ранее предложенная технология производства рахат-лукума на основе плодов бахчевых культур позволяет расширить ассортимент бахчевой продукции, однако при производстве рахат-лукума одним из главных ингредиентов является сахар. Использование большого количества сахара значительно повышает массовую долю углеводов, что делает продукт более калорийным и менее полезным с точки зрения нутриентного состава [9].

Превалирующее большинство исследований бахчевой культуры проводятся в двух направлениях: поиск методик увеличения сроков хранения целых плодов и сохранения вкусо-ароматических свойств свежевыжатого сока. При этом технология производства самого сока отсутствует, как и технологии производства продукции на его основе.

Условия и методы исследований. Изготовление искусственной икры основывается на приготовлении фруктового желе и придании ему формы шара. В пищевой промышленности в качестве желирующего вещества для искусственной икры применяется агар-агар, реже – желатин. Для определения наиболее подходящего желирующего агента было проведено два полнофакторных эксперимента.

Поисковые эксперименты выполнялись на основе полного факторного эксперимента с возможными сочетаниями определяющих факторов:

– для образцов с агар-агаром – масса лимонного сока, масса желированного агента;

– для образцов с желатином – температура желейной массы при формовании, масса лимонного сока, количество используемого желатина.

Количество экспериментов для реализации возможных сочетаний факторов определяется по формуле:

$$N = 2^k \quad (1)$$

где: N – число опытов; k – число факторов; 2 – число уровней.

На основе формулы были получены следующее количество экспериментов:

– для икры на агар-агаре было составлено 4 варианта технологии производства;

– для икры на желатине было составлено 8 вариантов технологии производства.

Экспериментальные образцы желе «Икра арбузная», изготовленные по составленным технологиям были направлены на органолептический анализ. Сенсорный анализ проводился коллегией из 7 экспертов. Проводилась оценка образцов по следующим показателям: внешний вид, цвет, запах, консистенция, вкус.

Химический анализ качества проводился по требованиям нормативно-технической документации (ГОСТ) по следующим показателям: массовая доля белка, жира и углеводов; углеводный состав продукта.

Микробиологический анализ проводился согласно требованиям нормативно-технической документации (ГОСТ). В образцах сырья и готового продукта оценивалось наличие следующих групп микроорганизмов: КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов), БГКП (бактерии группы кишечной палочки), дрожжи и плесени.

Результаты исследований. По результатам органолептического анализа икра на основе агар-агара обладает низкими вкусовыми и ароматическими показателями.

Из 8 образцов икры на основе желатина наиболее приятным по органолептическим показателя оказался образец со следующим сочетанием факторов на 100 граммов сырья:

– Масса желатина – 10 граммов.
– Масса лимонного сока – 10 граммов.
– Температура формования – 40 ºС.

Сладкое блюдо «Икра арбузная» на основе мякоти плодов арбуза обладает высокими оценками органолептических показателей – ровная форма, полупрозрачные ровные шарики, имитирующие форму рыбной икры, сладкий арбузный вкус.

Экспериментальный образец икры на основе желатина был направлен на анализ химического состава и микробиологической безопасности в аккредитованную лабораторию. Результаты анализа химического состава сырья (мякоть арбуза) и образца икры арбузной представлены на рисунке 1.

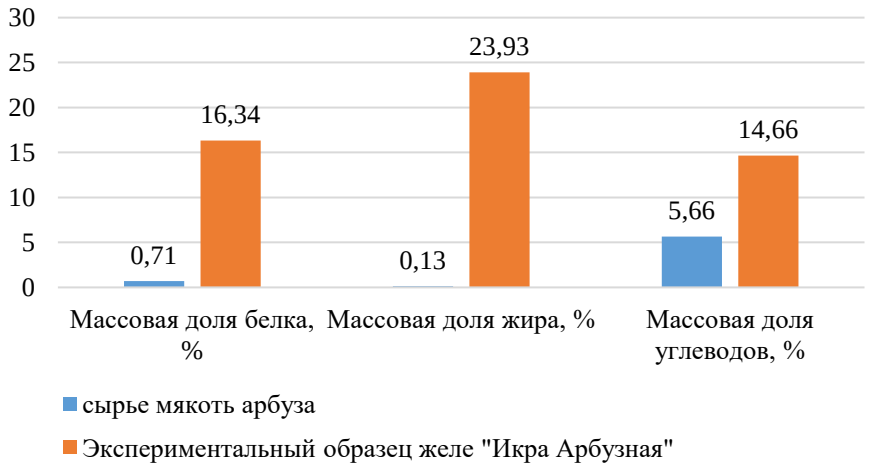


Рис. 1. Содержание основных нутриентов в сырье и экспериментальном образце желе «Икра арбузная»

По результатам исследования, отображенным на рисунке 1, установлено:

В готовой продукции по сравнению с сырьем содержание белка возросло в 23 раза. Высокое содержание белка в образце икры в основном обусловлено добавлением желатина. Превалирующее большинство сладких блюд обладает невысоким содержание белков, необходимых в большом количестве в рационе. На основании чего экспериментальный образец может быть использован в качестве дополнительного источника белка в рационе.

Массовая доля жиров в образце икры значительно превышает значение этого показателя в сырье. Высокое содержание жиров обусловлено технологией производства икры – формование шарообразной формы осуществляется за счет отсаживания шприцом желированной массы в охлажденное растительное масло. Растительное масло является источником ПНЖК, вследствие чего включение данного сладкого блюда в рацион способствует также поступлению в организм полезных полиненасыщенных жирных кислот.

Общее содержание углеводов возросло на 159%. В сладких блюдах углеводы в основном представлены сахарозой и глюкозой, большое потребление которых не рекомендовано. Для определения пользы содержащихся углеводов был проведен дополнительный анализ углеводного состава. Результаты исследования представлены на рисунке 2.

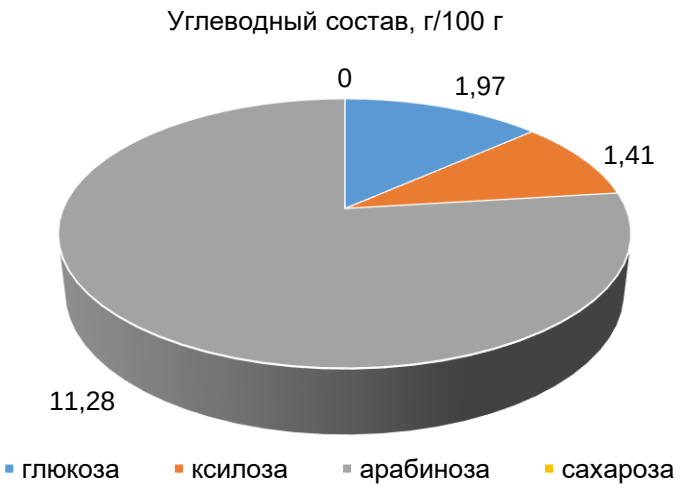


Рис. 2. Углеводный состав желе «Икра арбузная»

По результатам данного исследования, отображенным на рисунке 2, установлено, что в продукте не обнаружено содержание дисахарида – сахарозы. Также, в состав продукта входит относительно небольшое количество глюкозы – 1,97 г. Сладкий вкус продукту придают сахара-ксилоза и арабиноза, содержание которых равно 1,41 и 11,28 г соответственно. Данные сахара служат альтернативными подсластителями и разрешены к употреблению людям с заболеванием – диабет 2 типа.

Микробиологический анализ был проведен для оценки безопасности готового продукта и возможности внедрения разработанной технологии в промышленных масштабах. Желеобразная масса проходит щадящую термическую обработку, что не может быть критической точкой в

микробиологической безопасности данного продукта, так как теоретически в желе могут сохраняться патогенные микроорганизмы. На основании данных выводов свежее желе «Икра арбузная» из этой же партии было помещено в герметичный контейнер и хранилось при температуре +10ºС в холодильную камеру. По прошествии 7 дней данная икра была сдана на повторный микробиологический анализ. Результаты микробиологического анализа представлены на рисунке 3.

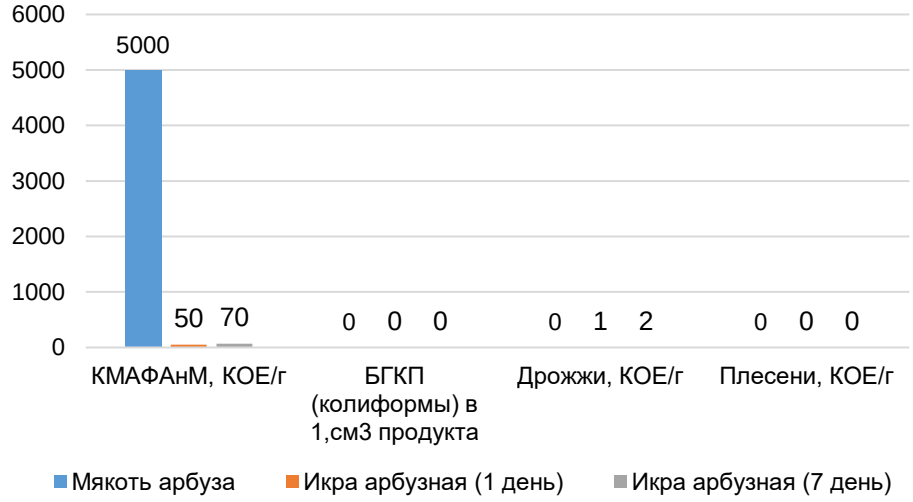


Рис. 3. Результаты микробиологического анализа сырья и экспериментального образца желе «Икра арбузная» в 1 и 7 день

На диаграмме представлены два типа данных по микробиологическому анализу:

Ось Y – показывает количество микроорганизмов, измеренное в колониеобразующих единицах на грамм (КОЕ/г). Значения на этой оси представлены в шкале от 0 до 5000 КОЕ/г, что позволяет сравнивать уровни микроорганизмов в различных образцах.

Ось X – разделена на две части для двух разных типов микроорганизмов:

КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов):

«Мякоть арбуза» показывает 5000 КОЕ/г.

«Икра арбузная (1 день)» показывает 50 КОЕ/г.

«Икра арбузная (7 день)» показывает 70 КОЕ/г.

Дрожжи:

«Икра арбузная (1 день)» показывает 0 КОЕ/г.

«Икра арбузная (7 день)» показывает 1 КОЕ/г.

«Икра арбузная (7 день)» показывает 2 КОЕ/г.

Каждый блок на оси X соответствует одному из образцов и указывает количество микроорганизмов для каждого типа. Цвета столбцов помогают различать мякоть арбуза и образцы икры за разные дни. Это делает данные более наглядными и позволяет легко сравнить микробиологическую безопасность разных образцов.

Согласно требованиям технического регламента таможенного союза, в ягодах и плодах быстрозамороженных (в сырье) количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов КОЕ/г должно составлять не более $5*10^3$. В ранее проведенных экспериментах установлено, что содежрание КМАФАнМ в арбузном сырье находится на верхней допустимой границе и равно $5*10^3$ КОЕ/г [10].

Максимально допустимое содержание мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов КОЕ/г в фруктово-ягодных желе составляет не более $1*10^3$ КОЕ/г. По результатам микробиологического анализа установлена безопасность образцов продуктов, так как КМАФАнМ в экспериментальном образце желе (1 день) составило $5*10^1$ КОЕ/г, на 7 день – $7*10^1$ КОЕ/г.

Наличие бактерий группы кишечной палочки в растительном сырье и готовой продукции недопустимо. По результатам анализов установлена безопасность продукции.

В продуктах типа «желе» по требованиям санитарных норм содержание желе и плесени не должно превышать 50 КОЕ/г для каждого показателя в отдельности. По результатам микробиологического анализа плесень в продуктах не обнаружена, содержание дрожжей в 1 день равно 1 КОЕ/г, на седьмой день содержание дрожжей составило 2 КОЕ/г.

Обсуждение научных результатов. Полученные результаты микробиологического анализа экспериментальных образцов желе «Икра арбузная» показали высокую степень безопасности продукта на протяжении 7 дней хранения при температуре +10°С. По сравнению с сырьем (мякоть арбуза), содержание мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в готовом продукте оказалось значительно ниже. В мякоти арбуза уровень КМАФАнМ достигал 5000 КОЕ/г, что соответствует допустимым значениям для растительного сырья, однако это на верхней границе допустимого предела.

В экспериментальном образце икры арбузной на 1-й день хранения содержание КМАФАнМ составило 50 КОЕ/г, что в 100 раз ниже, чем в исходном сырье. На 7-й день хранения количество микроорганизмов немного увеличилось до 70 КОЕ/г, что указывает на стабильность продукта в условиях хранения. Эти значения значительно ниже предельных нормативов (1000 КОЕ/г), установленных для продуктов типа «желе», что подтверждает микробиологическую безопасность продукта на всем протяжении срока хранения.

Содержание дрожжей в икре арбузной также оставалось на низком уровне: 1 КОЕ/г на 1-й день и 2 КОЕ/г на 7-й день. Отсутствие плесени и низкий уровень дрожжей свидетельствуют о том, что технология производства обеспечивает достаточную защиту от роста патогенных микроорганизмов.

Таким образом, можно сделать вывод, что выбранная рецептура с использованием желатина и лимонного сока, а также технология формирования икры при температуре 40°С, позволяет не только получить продукт с хорошими органолептическими характеристиками, но и обеспечить его микробиологическую безопасность. Эти данные соответствуют литературным источникам, в которых также указывается, что применение желатина в качестве желирующего агента способствует снижению микробиологической активности в продуктах.

Низкий уровень содержания сахаров в составе готового продукта (ксилоза и арабиноза) также благоприятно сказывается на его диетических свойствах, что делает продукт пригодным для употребления людьми с диабетом 2 типа, что подтверждается отсутствием сахарозы в составе желе. Это отличает данное желе от других сладких продуктов, которые содержат высокие уровни сахара и, как следствие, менее полезны.

В результате проведенных исследований разработанная технология может быть рекомендована для промышленного производства, учитывая как органолептические, так и микробиологические показатели продукта. Внедрение этой технологии позволит не только перерабатывать избыточные объемы арбузов, но и предложить потребителям инновационный и полезный продук**т.**

Заключение. На основе проведенных полнофакторных экспериментов и статистического анализа были разработаны оптимальные рецептуры для производства сладкого изделия «Икра арбузная». Выявлено, что использование желатина в качестве желирующего агента обеспечивает лучшую текстуру и вкусовые качества продукта по сравнению с агар-агаром. Определена оптимальная рецептура, включающая 10 г желатина и 10 г лимонного сока на 100 г арбузного сырья, что позволило достичь желаемой консистенции и вкусовых характеристик при температуре формования 40°C.

Комплексные исследования показали, что разработанный продукт обладает высокими органолептическими показателями, хорошей питательной ценностью и безопасностью для потребления. В экспериментальном образце икры установлено высокое содержание полезных нутриентов, таких как белки и жиры, а также относительно низкое содержание углеводов, что делает его более предпочтительным с точки зрения диетического питания.

Микробиологические исследования подтвердили безопасность продукта как при первичной оценке, так и после недельного хранения, что свидетельствует о его стабильности и возможности промышленного производства.

Внедрение данной технологии позволит не только решить проблему перепроизводства бахчевых культур в Республике Казахстан, но и расширить ассортимент отечественных функциональных продуктов, способствуя улучшению здоровья населения за счет использования натуральных ингредиентов, богатых витаминами и минералами.

Таким образом, разработка новых рецептур и технологий для создания сладких блюд на основе арбуза является значительным шагом вперед в продовольственной промышленности Казахстана, открывая новые возможности для переработки и сбыта бахчевых культур, что в конечном итоге положительно скажется на экономике и общественном здоровье.

Список литературы

1. Сельское, лесное и рыбное хозяйство в Республике Казахстан 2017-2021. Статистический сборник / глав. ред. Айдапкелов Н.С. – Астана, 2022. – 134 с.
2. Коэмец Е. Насколько безопасны казахстанские дыни и арбузы [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: https://www.caravan.kz/gazeta/naskolko-bezopasny-kazakhstanskie-dyni-i-arbuzyissledovanie-karavana-472211/. Дата обращения: 10.03.2024.
3. Доброта Л. Арбузно-дынный рай [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kazpravda.kz/n/arbuznodynnyy-ray/. Дата обращения: 10.03.2024.
4. Maoto M.M., Beswa D., Jideani A.I.O. Watermelon as a potential fruit snack // International Journal of Food Properties, 2019. Vol. 22, No. 1. P. 355-370.

5. Mendoza-Enano M.L., Stanley R., Frank D. Linking consumer sensory acceptability to volatile composition for improved shelf-life: A case study of fresh-cut watermelon (Citrullus lanatus) // Postharvest Biology and Technology, 2019. Vol. 154. P. 137-147.
6. Shi F., Wang L., Li S. Enhancement in the physicochemical properties, antioxidant activity, volatile compounds, and non-volatile compounds of watermelon juices through Lactobacillus plantarum JHT78 fermentation / // Food Chemistry, 2023. No. 420.
7. Yang F., Shi C., Yan L. Low-frequency ultrasonic treatment: A potential strategy to improve the flavor of fresh watermelon juice // Ultrasonics Sonochemistry, 2022. No. 91.
8. Lemos A.T., Ribeiro A.C., Delgadillo I., Saraiva, J.A. Preservation of raw watermelon juice up to one year by hyperbaric storage at room temperature // LWT, 2019. No. 117.
9. Petrenko Y., Tlevlessova D., Syzdykova L., Kuzembayeva G., Abdiyeva K. Development of technology for the production of turkish delight from gourds on a natural basis // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2022. Vol. 117, No. 11. P. 6-18.
10. ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции"(с изменениями на 14 июля 2021 года). Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года N 880.

Материал поступил в редакцию 28.08.24.

Д.А. Тлевлесова[1], Е.А. Петренко[2], Л.Л. Гиноян[3], Н.Т. Абраимов[3], Б.С. Сансызбаев[3]

[1]«Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан
[2]Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан
[3]«BusinessProfConsult» ЖШС, Астана қ., Казақстан

ҚАРБЫЗ ПУЛПАСЫ НЕГІЗІНДЕГІ ТӘТТІ ӨНІМДЕРДІҢ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. «Қарбыз» қауын дақылының жемістерінің целлюлозасын сферификация әдісімен «Қарбыз уылдырығы» тәтті гельдік өнімін алу үшін негізгі ингредиент ретінде пайдалану мүмкіндігі қарастырылған.

Қазақстан Республикасындағы бақша дақылдары мен бақша дақылдарының зауыттық қоры оларды өткізудің барлық мүмкін болатын жолдарынан көлемі жағынан айтарлықтай асып түседі. Өсірілген өнім көлемін өткізудің белгіленген тетігінің, жеміс-жидек өңдейтін және оның негізінде өнім шығаратын кәсіпорындардың жоқтығы орасан зор проблеманы – бақша дақылдарын шамадан тыс өндіруді тудырады. Жемістердің орасан зор көлемі елдің тауар айналымына қатыспайды және ел экономикасына шығын әкеледі.

Зерттеу барысында жемістердің оңтайлы рецепті мен өңдеу режимдерін анықтау үшін бірқатар толық факторлық талдаулар жүргізілді, олар таңдалған өзгермелі факторлар: гель түзуші агент (желатин, агар-агар), гель түзетін агенттің мөлшері; лимон шырыны және қарбыз уылдырығы қалыптау температурасы.

Органолептикалық талдау нәтижелеріне сүйене отырып, агар-агарға қарағанда, бұл рецептте желатинді гель түзетін агент қолайлырақ екені анықталды. Гель түзетін агент пен лимон шырынын массасы 100 г шикізатқа әр ингредиенттің 10 г құрайды, ал гельденген массаға тәтті дәм беру үшін 5 г бал қосылады. Уылдырықты қалыптау үшін гельденген массаның ең қолайлы температурасы 40°С.

Қарбыз уылдырығының тәжірибелік үлгісінің органолептикалық, химиялық және микробиологиялық талдауларының нәтижелері бұл өнімнің бәсекеге

қабілеттілігін растады. Қарбыз уылдырығын өндірудің әзірленген технологиясын енгізу Қазақстан Республикасында қауын мен қауын өндірісінің қалдықтарының пайызын айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: тәтті тағам, қарбыз, желатин, органолептикалық талдау, молекулалық гастрономия.

D.A. Tlevlessova[1], E.A. Petrenko[2], L.L. Ginoyan[3], N.T. Abraimov[3], B.S. Sansyzbaev[3]

[1]"Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry" LLP, Almaty, Kazakhstan
[2]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan
[3]"BusinessProfConsult" LLP, Astana, Kazakhstan

RESEARCH OF THE QUALITY OF SWEET PRODUCTS BASED ON WATERMELON PULP

Abstract. The possibility of using the pulp of the fruits of the melon culture "Watermelon" as the main ingredient for the production of the sweet gelled product "Watermelon Caviar" using the spherification method is considered.

The plant reserves of melons and melons in the Republic of Kazakhstan significantly exceed in volume all possible ways of their sale. The lack of an established mechanism for marketing the grown crop volume, enterprises for processing fruits and producing products based on them gives rise to a colossal problem – overproduction of melons. Enormous volumes of fruits do not participate in the country's trade turnover and cause losses to the country's economy.

During the study, a series of full-factorial analyzes were carried out to identify the optimal recipe and processing modes for fruits; the variable factors chosen were: gelling agent (gelatin, agar-agar), the amount of gelling agent, the amount of lemon juice, and the molding temperature of watermelon caviar.

Based on the results of organoleptic analysis, it was found that the gelling agent gelatin is more favorable in this recipe than agar-agar. The mass of the gelling agent and lemon juice is 10 g of each ingredient per 100 g of raw material, and 5 g of honey is added to the gelled mass to give it a sweet taste. The most favorable temperature of the gelled mass for molding caviar is 40°C.

The results of organoleptic, chemical and microbiological analyzes of an experimental sample of watermelon caviar confirmed the competitiveness of this product. The introduction of the developed technology for the production of watermelon caviar will significantly reduce the percentage of waste from the production of melons and melons in the Republic of Kazakhstan.

Keywords: sweet dish, watermelon, gelatin, organoleptic analysis, molecular gastronomy.

References

1. Sel'skoe, lesnoe i rybnoe hozjajstvo v Respublike Kazahstan 2017-2021 [Agriculture, forestry and fisheries in the Republic of Kazakhstan 2017-2021]. Statistical digest / editor-in-chief Ajdapkelov N.S. – Astana, 2022. – 134 p., [in Russian].
2. Kojemec E. How safe are Kazakhstani melons and watermelons [Electronic resource]. Access mode: https://www.caravan.kz/gazeta/naskolko-bezopasny-kazakhstanskie-dyni-i-arbuzyissledovanie-karavana-472211/. Date of access: 10.03.2024, [in Russian].
3. Dobrota L. Watermelon and melon paradise [Electronic resource]. Access mode: https://kazpravda.kz/n/arbuznodynnyy-ray/, svobodnyj. Date of access: 10.03.2024, [in Russian].
4. Makaepea M. Maoto, Daniso Beswa, Afam I. O. Jideani Watermelon as a potential fruit snack // International Journal of Food Properties, 2019. Vol. 22, No. 1. P. 355-370.

5. Mendoza-Enano M.L., Stanley R., Frank D. Linking consumer sensory acceptability to volatile composition for improved shelf-life: A case study of fresh-cut watermelon (Citrullus lanatus) // Postharvest Biology and Technology, 2019. Vol. 154. P. 137-147.
6. Shi F., Wang L., Li S. Enhancement in the physicochemical properties, antioxidant activity, volatile compounds, and non-volatile compounds of watermelon juices through Lactobacillus plantarum JHT78 fermentation // Food Chemistry, 2023. No. 420.
7. Yang F., Shi C., Yan L. Low-frequency ultrasonic treatment: A potential strategy to improve the flavor of fresh watermelon juice // Ultrasonics Sonochemistry, 2022. No. 91.
8. Lemos A.T., Ribeiro A.C., Delgadillo I., Saraiva, J.A. Preservation of raw watermelon juice up to one year by hyperbaric storage at room temperature // LWT, 2019. No. 117.
9. Petrenko, Y., Tlevlessova, D., Syzdykova, L., Kuzembayeva, G., Abdiyeva, K. Development of technology for the production of turkish delight from gourds on a natural basis // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2022. Vol. 117, No. 11. P. 6-18.
10. TR CU 021/2011 Technical Regulations of the Customs Union "On the Safety of Food Products" (as amended on July 14, 2021). Approved by the Decision of the Customs Union Commission dated December 9, 2011 No. 880.

ҒТАМР 65.63.33

А.Б. Рахматулина[1] – *негізгі автор*, ©
Ф.Т. Диханбаева[2], Д.А. Тлевлесова[3]
Н.А. Аралбаев[4], А.Б. Есенова[5]

[1,3]PhD, доцент, [2]Техн. ғылым. д-ры, профессор м.а., [4]PhD, [5]Техн. ғылым. магистры

ORCİD *[1]https://orcid.org/0000-0001-6670-749 [2]https://orcid.org/0000-0003-4257-3774 [3]https://orcid.org/0000-0002-5084-6587 [4]https://orcid.org/0000-0002-8036-9718 [5]https://orcid.org/0000-0002-6101-1446*

[1,2,3,4]Академик Ө.А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинатану институты, Алматы қ., Қазақстан
[1,2,5]Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан
[3]Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты, Алматы қ., Қазақстан

@ *[1]essenova_06.07@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/ISBR1989

Құрғақ түйе сүтінің тағамдық және биологиялық құндылығы

Аңдатпа. Мақалада сублимациялық әдіспен кептірілген түйе сүтінің тағамдық және биологиялық құндылығы зерттелді. Түйе сүтін сублимациялық әдіспен кептіру нәтижесінде құрғақ түйе сүтінде ақуыз, май және көмірсудың массалық үлестері 28,1%, 28,18% және 31,52% құрады.

Құрғақ түйе сүтінің биологиялық құндылығын сипаттау мақсатында оның аминқышқылдық құрамы мен құрамындағы суда еритін витаминдар В тобы атап айтқанда В1, В2, В3 және С мөлшерлері анықталды.

Аминқышқылдық құрамды зерттеу нәтижесінде құрғақ түйе сүтінде 14 аминқықылы (7 – ауыстырылмайтын, 7 – ауыстырылатын) анықталды. Анықталған аминқышқылдарының жалпы саны 41,36% құрады.

Зерттеу қорытындысы бойынша құрғақ түйе сүтінің тағамдық және биологиялық құндылығын сипттайтын нәтижелер, құрғақ түйе сүті бойынша жеткіліксіз зертеулер қатарын толықтырады.

Тірек сөздер: құрғақ түйе сүті, тағамдық құндылығы, биологиялық құндылығы, аминқышқылдық құрамы, витаминдер.

Рахматулина, А.Б. Құрғақ түйе сүтінің тағамдық және биологиялық құндылығы [Мәтін] / А.Б. Рахматулина, Ф.Т. Диханбаева, Д.А. Тлевлесова, Н.А. Аралбаев, А.Б. Есенова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.151-157. https://doi.org/10.55956/ISBR1989

Кіріспе. Қазақстанда қазіргі уақытта биологиялық құндылығы мен сіңімділігі жоғары балғын түйе сүтімен қатар, құрғақ түйе сүтін өндіру белсенді түрде жүргізілуде.

Түйе сүті ерекше тәтті дәмі бар, кейде ол тұзды болуы мүмкін ақ түсті сұйықтық [1,2]. pH мәні аздап қышқыл, 6,2-ден 6,5 арасында болады [3]. Соңғы жылдардағы зерттеулер нәтижесі бойынша түйе сүтінің құрамында

орта есеппен: ақуыз – 2,55%, май – 2,72%, лактоза – 4,37%, күл – 0,87% және су – 89,58% бар екендігі анықталды [4].

Әдеби деректерге сүйенсек түйе сүті альбумин типті құрамы бойынша ана сүтіне ең жақын сүт болып табылады [5]. Оның құрамында ақуыздың оңтайлы мөлшері мен оңай сіңетін май бар. Түйе сүтінде β-лактоглобулиннің болмауы оны аллергиялық реакциясыз тұтынуға мүмкіндік береді [6].

Аминқышқылдық құрамы бойынша түйе сүтінде сиыр сүтімен салыстырғанда метионин, валин, фенилаланин, аргинин және лейцин көп [7].

Ана сүті мен түйе сүтінің аминқышқылдық құрамын салыстырып зерттеген [8] S.M. Shamsia еңбектерінде түйе сүтіндегі ауыстырылатын және ауыстырылмайтын аминқышқылдарының қатынасы ана сүтіндегі аминқышқылдарының қатынасына жақын екенін көрсетті.

Түйе сүтінің май түйіршіктері ұсақ болғандықтан, түйе сүтінің майы тезірек гидролизденіп, ағзаға жақсы сіңеді [9]. Түйе сүтінің майының сапасы ауыл шаруашылығы малдарының сүтінің басқа түрлерінен алынатын майдың сапасына қарағанда жоғары. Түйе сүтіндегі қанықпаған май қышқылдарының салыстырмалы түрде жоғары болуы оны диеталық қасиеті бар өнім ретінде қарастыруға мүмкіндік береді [10].

Түйе сүті адам ағзасындағы биохимиялық және физиологиялық процестердің қалыпты жүруін қамтамасыз ете алатын дәрумендердің көзі ретінде ерекше құнды болып табылады. Айта кету керек, түйе сүтінде сиыр сүтіне қарағанда С витамині 3-5 есе көп [9].

Сонымен қатар, түйе сүті ағзаның қалыпты дамуын қамтамасыз ететін макро- және микроэлементтермен байытылған. Конуспаева және т.б. шолу мақаласында түйе сүтінің салыстырмалы түрде калий (К), натрий (Na), хлорид (Cl), темір (Fe) және мырыш (Zn) көп екенін атап өтті [11].

Қазақстан аумағында түйелер негізінен шөл және шөлейт аймақтар, яғни Ақтөбе, Маңғыстау, Оңтүстік Қазақстан, Қызылорда және Атырау облыстарында кең тарағанын атап өткен жөн.

Осыған байланысты, Қазақстан Республикасы аймақтарының географиялық және экономикалық ерекшеліктерін, түйе сүтін өңдеудің ерекше қасиеттері мен түйе негізінен жазғы-күзгі мезгілдерде саулатынын ескере отырып құрғақ түйе сүтін өндіру өзекті.

Жұмыстың мақсаты: сублимациялық әдіспен кептірілген түйе сүтінің тағамдық және биологиялық құндылығын зерделеу.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеу барысында 2024 жылдың наурыз айында алынған түйе сүті мен одан сублимациялық әдіспен кептірілген құрғақ түйе сүті зерттелді.

Балғын түйе сүтін қабылдау ҚР СТ 166-2015 бойынша, құрғақ түйе сүтін қабылдау ҚР СТ 3386-2019 стандартындағы көрсеткіштерге сәйкес жүргізілді.

Сүт үлгілеріндегі ақуыздың массалық үлесі МЕМСТ 34454-2018 бойынша Кьельдал әдісімен, майдың массалық үлесі – МЕМСТ 5867-90 сәйкес қышқылдық әдіспен, көмірсудың мөлшері ГОСТ 34304-2017 бойынша жүргізілді.

Құрғақ сүтің биологиялық құндылығын анықтау мақсатында жүргізілген аминқышқылдық құрамы мен витаминдер мөлшерін анықтау «Капель-105 М» құрылғысында, ал аскорбин қышқылы С мөлшері МЕМСТ 30627.2-98 сәйкес анықталды.

Зерттеу жұмысына талдаулар жалпы зерттеудің стандартты және жалпы қабылданған әдістерін қолдана отырып, Алматы технологиялық

университетінің «Тамақ қауіпсіздігі» ғылыми зерттеу институтының аккредиттелген зертханасында жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері 3-5 рет қайталана отырып орындалып, орташа арифметикалық мәндері алынды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Зерттеудің алғашқы кезеңінде кептіруге алынған түйе сүтінің физика-химиялық көрсеткіштері зертханалық жағдайда зерттелді. Зерттеу нәтижелері 1-кестеде көрсетілген.

Кесте 1

Түйе сүтінің физика-химиялық көрсеткішетрі

Көрсеткіштер атауы, өлшем бірлігі	Нақты алынғаны
Ақуыздың массалық үлесі, %	3,54±0,03
Майдың массалық үлесі, %	5,01±0,05
Лактозаның массалық үлесі, %	5,24±0,03
Титрлеу қышқылдығы, °Т	17,5±0,5
pH	6,51±0,05

Зерттеу нәтижелері бойынша түйе сүтінің құрамында ақуыз – 3,54%, май – 5,01%, лактоза – 5,24% құрады.

Алынған нәтижелер қазақстандық зерттеушілердің жұмысының нәтижелерімен ұқсас келеді [12], бірақ [13,14] әдебиеттерде көрсетілген нәтижелерден жоғары болып табылады. Жалпы түйе сүтінің құрамы географилық зона, берілетін азығы, жыл мезгілі, лактация стадиясы, малдың жасы, тұқымы және т.б факторларға байланысты өзгеріске ұшырап отырады.

Физикалық көрсеткіштері бойынша зерттеуге алынған үлгілерде титрлеу қышқылдылығы – 17,5°Т құрады. Алынған нәтижелер [12] авторлардың зерттеу нәтижелерімен сәйкес келеді.

Бұл зерттеу жұмысындағы түйе сүтінің pH мәні 6,51 болды. Түйе сүтіндегі pH мәнінің төмен болуы, оның құрамындағы С витминінің жоғары болуымен түсіндіруге болады [5]. Сонымен қатар N. Sahel [15] атап өткендей сүттің pH малдың азығы мен оған берілетін судың қолжетімділігіне байланысты өзгеруі мүмкін.

Зерттеудің келесі кезеңінде түйе сүті сублимациялық әдіспен кептірілді. Алынған құрғақ түйе сүтінің тағамдық құндылығы 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2

Құрғақ түйе сүтінің тағамдық құндылығы

Көрсеткіштер атауы, өлшем бірлігі	Нақты алынған
Ақуыздың массалық үлесі, %	28,1±0,42
Майдың массалық үлесі, %	28,18±0,43
Көмірсудың массалық үлесі, %	31,52±0,55

Түйе сүтін сублимациялық әдіспен кептіру нәтижесінде құрғақ түйе сүтінде ақуыз, май және көмірсудың массалық үлестері 28,1%, 28,18% және 31,52% құрады. Бұл көрсеткіштер ҚР СТ 3386-2019 «Құрғақ түйе сүті» Техникалық шарттар [16] ұлттық стандартында көрсетілген нормаларға сәйкес келетінін көрсетті. Жалпы құрғақ түйе сүтінің химиялық құрамы оны құрғату әдісімен тікелей байланысты [17].

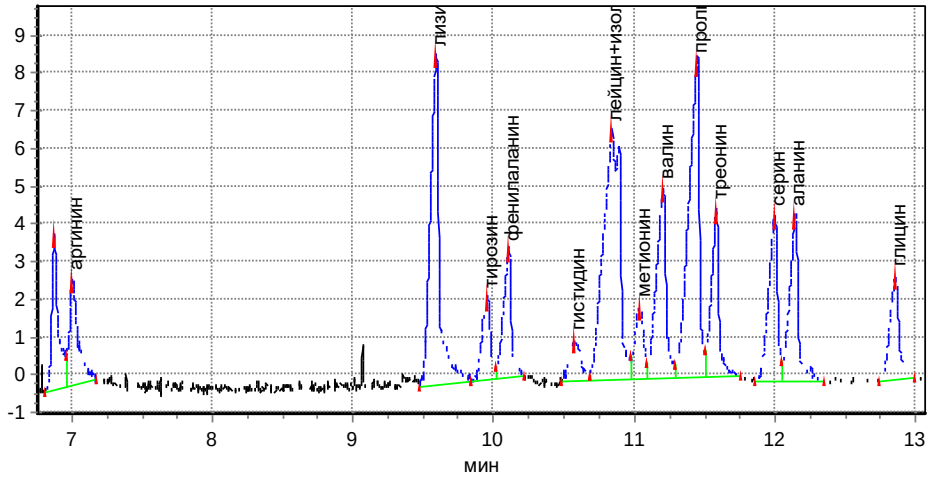
Зерттеу барысында құрғақ түйе сүтінің биологиялық құндылығын анықтау мақсатында оның аминқышқылдық құрамы зерттелді. 3-кестеде

келтірілген аминқышқылдарды зерттеу бойынша біздің зерттеу нәтижелеріміз Н.А. Аралбаевтың ғылыми жұмысының деректерімен салыстырылды. Құрғақ түйе сүтінің аминқышқылдық құрамының хроматограммасы 1-суретте келтірілген.

Кесте 3

Құрғақ түйе сүтінің аминқышқылдық құрамы

Аминқышқылдар атауы	Нақты алынғаны, %	Құрғақ түйе сүті, % [18]
Аргинин	3,44±1,37	4,16±0,17
Лизин	4,67±1,59	8,05±0,24
Тирозин	2,46±0,73	3,02±0,15
Фенилаланин	3,20±0,96	4,94±0,22
Гистидин	1,42±0,71	3,07±0,14
Лейцин+изолейцин	4,92±1,28	-
Метионин	1,69±0,57	3,42±0,15
Валин	4,18±1,67	-
Пролин	6,89±1,79	9,25±0,31
Треонин	2,70±0,70	4,30±0,14
Серин	2,70±0,70	4,53±0,18
Аланин	2,06±0,53	2,42±0,14
Глицин	1,03±0,35	1,98±0,07
Аспарагин қышқылы	-	6,82±0,17
Глутамин қышқылы	-	22,6±0,54
Гидроксипролин	-	0,32±0,02



Сурет 1. Құрғақ түйе сүтінің аминқышқылдық құрамының хроматограммасы

Зерттеу нәтижесі бойынша кептірілген түйе сүтінің құрамында жалпы саны 14 аминқышқылы (7 – ауыстырлмайтын, 7 – ауыстырылатын) анықталды. Анықталған аминқышқылдарының жалпы саны 41,36% құрады. Біздің зерттеу үлгімізде аспарагин мен глутамин қышқылдар және гидросипролин аминқышқылдары анықталмады, ал [18] жұмыстың деректерінде ауыстырылмайтын аминқышқылдары лейцин, изолейцин және валин аминқышқылдарының мөлшері белгісіз. Зерттеу үлгімізде ауыстырылмайтын аминқышқылдарының жоғары мөлшерін лейцин+изолейцин – 4,92% көрсетсе, ең төменгі мөлшерін метионин 1,69%

көрсетті. Метиониннің бұл көрсеткіші [18] әдебиетте көрсетілген мөлшерден 50% төмен екенін байқауға болады.

Жалпы [7] мәліметтері бойынша түйе сүтінде сиыр сүтімен салыстырғанда метионин, валин, фенилаланин, аргинин және лейцин мөлшерінің жоғары болатынын ескерсек, алынған деректер түйе сүтін термиялық өңдеу аминқышқылдарының сандық құрамының төмендеуіне әкелуі мүмкін екендігі көрсетілген [19] авторлардың нәтижелерімен сәйкес келеді.

Көктем мезгілінде сублимациялық әдіспен кептірілген түйе сүтінің аминқышқылдық құрамы Н.А. Аралбаевтың зерттеу деректерінен айтарлықтай ерекшеленетінін 3-кестеден көруге болады, мұндай айырмашылықтар сүттің құрамы, зерттеу әдістері, сүтті құрғату әдісі, температурасы мен уақытының өзгешелігі және т.б себептерге байланысты болуы мүмкін. Бұл нәтижелер әртүрлі жағдайларда құрғақ түйе сүтінің биологиялық құндылығының өзгергіштігін жақсырақ түсіну үшін одан әрі зерттеудің маңыздылығын көрсетеді.

Витаминдердің адам ағзасында атқаратын рөлі маңызды. Зерттеудің ақырғы кезеңінде құрғақ түйе сүтінің құрамындағы суда еритін витаиндер мөлшері зерттелді. Зерттеу нәтижелері 4-кестеде көрсетілген.

Кесте 4

Құрғақ түйе сүтіндегі суда еритін витаминдер

Аталуы	Нақты алынғаны
Тиаминхлорид (B_1), мг/100г	0,456±0,091
Рибофлафин (B_2), мг/100г	0,082±0,034
Пантотен қышқылы (B_3), мг/100г	0,050±0,010
Аскорбин қышқылы (С), мг/100г	1,92±0,652

Витаминдерді зерттеу нәтижесі бойынша (4-кесте) құрғақ түйе сүті құрамындағы витаминдер В1 – 0,45 мг/100г, В2 – 0,08 мг/100г, В3 – 0,05мг/100г, және С – 1,92 мг/100 г болады. Алынған деректер [18] жұмыста көрсетілген нәтижелерден төмен.

Жалпы түйе сүті басқа сүттермен салыстырғанда С витаминінің мөлшері бойынша жоғары [20] болатынынын ескерсек, алынған мәліметтер сүтті құрғату барысында жоғары температура әсері витаминдердің мөлшерінің төмендендеуіне әкелетінін дәлелдейді [21]. Сондықтан оларды құрғақ сүт өнімдерін өндіруде барынша сақтау өте маңызды.

Қорытынды. Зерттеу жұмысы сублимациялық әдіспен кептірілген түйе сүтінің тағамдық және биологиялық құндылықтарын анықтау мақсатында жүргізілді. Зерттеу барысында алынған мәліметтер құрғақ түйе сүтінің тағамдық және биологиялық құндылығын сипттайтын зертеулер қатарын толықтыруға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Vincenzetti S. et al. Nutraceutical and functional properties of camelids' milk // Beverages, 2022. Vol. 8, No. 1. P. 12.
2. Alhadrami G., Faye B. Camel // The Encyclopedia of Dairy Sciences. – Academic Press, 2022. – 48-64 p.
3. Ardö Y. et al. Chromatographic methods // The Encyclopedia of Dairy Sciences. – Academic Press, 2011. – 169-176 p.

4. Ismaili M.A. et al. Composition and microbial quality of raw camel milk produced in Morocco // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 2019. Vol. 18, No. 1. P. 17-21.
5. El-Hatmi H. et al. Comparison of composition and whey protein fractions of human, camel, donkey, goat and cow milk // Mljekarstvo/Dairy, 2015. Vol. 65, No. 3.
6. Kumar D. et al. Camel milk: Alternative milk for human consumption and its health benefits // Nutrition & Food Science, 2016. Vol. 46, No. 2. P. 217-227.
7. Barłowska J. et al. Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production // Comprehensive reviews in food science and food safety, 2011. Vol. 10, No. 6. P. 291-302.
8. Shamsia S.M. Nutritional and therapeutic properties of camel and human milks // International J. of genetics and molecular biology, 2009. Vol. 1, No. 2. P. 52-58.
9. Ho T.M., Zou Z., Bansal N. Camel milk: A review of its nutritional value, heat stability, and potential food products // Food Research International, 2022. Vol. 153. P. 110870.
10. Konuspayeva G. et al. Composition des lipides du lait de chamelle (Camelus bactrianus, Camelus dromedarius et hybrides) au Kazakhstan // Dairy Science & Technology, 2008. Vol. 88. P. 327-340.
11. Konuspayeva G., Faye B., Bengoumi M. Mineral status in camel milk: A critical review // Animal Frontiers, 2022. Vol. 12, No. 4. P. 52-60.
12. Dikhanbayeva F. et al. Studying the effect of the developed technology on the chemical composition of yogurt made from camel milk // Eastern-European journal of enterprise technologies, 2021. Vol. 3, No. 11. P. 111.
13. Elhosseny M. et al. Evaluation of physicochemical properties and microbiological quality of camel milk from Egypt // J Dairy Vet Anim Res, 2018. Vol. 7, No. 3. P. 92-97.
14. Ahmed A.A.H., Sayed R.G., Sayed M. Nutritional value and sanitary evaluation of raw Camel's milk // Emirates Journal of Food and Agriculture, 2014. Vol. 26, No. 4. P. 317.
15. Sahel N. et al. Microbiological and physico-chemical characteristics of camel milk from Southwestern Algeria // Pakistan Journal of Agricultural Research, 2023. Vol. 36, No. 4. P. 377.
16. QR ST 3386-2019. Qurğaq tüye süti Texnïkalıq şarttar [RK ST 3386-2019 Dry camel milk Technical conditions]. – Nur-sultan:Memstandart, 2020. – 24 p., [in Kazakh].
17. Aralbayev, N.A. Issledovaniye i razrabotka tekhnologii sukhikh molochnykh produktov na osnove verblyuzh'yego moloka [Research and development of technology for dry milk products based on camel milk]: dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD). – Almaty, Almaty Technological University, 2022, [in Russian].
18. Aralbayev N. et al. Comparative study of amino acid composition of raw and dry camel milk and shubat (Camelus dromedaries) // EurAsian Journal of BioSciences, 2019. Vol. 13, No. 2. P. 1489-1493.
19. Omar A., Harbourne N., Oruna-Concha M.J. Quantification of major camel milk proteins by capillary electrophoresis // International Dairy, 2016. Vol. 58. P. 31-35.
20. Faye B., Konuspayeva G., Bengoumi M. Vitamins of camel milk: a comprehensive review // J Camelid Sci., 2019. Vol. 12. P. 17-32.
21. Aralbayev N.A., Dikhanbayeva F.T., Serikbayeva A.D., Yusof YU.A. Izmeneniye soderzhaniya vodorastvorimykh vitaminov v verblyuzh'yem moloke posle sushki [Changes in the content of water-soluble vitamins in camel milk after drying] // Vestnik KazNITU [Bulletin of Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev], 2019. No. 5 (135). P. 565-568, [in Russian].

Бұл мақаладағы зерттеулер «BR21881957 Бие мен түйе сүтін терең өңдеу технологиясын және вакуумды-мұздатып кептіру жабдығын әзірлеу» жобасы аясында жүргізілді.

Материал редакцияға 05.09.24 түсті.

А.Б. Рахматулина[1,2], Ф.Т. Диханбаева[1,2], Д.А. Тлевлесова[1,3], Н.А. Аралбаев[1], А.Б. Есенова[2]

[1]Институт механики и машиноведения имени академика У. А. Джолдасбекова, г. Алматы, Казахстан
[2]Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан
[3]Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г. Алматы, Казахстан

ПИЩЕВАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ СУХОГО ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА

Аннотация. В статье изучена пищевая и биологическая ценность верблюжьего молока, высушенного сублимационным методом. В результате сушки верблюжьего молока сублимационным методом массовая доля белка, жира и углеводов в сухом верблюжьем молоке составили 28,1%, 28,18% и 31,52%.

С целью характеристики биологической ценности сухого верблюжьего молока были определены его аминокислотный состав и содержание водорастворимых витаминов группы В в частности В1, В2, В3 и С.

В результате исследования аминокислотного состава в сухом верблюжьем молоке было выявлено 14 аминокислот (7 – незаменимых, 7 – заменимых). Общее количество идентифицированных аминокислот составило 41,36%.

Содержание витаминов в сухом верблюжьем молоке составило В1 – 0,45 мг/100 г, В2 – 0,08 мг/100 г, В3 – 0,05 мг/100 г, и С – 1,92 мг/100 г.

По итогам исследования, результаты характеризующие пищевую и биологическую ценность сухого верблюжьего молока, дополняют ряд недостаточных исследований сухого верблюжьего молока.

Ключевые слова: сухое верблюжье молоко, пищевая ценность, биологическая ценность, аминокислоты, витамины.

A.B. Rakhmatulina[1,2], F.T. Dikhanbayeva[1,2], D.A. Tlevlessova[1,3], N.A.Aralbaev[1], A.B. Yessenova[2]

[1]U. Joldasbekov Institute of Mechanics and Engineering, Almaty, Kazakhstan
[2]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan
[3]Kazakh research Institute of processing and food industry, Almaty, Kazakhstan

NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE OF DRY CAMEL MILK

Abstract. The article studies the nutritional and biological value of camel milk dried by the freeze-drying method. As a result of drying camel milk by the freeze-drying method, the mass fraction of protein, fat and carbohydrates in dry camel milk was 28.1%, 28.18% and 31.52%.

In order to characterize the biological value of dry camel milk, its amino acid composition and the content of water-soluble B vitamins, in particular B1, B2, B3 and C, were determined.

As a result of the study of the amino acid composition in dry camel milk, 14 amino acids were identified (7 – essential, 7 – non-essential amino acids). The total number of identified amino acids was 41.36%.

According to the results of the study, the results characterizing the nutritional and biological value of dry camel milk complement a number of insufficient studies of dry camel milk.

Keywords: camel milk powder, nutritional value, biological value, amino acids, vitamins.

МРНТИ 65.01.11

З.В. Василенко[1] – *основной автор*, **В.В. Редько-Бодмер[2], П.Ю. Зайцева[3]**

[1]*Д-р техн. наук, профессор,* [2]*Канд. техн. наук, доцент,* [3]*Студент*

[1]*https://orcid.org/0000-0002-0778-4261* [2]*https://orcid.org/0000-0001-9485-9315* [3]*https://orcid.org/0009-0007-1995-4014*

[1]*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, г. Могилёв, Республика Беларусь*

[1]*rbodvv@yandex.by*

https://doi.org/10.55956/FHOQ9946

ПРИНЦИПЫ, ОСОБЕННОСТИ, ПОДХОДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ОРГАНИЗАЦИИ ПИТАНИЯ ПРИ ПОСТКОВИДНОМ СИНДРОМЕ

Аннотация. Представлены результаты аналитических исследований, связанных с особенностями физиологического статуса населения в условиях постковидного синдрома. Разработаны рекомендации по нутриентному составу сырьевых наборов и рационов питания с учетом физиологических изменений организма человека при постковидном синдроме.

Ключевые слова: постковидный синдром, дефицит нутриентов, саркопения, метаболический синдром, полинейропатия, депрессия, тревожность, серотонин, палеодиета, средиземноморская диета, продвольственное сырье растительного и животного происхождения, сырьевой набор, рацион питания.

Василенко, З.В. Принципы, особенности, подходы, применяемые в организации питания при постковидном синдроме [Текст] / З.В. Василенко, В.В. Редько-Бодмер, П.Ю. Зайцева // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.158-170. https://doi.org/10.55956/FHOQ9946

Введение. Коронавирусная инфекция распространяется по всему миру. Более 6,82 млн. человек умерло от COVID-19 с момента его первого обнаружения в декабре 2019 года (по данным ВОЗ на 08 марта 2023 года). Актуальным вопросом на фоне большой разницы в тяжести течения заболевания после заражения на сегодняшний день остается вопрос о последствиях инфекции, включая постковидный синдром [1] с ключевыми признаками: кашель, одышка, аритмии, сердцебиение, гипотензия, учащение пульса, венозные тромбоэмболические заболевания, миокардит и острая сердечная недостаточность, головная боль, симптомы периферической невропатии, нарушением концентрации внимания и сна, тревога и депрессия, усталость, когнитивная дисфункция (затуманенность сознания, проблемы с памятью, нарушение внимания) [2-7]. Исследования, проведенные на людях, ранее перенесших коронавирус, показывают, что после заражения как физическая функция, так и физическая форма могут ухудшаться на срок до двух лет после начала заболевания [8].

В связи с вышеизложенным представляет особый интерес разработка сырьевых наборов и рационов питания, компенсирующих дефицит нутриентов, возникающий вследствие постковидных изменений состояния организма человека.

Условия и методы исследований. Систематический поиск без ограничений по дате был проведен в базе данных PubMed. Поиск проводился с использованием предопределенных ключевых слов, относящихся к диетическим моделям, диетам, рационам питания, COVID-19 и инфекции SARS-CoV-2. Списки ссылок всех статей были просмотрены на предмет потенциальных исследований, которые можно было бы включить в обзор. Математическая обработка и расчет данных (рис. 1, 2, таблицы 1-6) осуществлялись с помощью программного обеспечения Microsoft Excel на основе справочных данных о пищевых продуктах и профилях питательных веществ [9,10]. При составлении рационов питания использовали действующие сборники технологических карт на кулинарную продукцию и блюда диетического питания.

Результаты исследований и их обсуждение. Постковидный синдром характеризуется мультисистемными изменениями в организме, в числе которых:

– нарушение клиренса ангиотензина II и избыточная секреция альдостерона, ведущие к развитию гипокалиемии вследствие чрезмерного выведения калия почками;

– недостаток калия, магния и микроэлементов [9-11];

– дисфункция центральной нервной системы с развитием тревожно-депрессивного, ипохондрически-сенестопатического или астенического синдромов, вызванных хронической гипокалиемией [12];

– желудочно-кишечные симптомы и тяжелые симптомы психического здоровья (тревога, депрессия) в результате снижения путей биосинтеза триптофана микробиома кишечника и концентрации 5-НТ (серотонин) в плазме крови [13-17];

– снижение расчетной скорости клубочковой фильтрации, демиелинизация головного мозга [18];

– повреждение эндотелия, разрушение миофибрилл и деградация мышц из-за митохондриальной дисфункции и аутофагии [19];

– усиление процесса острой саркопении, вызванной снижением потребления пищи и обострением катаболизма, усугубляемыми аносмией, агевзией, измененной микробиотой [20,21];

– появление метаболического синдрома, кардиометаболических расстройств и различной степени непереносимости глюкозы в виде выраженной гипергликемии, ведущей к новому развитию диабета или ухудшению существующего ранее заболевания, скелетно-мышечных и артритических болей [22-37];

– эндокринные нарушения, вызванные изменением функции гипофиза, гипотиреозом, изменением в гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси; инсулинопеническая гипергликемия, напоминающая диабет 1 типа [38];

– отсутствие и (или) присутствие некоторых метаболитов, влияющее на мышцы, печень и почки, а также, с большой вероятностью, оказывающее влияние на микробиоту кишечника (в частности отсутствие цитрата или гиппуровой кислоты) [39];

– усиление метаболизма аргинина и липидов, нарушение метаболизма нейротрансмиттеров, включая серотонин, дофамин, глутамат и ГАМК во время прогрессирования длительной головной боли при постковидном состоянии [40];

– когнитивная дисфункция и утомляемость, нарушение кортикальной ГАМК-ергической активности (снижение долгоинтервального внутрикоркового торможения) [41,42].

Таким образом, постковидный синдром характеризуется мультисистемными изменениями в организме и требует особого подхода в виде персонализированной оценки нутритивного статуса для выявления потенциального дефицита питательных и ненутриентных веществ, а также для улучшения физических и психических осложнений, общего состояния здоровья с включением в рацион продуктов, которые естественным образом содержат биологически активные соединения с противовоспалительным и иммуностимулирующим действием.

Перечень продовольственного сырья, применяемого при разработке рационов питания при постковидном синдроме, должен учитывать особенности нарушения состояния организма человека в связи с метаболическим синдромом (повышенный уровень холестерина и сахара), полинейропатией (парестезии), саркопенией (потеря мышечной массы), депрессией и тревожностью (серотонин, триптофан, ГАБА) и других с учетом рекомендаций по содержанию триптофана, витаминов B_{12} и B_6, магния, лейцина для стабильной концентрации серотонина, всасывания его в кишечнике и транспортирования к головному мозгу и улучшения мышечной силы у ослабленных пожилых людей [13-17,20,21].

Основываясь на результатах аналитических исследований, пришли к мнению о целесообразности формирования сырьевых наборов и разработке рационов питания на их основе, удовлетворяющих потребности организма человека в основных пищевых веществах и энергии по гендерному признаку, коэффициенту физической активности и сопутствующей постковидной симптоматике, имеющих низкую гликемическую нагрузку и инсулиновый индекс, высокое содержание триптофана, лейцина, витаминов B_1, B_3, B_6, B_{12}, C, D, магния, калия, серы, ГАБА с учетом ограничений, а также рекомендаций при нарушении функции почек (снижении скорости клубочковой фильтрации).

Для разработки рациона питания при постковидном синдроме составили перечни продовольственного сырья растительного и животного происхождения с максимальным содержанием требуемых нутриентов с учетом объема выборки не менее 10 наименований сырья по каждому нутриенту.

Пример: в состав указанного перечня вошли продукты с максимальным содержанием:

– витамина B_1: орехи кешью, семена подсолнечника, семена кунжута, фисташки, арахис, соя, горох, отруби овсяные и пшеничные; икра минтая, икра красная зернистая, свинина (жирная), почки говяжьи, печень говяжья, тунец, горбуша, сом, лосось атлантический семга;

– витамина B_3: грибы белые сушёные, арахис, семена подсолнечника, семена кунжута, грибы (опята, подосиновики), порошок яичный, соя, мука пшеничная обойная;

– витамина B_6: желуди сушеные, семена подсолнечника, семена кунжута, фисташки, грецкий орех, чеснок, фасоль, соя, фундук, отруби пшеничные; мясо индейки, лосось атлантический (семга), скумбрия, тунец, горбуша, говядина, мясо птицы, сельдь жирная, икра черная;

– витамина B_{12}: сыр швейцарский, творог 2% жирности, молоко сгущённое, мороженое, сметана обезжиренная; моллюски, говяжья печень, печень гусиная, осьминог, печень индейки, почки говяжьи, печень свиная, скумбрия, сельдь, говяжьи мозги;

– витамина С: шиповник, облепиха, киви, грибы белые сушёные, капуста брюссельская, папайя, апельсин, шпинат, зелень, манго;

– витамина D: грибы лисички, гриб сморчок, масло топлёное, масло сладко-сливочное несолёное, молоко козье, сыр «чеддер» 50%, сыр «швейцарский» 50%, сливки 20%, творог 18%; рыбий жир (из печени трески), сельдь жирная, кета, скумбрия, лосось атлантический (сёмга), горбуша, икра чёрная зернистая, тунец, окунь речной, икра красная зернистая;

– магния: кунжут, отруби пшеничные, семена подсолнечника (семечки), кешью, гречиха (зерно), кедровый орех, мука гречневая, отруби овсяные, крупа гречневая (ядрица), арахис, икра красная зернистая, кальмар, минтай, креветка, палтус, сельдь среднесолёная, хек, рак речной, почки говяжьи, пикша;

– калия и магния: салат латук, морская капуста, сельдерей, шпинат, руккола, укроп, петрушка, огурец, морковь, смородина черная, семена чиа, тыквы, кунжута, орехи кешью, миндаль, арахис, банан, лосось, палтус, молоко, кальмар, мясо птицы (грудка);

– калия: грибы белые сушёные, персик сушёный, курага, отруби пшеничные, молоко сухое нежирное, фасоль (зерно), фисташки, морская капуста, груша сушёная, чернослив; палтус, лосось атлантический (сёмга), килька балтийская, килька каспийская, камбала, кальмар, мясо (индейка), вобла, икра красная зернистая икра минтая;

– серы: яичный порошок, молоко сухое нежирное, молоко сухое 25%, творог нежирный, творог 2%, нут, миндаль, горох (лущеный), чечевица (зерно), грецкий орех; мясо (индейка, говядина, свинина жирная, судак, цыплята бройлеры, баранина;

– триптофана: сыр «швейцарский» 50%, сыр «рокфор» 50%, брынза (из коровьего молока), кешью, арахис, фисташки, горох (лущеный), грибы белые, хлопья овсяные «геркулес», фундук,икра красная зернистая, мясо (индейка), кальмар, мясо (цыплята бройлеры), мясо (куриное), сельдь нежирная, горбуша, мясо (говядина), минтай, окунь морской;

– лейцина: яичный порошок, сыр (пармезан), соя (зерно), молоко сухое, чечевица (зерно), творог нежирный, арахис, фасоль (зерно), горох (лущеный), фисташки, икра красная зернистая, кальмар, горбуша, окунь морской, сельдь нежирная, скумбрия, мясо (индейка).

На основании анализа сведений, полученных из информационных источников, пришли к выводу о необходимости обращения к различным диетическим профилям (кето-, палео-, средиземноморская диеты и диеты по Певзнеру М.И., в силу многогранности проявлений постковидного симптомокомплекса.

В дальнейшем оценили насыщенность указанных выше диетических профилей продуктами растительного и животного происхождения, имеющими максимальное содержание требуемых нутриентов (рис. 1, 2).

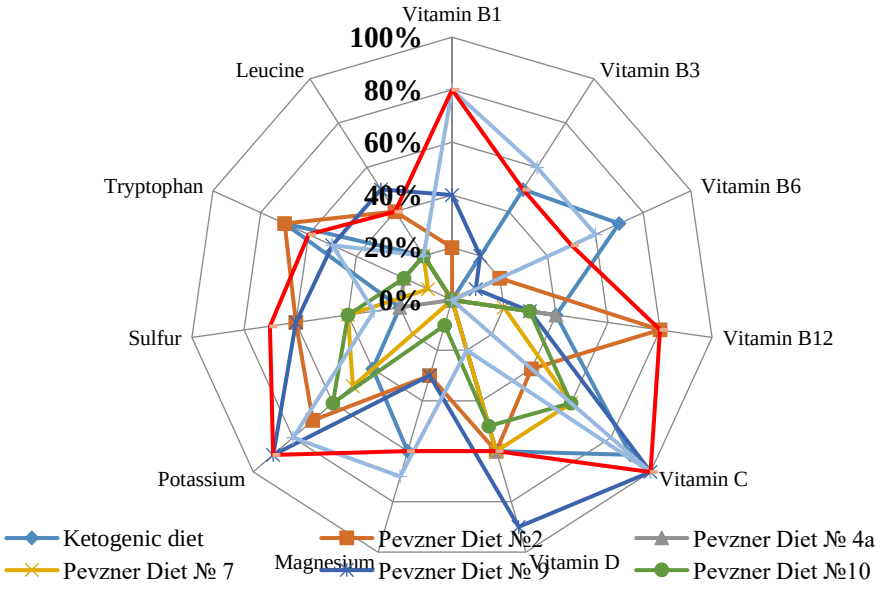


Рис. 1. Процент растительных продуктов с максимальным количеством питательных веществ в исследуемых рационах

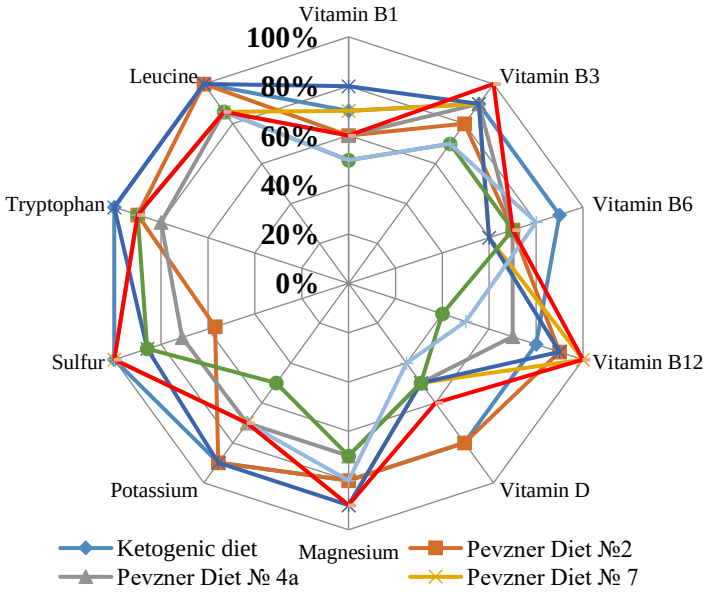


Рис. 2. Процент продуктов животного происхождения с максимальным количеством питательных веществ в исследуемом рационе

Как видно из данных, представленных на рисунке 1, насыщенность диетических профилей продуктами с максимальным содержанием нутриентов изменяется в ряду: средиземноморская, палео- и кето- диеты, диеты по Певзнеру М.И. в сторону уменьшения.

Наиболее приемлемым является средиземноморский диетический профиль, что согласуется с результатами имеющихся исследований. В качестве современной стратегии для достижения компенсации дефицита нутриентов при постковидном синдроме, по результатам имеющихся

публикаций, обсуждается применение средиземноморской диеты, либо комбинированное сочетание кето- и средиземноморской диеты с организацией перехода с одной на другую [43].

Вместе с тем, ни один из проанализированных диетических профилей не позволяет полностью удовлетворить потребность организма в нутриентах за счет продуктов с максимальным их содержанием (например, средиземноморская диета по витаминам B_3 и B_6, палео-диета по витамина D, B_{12}, кето-диета по B_3 и B_{12} и т.п.) и требует корректировки.

В связи с этим, в своей работе мы попытались сформировать сырьевой набор и рацион питания, учитывающий компенсацию дефицита нутриентов при постковидном синдроме с учетом общепринятых рекомендаций и индивидуального подхода и понимания.

С учетом выявленных особенностей нами были составлены два примерных рациона питания на основании действующих сборников технологических карт [49,50]:

1) *завтрак:* бутерброды с отварными мясными продуктами (хлеб / говядина отварная) 30/20 г; сырники с морковью / сметаной (15%) 200/30 г; чай зелёный 200 г; *обед:* салат зелёный с огурцами и помидорами 100 г, борщ с капустой и картофелем 250 г; рыба (филе) отварная 75 г; каша вязкая (рисовая) / масло сливочное 150/15 г; компот из крыжовника и вишни 250 г; хлеб ржано-пшеничный «Бородинский» 50 г; *полдник:* апельсин / киви 150/100 г; *ужин:* руляда из птицы со свининой и черносливом 100 г; овощи припущенные (тыква) / масло сливочное 200/10 г; отвар шиповника 250 г; хлеб «Бородинский» 50 г; *второй ужин:* кефир (2,5%) 200 г;

2) *завтрак:* бутерброды с икрой зернистой (икра / масло сливочное / батон) 10/2/20 г; блинчики витаминные 210 г; чай зелёный 250 г; *обед:* салат зелёный с огурцами и помидорами 100 г; суп-пюре из цветной капусты 250 г; оладьи из печени 100 г; картофельное пюре /масло сливочное 150/10 г; компот из крыжовника и вишни 250 г; хлеб ржано-пшеничный «Бородинский» 50 г; *полдник:* апельсин / киви 150/100 г; *ужин:* баклажаны тушеные с помидорами 100 г; птица, дичь или кролик отварные (индейка) / каша гречневая вязкая / масло сливочное75/150/15 г; отвар шиповника 250 г; хлеб «Бородинский» 50 г; *второй ужин:* кефир (2,5%) 200 г;

И один опытно-экспериментальный рацион:

3) *завтрак:* бутерброд сыр костромской / масло сливочное / хлеб ржано-пшеничный Бородинский 15/12/30 г; творог (9%) с семенами кунжута, фисташками, орехами кешью и бразильским орехом 80/4/4/4 г; шоколад горький 12 г; каша овсяная вязкая 50 г; масло печени трески 5 г; чай зеленый 200 г; *обед:* салат (сельдерей стебель / руккола / чеснок / огурец / лук репчатый / масло оливковое) 40/8/5/30/8/10 г; хлеб ржано-пшеничный «Бородинский»60 г; суп-пюре из брокколи 250 г; индейка отварная / каша гречневая рассыпчатая с баклажаном и морковью 50/80/40; отвар шиповника 250 г; *полдник:* киви / голубика / банан 40/100/40; *ужин:* салат айсберг / помидор / чеснок / масло оливковое 80/404/10 г; лосось атлантический запеченный / рис отварной с бататом и морковью 65/30/40/40; чай с мелиссой 200 г; яблоко 130 г; *второй ужин:* кефир (2,5 %) 200 г.

В качестве продовольственного сырья для приготовления напитков нами были приняты плоды шиповника, мелисса, чай зеленый (или ГАБА). В составе рациона использовали чеснок ввиду результатов доклинических исследований и клинических испытаний, подтверждающих

антигипертензивное, противодиабетическое, гиполипидемическое действие [44-48].

Липидный профиль сырьевого набора рационов питания представлен в таблице 1, углеводный профиль – в таблице 2, белковый профиль – в таблице 3, энергетический профиль – в таблице 4, минеральный профиль – в таблице 5, витаминный профиль – в таблице 6.

Таблица 1

Липидный профиль сырьевого набора рациона питания

Наименование	Ед. изм.	Рацион 1 (Сборник)	Рацион 2 (Сборник)	Опытный рацион
Жиры	г	91,30	97,40	100,80
Холестерин	мг	1152,40	212,64	177,65
Омега-3 жирные кислоты	г	0,90	1,50	2,35
Омега-6 жирные кислоты	г	10,00	17,50	8,20
Полиненасыщенные жирные кислоты	г	11,11	18,96	10,35
Мононенасыщенные жирные кислоты	г	26,39	29,10	29,11
Насыщенные жирные кислоты	г	24,40	41,20	28,57
Трансжиры	г	0,03	0,00	0,04

Таблица 2

Углеводный профиль сырьевого набора рациона питания

Наименование	Ед. изм.	Рацион 1 (Сборник)	Рацион 2 (Сборник)	Опытный рацион
Углеводы	г	175,50	191,30	151,00
Пищевые волокна	г	28,20	33,90	33,60
Крахмал и декстрины	г	68,36	109,40	75,49
Моно- и дисахариды (сахара)	г	106,00	74,40	71,00
Глюкоза (декстроза)	г	15,59	12,41	8,70
Мальтоза	г	0,076	0,064	0,40
Сахароза	г	9,59	4,25	6,50
Фруктоза	г	9,68	8,66	10,50
Лактоза	г	0,00	0,01	0,30

Таблица 3

Белковый профиль сырьевого набора рациона питания

Наименование	Ед. изм.	Рацион 1 (Сборник)	Рацион 2 (Сборник)	Опытный рацион
Белки	г	101,70	97,10	78,30
Лейцин	г	4,43	4,69	2,30
Триптофан	г	0,70	0,81	0,46
Глицин	г	15,59	12,41	1,44
Пролин	г	1,75	2,91	1,97
Глутаминовая кислота	г	6,07	8,39	5,84
Аргинин	г	3,54	3,88	2,08
Тирозин	г	1,59	2,23	1,13

Таблица 4

Энергетический профиль сырьевого набора рациона питания

Наименование	Энергетическая ценность, ккал (сырьевой набор)		
	Рацион 1 (Сборник)	Рацион 2 (Сборник)	Опытный рацион
Завтрак	1071,60	1187,80	602,90
Обед	359,90	344,40	577,00
Полдник	111,50	111,50	96,20
Ужин	334,50	357,40	361,10
Вечерний прием пищи	132,50	132,50	66,25
ИТОГО	2010,00	2137,30	1703,50

Таблица 5

Минеральный профиль сырьевого набора рациона питания

Наименование	Ед. изм.	Содержание (сырьевой набор)		
		Рацион 1 (Сборник)	Рацион 2 (Сборник)	Опытный рацион
Калий, K	мг	3587,58	4334,67	3525,88
Натрий, Na	мг	4637,63	6081,64	3256,30
Кальций, Ca	мг	986,75	1009,95	886,90
Магний, Mg	мг	383,26	419,18	445,51
Фосфор, P	мг	1473,70	1827,50	1410,80
Хлор, Cl	мг	4988,98	6694,23	2845,04
Йод, I	мкг	121,10	97,56	95,56
Селен, Se	мкг	117,21	136,17	166,02
Цинк, Zn	мг	9,45	15,98	8,34
Железо, Fe	мг	14,57	28,91	21,57

Таблица 6

Витаминный профиль сырьевого набора рациона питания

Наименование	Ед. изм.	Содержание (сырьевой набор)		
		Рацион 1 (Сборник)	Рацион 2 (Сборник)	Опытный рацион
Витамин A, РЭ	мкг	2368,30	10009,50	2509,40
альфа Каротин	мкг	0,004	0,005	41,10
бета Каротин	мг	11,68	7,09	13,40
Витамин B1, тиамин	мг	1,09	1,45	1,17
Витамин B2, рибофлавин	мг	1,73	4,39	1,50
Витамин B4, холин	мг	495,10	1298,38	316,26
Витамин B5, пантотеновая кислота	мг	6,34	3,47	5,42
Витамин B6, пиридоксин	мг	2,52	2,88	2,46
Витамин B9, фолаты	мкг	237,74	444,76	290,37
Витамин B12, кобаламин	мкг	6,49	66,17	4,31
Витамин C, аскорбиновая кислота	мг	595,51	549,54	393,14
Витамин D, кальциферол	мкг	3,004	4,80	4,98
Витамин E, альфа токоферол, ТЭ	мг	12,19	15,82	11,19
Витамин H, биотин	мкг	25,71	143,27	21,93
Витамин K, филлохинон	мкг	128,10	130,60	251,30
Витамин PP, НЭ	мг	38,33	40,55	28,03
Ниацин	мг	18,52	18,42	10,38
Бетаин	мг	0,32	0,40	0,25

Анализ полученных результатов показывает, что составление рациона питания для решения дефицита нутриентов при симптомокомплексе постковидного синдрома на основании действующих технологических карт не позволяет в достаточной степени лимитировать потребление насыщенных жирных кислот, упорядочить уровень потребления холестерина, снизить гликемическую нагрузку и одновременно выполнить ряд других рекомендаций, и требует целенаправленного выбора сырьевого набора и составления на его основе рациона питания с учетом необходимых требований и ограничений.

Заключение. Постковидный синдром требует персонализированной оценки нутритивного статуса для выявления потенциального дефицита нутриентов, учета особенностей организма и ограничений, характерных для рационов питания при метаболическом синдроме, полинейропатии, саркопении, депрессии, тревожности, возможном развитии почечной недостаточности со снижением расчетной скорости клубочковой фильтрации, инсулинопенической гипергликемии. Разработка обоснованных сырьевых наборов и рационов питания, учитывающих многосимптомные состояния человека при постковидном синдроме, является сложной и, к сожалению, актуальной задачей в настоящее время.

Список литературы

1. Tkacheva O.N., Klimenko N.S., Kashtanova D.A., Tyakht A.V., Maytesyan L.V., Akopyan A.A., Koshechkin S.I., Strazhesko I.D. Gut Microbiome in Post-COVID-19 Patients Is Linked to Immune and Cardiovascular Health Status but Not COVID-19 // Severity. Microorganisms, 2023. Vol. 11 (4). P. 1036.
2. Premraj L., Kannapadi N.V., Briggs J., Seal S.M., Battaglini D., Fanning J., Suen J., Robba C., Fraser J., Cho S.M. Mid and long-term neurological and neuropsychiatric manifestations of post-COVID-19 syndrome: A meta-analysis // J Neurol Sci, 2022. Vol. 434. P. 120162.
3. Ceban F., Ling S., Lui L.M.W., Lee Y., Gill H., Teopiz K.M., Rodrigues N.B., Subramaniapillai M., Di Vincenzo J.D., Cao B., Lin K., Mansur R.B., Ho R.C., Rosenblat J.D., Miskowiak K.W., Vinberg M., Maletic V., McIntyre R.S. Fatigue and cognitive impairment in Post-COVID-19 Syndrome: A systematic review and meta-analysis // Brain Behav Immun, 2022. Vol. 101. P. 93-135.
4. Camargo-Martínez W., Lozada-Martínez I., Escobar-Collazos A., Navarro-Coronado A., Moscote-Salazar L., Pacheco-Hernández A., Janjua T., Bosque-Varela P. Post-COVID 19 neurological syndrome: Implications for sequelae's treatment // J Clin Neurosci, 2021. Vol. 88. P. 219-225.
5. Visco V., Vitale C., Rispoli A., Izzo C., Virtuoso N., Ferruzzi G.J., Santopietro M., Melfi A., Rusciano M.R., Maglio A., Di Pietro P., Carrizzo A., Galasso G., Vatrella A., Vecchione C., Ciccarelli M. Post-COVID-19 Syndrome: Involvement and Interactions between Respiratory, Cardiovascular and Nervous Systems // J Clin Med, 2022, Vol. 11 (3). P. 524.
6. Lopez-Leon S., Wegman-Ostrosky T., Ayuzo Del Valle N.C., Perelman C., Sepulveda R., Rebolledo P.A., Cuapio A., Villapol S. Long-COVID in children and adolescents: a systematic review and meta-analyses, // Sci Rep, 2022. Vol. 12 (1). P. 9950.
7. Wang S., Wang J., Hu J., Wang N. Retinal microvascular impairment in COVID-19 patients: A meta-analysis // Immun Inflamm Dis, 2022. Vol. 10 (6). P. e619.
8. Garrigues E., Janvier P., Kherabi Y., Le Bot A., Hamon A., Gouze H., Doucet L., Berkani S., Oliosi E., Mallart E., Corre F., Zarrouk V., Moyer J.D., Galy A., Honsel V., Fantin B., Nguyen Y. Post-discharge persistent symptoms and health-related quality of life after hospitalization for COVID-19 // J Infect, 2020. Vol. 81 (6). P. e4-e6.

9. World Health Organization. Support for Rehabilitation Self-Management after COVID-19-Related Illness [Electronic resource]. –Access mode: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/ageing/support-for-rehabilitation-self-management-after-covid-19-related-illness-engf5cec00b-350b-4eb0-bc24-0704df509ae1.pdf?sfvrsn=203566f0_1&download=true. Date of access: 09.04.2024.
10. ESC guidance for the diagnosis and management of cardiovascular disease during the COVID-19 pandemic: part 2—care pathways, treatment, and follow-up // Cardiovascular Research, 2022. Vol. 118. No. 7. P. 1618-1666.
11. Novosti otrasli: Zhizn' posle COVID-19: Kak vosstanovit' rabotu serdtsa [Industry news: Life after COVID-19: How to restore heart function] // Scientific and production journal " Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv" ["Development and registration of medicines"]. – Access mode: https://www.pharmjournal.ru/jour/announcement/view/921. Date of access: 09.04.2024, [in Russian].
12. Ebzeyeva Ye.YU., Ostroumova O.D., Krotkova I.F., Mironova Ye.V., Romanovskiy R.R. Defitsit elektrolitov na fone novoy koronavirusnoy infektsii i postkovidnogo astenicheskogo sindroma. [Electrolyte deficiency against the background of a new coronavirus infection and post-COVID asthenic syndrome] // RMJ Meditsinskoye obozreniye [Research Medical Journal Medical Review], 2021. Vol. 5 (5). P. 245-251, [in Russian].
13. Renaud-Charest O., Lui L.M.W., Eskander S., Ceban F., Ho R., Di Vincenzo J.D., Rosenblat J.D., Lee Y., Subramaniapillai M., McIntyre R.S. Onset and frequency of depression in post-COVID-19 syndrome: A systematic review // J Psychiatr Res. 2021. Vol. 144. P. 129-137.
14. Shanbehzadeh S., Tavahomi M., Zanjari N., Ebrahimi-Takamjani I., Amiri-Arimi S. Physical and mental health complications post-COVID-19: Scoping review // J Psychosom Res, 2021. Vol. 147. P. 110525.
15. Kyzar E.J., Purpura L.J., Shah J., Cantos A., Nordvig A.S., Yin M.T. Anxiety, depression, insomnia, and trauma-related symptoms following COVID-19 infection at long-term follow-up // Brain Behav Immun Health, 2021. Vol. 16. P. 100315.
16. Taquet M., Geddes J.R., Husain M., Luciano S., Harrison P.J. 6-month neurological and psychiatric outcomes in 236 379 survivors of COVID-19: a retrospective cohort study using electronic health records // Lancet Psychiatry, 2021. Vol. 8 (5). P. 416-427.
17. Ren Z., Wang H., Cui G., Lu H., Wang L., Luo H., Chen X., Ren H., Sun R., Liu W., Liu X., Liu C., Li A., Wang X., Rao B., Yuan C., Zhang H., Sun J., Chen X., Li B., Hu C., Wu Z., Yu Z., Kan Q., Li L. Alterations in the human oral and gut microbiomes and lipidomics in COVID-19 // Gut, 2021. Vol. 70 (7). P. 1253-1265.
18. Proal A.D., VanElzakker M.B. Long COVID or Post-acute Sequelae of COVID-19 (PASC): An Overview of Biological Factors That May Contribute to Persistent Symptoms // Front Microbiol, 2021. Vol. 12. P. 698169.
19. Piotrowicz K., Gąsowski J., Michel J.P., Veronese N. Post-COVID-19 acute sarcopenia: physiopathology and management // Aging Clin Exp Res, 2021. Vol. 33 (10). P. 2887-2898.
20. Martínez-Arnau F.M., Fonfría-Vivas R., Buigues C., Castillo Y., Molina P., Hoogland A.J., van Doesburg F., Pruimboom L., Fernández-Garrido J., Cauli O. Effects of Leucine Administration in Sarcopenia: A Randomized and Placebo-controlled Clinical Trial // Nutrients, 2020. Vol. 12 (4). P. 932.
21. Abe S., Ezaki O., Suzuki M. Medium-Chain Triglycerides in Combination with Leucine and Vitamin D Increase Muscle Strength and Function in Frail Elderly Adults in a Randomized Controlled Trial // J Nutr, 2016. Vol. 146 (5). P. 1017-26.
22. Sathish T., Kapoor N., Cao Y., Tapp R.J., Zimmet P. Proportion of newly diagnosed diabetes in COVID-19 patients: A systematic review and meta-analysis // Diabetes Obes Metab, 2021. Vol. 23 (3). P. 870-874.

23. Khunti K., Del Prato S., Mathieu C., Kahn S.E., Gabbay R.A., Buse J.B. COVID-19, Hyperglycemia, and New-Onset Diabetes // Diabetes Care, 2021. Vol. 44 (12). P. 2645-2655.
24. Xie Y., Al-Aly Z. Risks and burdens of incident diabetes in long COVID: a cohort study // Lancet Diabetes Endocrinol, 2022. Vol. 10 (5). P. 311-321.
25. Barrett C.E., Koyama A.K., Alvarez P., Chow W., Lundeen E.A., Perrine C.G., Pavkov M.E., Rolka D.B., Wiltz J.L., Bull-Otterson L., Gray S., Boehmer T.K., Gundlapalli A.V., Siegel D.A., Kompaniyets L., Goodman A.B., Mahon B.E., Tauxe R.V., Remley K., Saydah S. EARLY RELEASE: Risk for Newly Diagnosed Diabetes 30 Days After SARS-CoV-2 Infection Among Persons Aged 18 years. – United States, March 1, 2020 – June 28, 2021.
26. Daugherty S.E., Guo Y., Heath K., Dasmariñas M.C., Jubilo K.G., Samranvedhya J., Lipsitch M., Cohen K. Risk of clinical sequelae after the acute phase of SARS-CoV-2 infection: retrospective cohort study // BMJ, 2021. Vol. 373. P. n1098.
27. Ayoubkhani D., Khunti K., Nafilyan V., Maddox T., Humberstone B., Diamond I., Banerjee A. Post-covid syndrome in individuals admitted to hospital with covid-19: retrospective cohort study // BMJ. 2021. Vol. 372. P. n693.
28. Al-Aly Z., Xie Y., Bowe B. High-dimensional characterization of post-acute sequelae of COVID-19 // Nature, 2021. Vol. 594. P. 259–264
29. Rathmann W., Kuss O., Kostev K. Incidence of newly diagnosed diabetes after Covid-19 // Diabetologia, 2022. Vol. 65. P. 949–954.
30. Birabaharan M., Kaelber D.C., Pettus J.H., Smith D.M. Risk of new-onset type 2 diabetes in 600 055 people after COVID-19: A cohort study // Diabetes Obes Metab, 2022. Vol. 24 (6). P. 1176-1179.
31. Liberati A., Altman D.G., Tetzlaff J., Mulrow C., Gøtzsche P.C., Ioannidis J.P., Clarke M., Devereaux P.J., Kleijnen J., Moher D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration // J Clin Epidemiol, 2009. Vol. 62 (10). P. e1-32.
32. Luchini C., Stubbs B., Solmi M., Veronese N. Assessing the quality of studies in meta-analyses: Advantages and limitations of the Newcastle Ottawa Scale // World Journal of Meta-Analysis, 2017. Vol. 5 (4). P. 80-84.
33. OpenSAFELY Collaborative et al. Rates of serious clinical outcomes in survivors of hospitalisation with COVID-19: a descriptive cohort study within the OpenSAFELY platform // MedRxiv, 2021. P. 2021.01. 22.21250304.
34. Wander P.L., Lowy E., Beste L.A., Tulloch-Palomino L., Korpak A., Peterson A.C., Kahn S.E., Boyko E.J. The Incidence of Diabetes Among 2,777,768 Veterans With and Without Recent SARS-CoV-2 Infection // Diabetes Care, 2022. Vol. 45 (4). P. 82-788.
35. Ruiz P.L.D., Tapia G., Bakken I.J., Håberg S.E., Hungnes O., Gulseth H.L., Stene L.C. Pandemic influenza and subsequent risk of type 1 diabetes: a nationwide cohort study // Diabetologia, 2018. Vol. 61 (9). P. 1996-2004.
36. Pal R., Joshi A., Bhadada S.K., Banerjee M., Vaikkakara S., Mukhopadhyay S. Endocrine Follow-up During Post-Acute COVID-19: Practical Recommendations Based on Available Clinical Evidence // Endocr Pract, 2022. Vol. 28 (4). P. 425-432.
37. Rizvi A.A., Kathuria A., Al Mahmeed W., Al-Rasadi K., Al-Alawi K., Banach M., Banerjee Y., Ceriello A., Cesur M., Cosentino F., Galia M., Goh S.Y., Janez A., Kalra S., Kempler P., Lessan N., Lotufo P., Papanas N., Santos R.D., Stoian A.P., Toth P.P., Viswanathan V., Rizzo M. Cardiometabolic Panel of International experts on Syndemic Covid-19 (CAPISCO). Post-COVID syndrome, inflammation, and diabetes // J Diabetes Complications, 2022. Vol. 36 (11). P. 108336.
38. Marhuenda-Egea F.C., Narro-Serrano J., Shalabi-Benavent M.J., Álamo-Marzo J.M., Amador-Prous C., Algado-Rabasa J.T., Garijo-Saiz A.M., Marco-Escoto M. A Metabolic readout of the urine metabolome of COVID-19 patients // Metabolomics, 2023. Vol. 19 (2). P. 7.

39. Foo S.S., Chen W., Jung K.L., Azamor T., Choi U.Y., Zhang P., Comhair S.A., Erzurum S.C., Jehi L., Jung J.U. Immunometabolic rewiring in long COVID patients with chronic headache // bioRxiv, 2023. Vol. 6. P.2023.03.06.531302.
40. Versace V., Ortelli P., Dezi S., Ferrazzoli D., Alibardi A., Bonini I., Engl M., Maestri R., Assogna M., Ajello V., Pucks-Faes E., Saltuari L., Sebastianelli L., Kofler M., Koch G. Co-ultramicronized palmitoylethanolamide/luteolin normalizes GABAB-ergic activity and cortical plasticity in long COVID-19 syndrome // Clin Neurophysiol, 2023. Vol. 145. P. 81-88.
41. Ortelli P., Ferrazzoli D., Sebastianelli L., Engl M., Romanello R., Nardone R., Bonini I., Koch G., Saltuari L., Quartarone A., Oliviero A., Kofler M., Versace V. Neuropsychological and neurophysiological correlates of fatigue in post-acute patients with neurological manifestations of COVID-19: Insights into a challenging symptom // J Neurol Sci, 2021. Vol. 15. P. 420:117271.
42. Barrea L., Grant W.B., Frias-Toral E., Vetrani C., Verde L., de Alteriis G., Docimo A., Savastano S., Colao A., Muscogiuri G. Dietary Recommendations for Post-COVID-19 Syndrome // Nutrients, 2022. Vol. 4 (6). P. 1305.
43. Sun Y.E., Wang W., Qin J. Anti-hyperlipidemia of garlic by reducing the level of total cholesterol and low-density lipoprotein: A meta-analysis // Medicine (Baltimore), 2018.Vol. 97 (18). P. e0255.
44. Pérez-Rubio K.G., Méndez-Del Villar M., Cortez-Navarrete M. The Role of Garlic in Metabolic Diseases: A Review // J Med Food, 2022. Vol. 25 (7). P. 683-694.
45. Sundaram K., Mu J., Kumar A., Behera J., Lei .C, Sriwastva M.K., Xu F., Dryden G.W., Zhang L., Chen S., Yan J., Zhang X., Park J.W., Merchant M.L., Tyagi N., Teng Y., Zhang H.G. Garlic exosome-like nanoparticles reverse high-fat diet induced obesity via the gut/brain axis // Theranostics, 2022. Vol. 12 (3). P. 1220-1246.
46. Ried K., Toben C., Fakler P. Effect of garlic on serum lipids: an updated meta-analysis // Nutr Rev, 2013. Vol. 71 (5). P. 282-99.
47. Pérez-Torres I., Torres-Narváez J.C., Pedraza-Chaverri J., Rubio-Ruiz M.E., Díaz-Díaz E., Del Valle-Mondragón L., Martínez-Memije R., Varela López E., Guarner-Lans V. Effect of the Aged Garlic Extract on Cardiovascular Function in Metabolic Syndrome Rats // Molecules, 2016. Vol. 21 (11). P. 1425.
48. Chen K., Nakasone Y., Yi S., Ibrahim H.R., Sakao K., Hossain M.A., Hou D.X. Natural Garlic Organosulfur Compounds Prevent Metabolic Disorder of Lipid and Glucose by Increasing Gut Commensal Bacteroides acidifaciens // J Agric Food Chem, 2022. Vol. 70 (19). P. 5829-5837.
49. Vasilega G.I., Vasilkova N.V., Savkina I.A. Sbornik tekhnologicheskikh kart na kulinarnuyu produktsiyu obshchestvennogo pitaniya [Collection of technological maps for culinary products of public catering]: digest. - Minsk: NIC-BAK, 2016. – 662 p., [in Russian].
50. Vasilega G.I. et al. Sbornik tekhnologicheskikh kart blyud diyeticheskogo pitaniya [Collection of technological maps of dietary food dishes]: digest. – Minsk: Belarusian Association of Chefs, 2003. – 895 p., [in Russian].

Материал поступил в редакцию 28.08.24.

З.В. Василенко[1], В.В. Редько-Бодмер[1], П.Ю. Зайцева[1]

[1]Беларусь Мемлекеттік тамақ және химиялық технологиялар университеті, Могилёв қ., Беларусь Республикасы

ПОСТКОВИДТІ СИНДРОМ КЕЗІНДЕ ТАМАҚТАНУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ПРИНЦИПТЕР, ЕРЕКШЕЛІКТЕР, ТӘСІЛДЕР

Аңдатпа. Постковидті синдром жағдайындағы халықтың физиологиялық жағдайының ерекшеліктеріне байланысты аналитикалық зерттеулердің нәтижелері ұсынылған. Постковид синдромындағы адам ағзасының физиологиялық өзгерістерін ескере отырып, шикізат жиынтығы мен диетаның қоректік құрамы бойынша ұсыныстар жасалды.

Тірек сөздер: ковидтен кейінгі синдром, қоректік заттардың жетіспеушілігі, саркопения, метаболикалық синдром, полиневропатия, депрессия, мазасыздық, серотонин, палео диетасы, Жерорта теңізі диетасы, өсімдік және жануарлардан алынатын азық-түлік шикізаты, шикізат жиынтығы, диета.

Z.V. Vasilenko[1], V.V. Redko-Bodmer[1], P.Y. Zaytseva[1]

[1]Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Mogilev, Republic of Belarus

PRINCIPLES, FEATURES, APPROACHES USED FOR POST-COVID SYNDROME NUTRITION ORGANIZATION

Abstract. The results of analytical studies related to the characteristics of the physiological status of the population in conditions of post-COVID syndrome are presented. Recommendations have been developed on the nutrient composition of raw materials and diets, taking into account physiological changes in the human body during post-Covid syndrome.

Keywords: post-Covid syndrome, nutrient deficiency, sarcopenia, metabolic syndrome, poly-neuropathy, depression, anxiety, serotonin, paleo diet, Mediterranean diet, food raw materials of plant and animal origin, raw material set, diet.

ҒТАМР 65.09.03

П.М. Маликтаева[1] – *негізгі автор*,
К.Ш. Саржанова[2], Ш.Д. Умирбаева[3]

[1]*Канд.техн.наук,* [2]*Канд.техн.наук, доцент,* [3]*Инженер*

ORCİD [1]*https://orcid.org/0000-0002-1251-811X* [2]*https://orcid.org/0009-0005-9898-8794*
[3]*https://orcid.org/0009-0009-1614-4184*

[1,2]*Шерхан Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз инновациялық институты, Тараз қ., Казақстан*
[3]*М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан*

@ [1]*Sakosh_78@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/QLBC8286

ҰЛТТЫҚ СУСЫН «АШЫМЫҚТЫҢ» ДӘН ҚОСПАСЫ РЕЦЕПТІН ЕСЕПТЕУ

Аңдатпа. Мақалада ұлттық сусын «ашымық» өндіруге арналған композитті дән қоспасының рецептін есептеудің эксперименттік зерттеу нәтижелері көрсетілген. Дербес компьютердің Excel орталығын қолданып компоненттердің мөлшерлерін өзгерте отырып, ашымықтың сапалық көрсеткіштерін жоғарылататын дән қоспасының оңтайлы құрамына қол жеткізуге болатыны көрсетілген. Тағамдық бағалығы есептелген сипаттамалары бар «ашымық» алуға мүмкіндік беретін режимдер белгіленді.

Тірек сөздер: ашымық, Excel, композитті, зерттеу, компонент, рецепт, дәрумен, талшық, ақуыз, оңтайлы.

Маликтаева, П.М. Ұлттық сусын «ашымықтың» дән қоспасы рецептін есептеу [Мәтін] / П.М. Маликтаева, К.Ш. Саржанова, Ш.Д. Умирбаева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.171-175. https://doi.org/10.55956/QLBC8286

Кіріспе. Қазіргі уақытта басқа да маңызды міндеттермен қатар елімізде азық-түлік молшылығын жасау, халықтың материалдық әл-ауқатын одан әрі жақсарту көзделіп отыр, бұл тамақ өнеркәсібіне жаңа техника мен технологияны жасап, енгізуді талап етеді. Осымен қатар өндірілетін өнімнің, оның ішінде дәстүрлі ұлттық тағамдардың ассортиментін кеңейту қажет [1]. Осы өнімдердің бірі ашымық болып табылады, ол қолдан жасалған дән ұнтағынан дайындалады.

Ұлттық сусын ашымықты бір астық дақылы негізінде, мысалы бидай, арпа, т.б., суда қайнату арқылы дайындау кең қолдану тапқан. Алайда арнайы жүргізілген талдаулар осы жолмен алынған сусынның тағамдық бағалылығы мен химиялық құрамы негізінен төмен болып келетінін көрсетті. Сондықтан ашымықтың сапалық көрсеткіштерін жоғарылату үшін көп компонентті, яғни композициялық дән қоспасын қолдану қажет.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Ашымықтың көп компонентті дән қоспасының рецептін есептеу «Наноинженерлі зерттеу әдістері» ғылыми-зерттеу зертханасында алдын-ала жүргізілген зерттеулер негізінде, дербес компьютердің Excel орталығында іске асырылды. Ашымықты өндіруге

арналып жасалған композитті дән қоспасының рецепті 1-кестеде келтірілген. Осы рецепті құрайтын компоненттердің – астық дақылдарының алты түрлі жармалары ұсынылды. Норма бойынша жалпы массасы 60 г дән қоспасы бір литр суға салынып қайнатылды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Дайын өнімнің сапасын оның есептелген тағамдық бағалылығы, минералды және дәрумендi құрамы арқылы бағалайды. Көп жағдайда, дән қоспасының оңтайлы құрамын анықтау үшін компоненттердің мөлшерлерін өзгерте отырып, барлық есептеулерді бірнеше рет қайталау қажет. Бұл әрине көп уақытты алып, белгілі қиындықтар туғызады. Сондықтан осы жұмыстарды жеңілдету мақсатымен біз дербес компьютердегі белгілі Excel орталығын қолдандық [1].

Кесте 1

Компонентті дән қоспасының рецепті

Компонент жармаларының түрлері	Компонент мөлшері, г
Бидай	10
Жүгері	10
Тары	10
Арпа	10
Қарақұмық	10
Сұлы	10

Жарма өнімдерінің құрамын есептеу үшін қажетті мәліметтер 2-кестеде келтірілген [2,3]. Осы кестеден жарма түрлері құрамының бір-бірінен өзгеше екендігі көрінеді, мысалы минералды құрамның кальций Са мөлшері бойынша жүгері жармасы (250 мг / 100 г) бірінші орында тұрса, ал калий К бойынша қарақұмық (380 мг / 100 г) ең жоғарғы орында.

Кесте 2

Жарма өнімдері компоненттерінің химиялық құрамы

Жарма түрі	Минералды заттар, мг/100 г				Ақуыз мөлшері, г/100 г	Талшық, г/100 г
	Са	Р	Na	К		
Бидай	0,04	0,47	0,11	4,55	16	0,3
Жүгері	250	250	25	300	8,3	0,8
Тары	27	233	10,0	211	11,5	0,7
Арпа	38	323	10,0	172	9,3	1,0
Қарақұмық	20	298	3,0	380	12,6	1,1
Сұлы	64	349	35	362	11,0	2,8

Ақуыз мөлшері бойынша бидай жармасы (16 г / 100 г) кестенің ең жоғарғы орнын иеленген. Асқазанның дұрыс ас қорытуына және ауыр металдардың тұздарын ағзадан шығаруға бірден-бір ықпал ететін клетчатканың ең көп мөлшері сұлы жармасының (2,8 г / 100 г) құрамында.

Осы көрсеткіштер бойынша біз дән қоспасына енетін компоненттер мөлшерлерін өзгерте отырып оңтайлы рецептура жасай аламыз.

Excel орталығын қолдана отырып сіңетін ақуыз және талшық мөлшерлерін есептеуге арналған формулалар жасалынып, сіңетін ақуыз мөлшері мен талшық мөлшері сан мәндерін есептеп таптық (3-кесте).

4-кестеде арнаулы формулалар бойынша есептелген композитті дән қоспасының минералды заттар мөлшерлері келтірілген. Олардың сан

мәндеріне талдау жасай отырып, жарма қоспасының құрамындағы минералды заттар мөлшерлерінің қомақты екенін байқадық.

Кесте 3

Есептелген рецепт бойынша ағзаға сіңетін ақуызы мен талшық мөлшерлерінің мәндері

Компоненттер	Сіңетін нәруыз мөлшері, г/100 г	Талшық мөлшері, г/100 г
Бидай	1,6	0,03
Жүгері	0,83	0,08
Тары	1,15	0,07
Арпа	0,93	0,1
Қарақұмық	1,26	0,11
Сұлы	1,1	0,28
Барлығы	6,87	0,67

Кесте 4

Композитті жарма қоспасының есептелген минералдық құрамы

Компоненттер	Минералды заттар мөлшері, мг/100 г			
	Ca	P	Na	K
Бидай	0,004	0,047	0,011	0,455
Жүгері	25	25	2,5	30
Тары	2,7	23,3	1,0	21,1
Арпа	3,8	32,3	1,0	17,2
Қарақұмық	2,0	29,8	0,3	38
Сұлы	6,4	34,9	3,5	36,2
Барлығы	39,904	145	8,311	142,955
Бидай 60 г	0,024	0,282	0,066	2,73

Мысал ретінде осы кестенің соңында келтірілген бір ғана компоненттен, яғни бидайдан, тұратын жарма үшін оның есептелген минералды құрамы келтірілген. Олардың құрамдарын салыстыру, екеуінің арасында минералды заттар мөлшерлері бойынша алшақтықтың көп екендігін көрсетіп, композитті жарма қоспасының бидай жармасына қарағанда бұл көрсеткіштер бойынша жоғары сапалы екендігін көрсетті.

Жарма қоспасы компоненттерінің берілген дәрумендік құрамы 5-кестеде келтірілген [4].

Кесте 5

Жарма өнімдерінің дәрумендер құрамы

Компоненттер	Дәрумендер мөлшері, мг/100 г				
	B1 (тиамин)	B2 (рибофлавин)	B3 (пантотен қышқылы)	B6 (холин)	A
Бидай	0,2	0,5	1	0,5	0,01
Жүгері	0,1	0,07	0,3	0,3	0,2
Тары	0,7	0,07	0	0,4	0,01
Арпа	0,1	0,06	0,5	0,4	0
Қарақұмық	0,4	0,2	0	0,4	0,006
Сұлы	0,5	0,1	0,9	0,3	0

6-кестеде формулалар бойынша есептелген жарма қоспасының дәрумендік құрамы келтірілген. Олардың сан мәндеріне талдау жасау, жарма

қоспасының құрамының дәрумен заттар мөлшерлерінің шамасы бойынша бай екендігін көрсетті.

Кесте 6

Жарма қоспасының есептелген дәрумендік құрамы

Компоненттер	Дәрумендер мөлшері, мг/100 г				
	B1 (тиамин)	B2 (рибофлавин)	B3 (пантотен қышқылы)	B6 (холин)	A
Бидай	0,02	0,05	0,1	0,05	0,001
Жүгері	0,01	0,007	0,03	0,03	0,02
Тары	0,07	0,007	-	0,04	0,001
Арпа	0,01	0,006	0,05	0,04	-
Қарақұмық	0,04	0,02	-	0,04	0,0006
Сұлы	0,05	0,01	0,09	0,03	-
Барлығы	0,2	0,1	0,27	0,23	0,0226

Қорытынды. Ашымық дән қоспасының тағамдық бағалығын, минералды және дәруменді құрамын есептеу үшін дербес компьютердегі Excel орталығын қолдану арқылы арнаулы формулалар жасалынды. Бұл дән қоспасының оңтайлы рецептурасын анықтау үшін компоненттердің мөлшерлерін өзгерте отырып, барлық есептеулерді аз уақыт ішінде жүргізуге мүмкіндік туғызады.

Әдебиеттер тізімі

1. Спандияров, Е.С. Основы научных исследований и инновации [Текст] / Е.С. Спандияров. – Алматы [?], 2010. – 136 с.
2. Покровский, А.А. Химический состав пищевых продуктов [Текст] / А.А. Покровский. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 227 с.
3. Гутер, Р.С. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта [Текст] / Р.С. Гутер, Б.В. Овчинский. – М.: Наука, 1970. – 332-351 с.
4. Маликтаева, П.М. Компрессионные характеристики порошка национального кисломолочного напитка [Текст] / П.М. Маликтаева // Наука и образование Южный Казахстан. – 2006. – № 3. – С. 111-114.

Материал редакцияға 11.09.24 түсті.

П.М. Маликтаева[1], К.Ш. Саржанова[1], Ш.Д. Умирбаева[2]

[1]Международный Таразский инновационный институт им. Ш. Мұртаза, г. Тараз, Казахстан
[2]Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

РАСЧЕТ РЕЦЕПТА ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ НАЦИОНАЛЬНОГО НАПИТКА «АШЫМЫК»

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментального исследования расчета рецептуры композиционной зерносмеси для производства национального напитка «ашымық». Показано, что изменяя количества компонентов с помощью программы Excel, можно добиться оптимального состава зерновой смеси, что повышает качественные показатели напитка. Установлены режимы, позволяющие получить «ашымық» с характеристиками рассчитанной пищевой ценности.

Ключевые слова: ашымык, Excel, композит, исследование, компонент, рецептура, витамин, клетчатка, белок, оптимальный.

P.M. Maliktaeva[1], K.Ch. Sarzhanova[1], S.D. Umirbaeva[3]

[1]International Taraz Innovative Institute named after Sh. Murtaza, Taraz, Kazakhstan
[2]M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

CALCULATION OF THE RECIPE OF GRAIN MIXTURE OF THE NATIONAL DRINK "ASHYMYK"

Abstract. The article presents the results of the experimental study of the calculation of composite grain mixture formulation for the production of the national drink "ashymyk". It is shown that by changing the quantities of components with the help of Excel programme, it is possible to achieve the optimal composition of grain mixture, which increases the quality indicators of the drink. The modes allowing to obtain "ashymyk" with the characteristics of the calculated nutritional value are established.

Keywords: ashymyk, Excel, composite, research, component, formulation, vitamin, fibre, protein, optimal.

References

1. Spandiyarov, Ye.S. Osnovy nauchnykh issledovaniy i innovatsii [Fundamentals of Scientific Research and Innovation]. – Almaty [?], 2010. – 136 p., [in Russian].
2. Pokrovskiy, A.A. Khimicheskiy sostav pishchevykh produktov [Chemical composition of food products]. – Moscow: Food industry, 1976. – 227 p., [in Russian].
3. Guter, R.S., Ovchinskiy, B.V. Elementy chislennogo analiza i matematicheskoy obrabotki rezul'tatov opyta [Elements of numerical analysis and mathematical processing of experimental results]. – Moscow: Science, 1970. – 332-351 p., [in Russian].
4. Maliktayeva P.M. Kompressionnyye kharakteristiki poroshka natsional'nogo kislomolochnogo napitka [Compression characteristics of the powder of the national fermented milk drink] // Nauka i obrazovaniye Yuzhnyy Kazakhstan [Science and education South Kazakhstan], 2006. No. 3. P. 111-114, [in Russian].

ҒТАМР 65.09.03

К.Ш. Саржанова[1] – *негізгі автор,*
П.М. Маликтаева[2] ©

[1]*Канд.техн.наук, доцент,* [2]*Канд.техн.наук*

ORCİD [1]*https://orcid.org/0009-0005-9898-8794* [2]*https://orcid.org/0000-0002-1251-811X*

[1,2]*Шерхан Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз инновациялық институты, Тараз қ., Казақстан*

[1]*Sakosh_78@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/LEPI8049

КҮРІШТІ АЖАРЛАУ ПРОЦЕСІН ҚАУЫЗ ҚОСУ АРҚЫЛЫ ИНТЕНСИВТЕНДІРУ

Аңдатпа. Мақалада күріш дәнінің пайдалану коэффициентін арттыру мақсатында, күрішті ажарлау процесін қауыз қосу арқылы интенсивтендіру мүмкіндігін тәжірибелік зерттеудің нәтижелері көрсетілген. Күріш қауызының дәнді ажарлау процесіне және жарманың түсіміне әсері туралы мәліметтер берілген.

Тірек сөздер: күріш, қауыз, ажарлау, интенсифтендіру, түрпілі қасиет, түсім және сапа.

Саржанова, К.Ш. Күрішті ажарлау процесін қауыз қосу арқылы интенсивтендіру [Мәтін] / К.Ш. Саржанова, П.М. Маликтаева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.176-181. https://doi.org/10.55956/LEPI8049

Кіріспе. Жарма өнеркәсібінде күріш жармасын өндіру барысында дәннің бүтіндігін барынша сақтауға тырысады. Сондықтан күріш жармасын өндіру кезінде дәннің сызаттылығы теріс фактор болып табылады, өйткені күріш дәнінде жарықшақтардың болуы өңдеуді қиындатады және дәннің жарылуы айтарлықтай күшейіп, дән толығымен ұнтаққа айналуы мүмкін [1]. Бұл технологиялық жабдықтың жетілмегендігімен, яғни, дәннің қасиеттері мен оған машиналардың жұмыс бөліктері әсер ететін күштер арасындағы сәйкессіздікпен түсіндіріледі. Сондықтан, дәстүрлі технологиялық өңдеуден өткен күріш дәнінің зақымдалуын азайту әдістерін анықтаудың мәні зор [2].

Күріш дәнінің зақымдалуын азайту шарттарының бірі жинап алғаннан кейін жүргізілетін өңдеу техникасы мен технологиясын жетілдіру болып саналады. Бірақ, жарма кәсіпорындары машиналарын жобалау және оптималды параметрлерін анықтау мәселелері қанша зерттелсе де, ұсақ дәндердің пайда болу мәселесі әлі толық анықталмаған [3].

Өндірудің қазіргі технологиясы бойынша алынатын күріш жармасына, тұтынушылардың сұранысы төмен, ұсақ жарманың пайыздық мөлшері жоғары. Сондықтан, ұсақ ядроның мөлшерін төмендетуге бағытталған кез-келген әдістің практикалық мәні бар.

Сондықтан жұмыстың мақсаты жарма кәсіпорындарының шикізаты ретінде күріш дәнінің қолданылу коэффициентін жоғарылату және күріш ядросын өңдеудің негізгі процестерінің бірі болып саналатын ажарлау

процесін тиімділеу мақсатында күріш қауызын түрпілі материал ретінде қолдану мүмкіндігін зерттеу.

Жарма кәсіпорындарында технологиялық процестерді жүргізу ережелерінде ажарланған күріш ядросының сапалық көрсеткіштерінің өзгеруі регламенттелмеген [4].

Ядроны ажарлау дәрежесін бағалаудың әртүрлі әдістерін қолдану және қолданылатын түрпілі материалдар құрылымының ажарлау технологиясының тиімділігіне тигізетін әсерінің жеткілікті зерттелмегендігі оның объективті бағалануын қиындатады. Сондықтан күріш зауыттарында ядроның жеткіліксіз ажарлануы немесе асыра ажарлануы болып тұратын процесс. Осы секілді себептерге байланысты күріш дәнінің потенциалы әлі толық пайдаланылмай келеді. Күріш дәніндегі ядроның мөлшері орташа есеппен 76,5% бола тұра, бүтін ядросының шығымы орташа есеппен 65% жоғары [5].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зертханалық жағдайда технологиялық қасиеттерді анықтау отандық ЛУР-1 қондырғысында жүргізілді. Қауыздау тиімділігі, қауыздау операциясының сандық және сапалық аспектілерін ескеретін технологиялық тиімділік коэффициентінің көмегімен бағаланды және келесі формуламен анықталды:

$$\eta = Ек * Еб.д. \quad (1)$$

мұндағы: η – технологиялық тиімділік коэффициенті, %; *Ек* – қауыздау коэффициениті; *Еб.д.* – дәннің бүтіндік коэффициенті.

Қауыздау процесінде қосылған қауыздың әртүрлі құрамының күріш жармасы шығымына әсері бірдей бастапқы сападағы күріш дәндерінің үлгілерімен зерттелді. Ол үшін қауыздаудан кейін тұтас дәнді және қауызды бөлек іріктеп алып, араларындағы интервалы 2%, қосылған қауызының мөлшері әртүрлі, салмағы 50 г болатын сынамаларды ЛУР-1-де өңдедік. Күріш дәнін қауыздауды 0,8 мм саңылауда, 1,25 дифференциалда 40 с аралығында жүргіздік, ал ажарлауды 3,5 мм конустық саңылауда 120 с аралағында жүргіздік.

Астық дәндерінің бетін өңдеу (ажарлау) дәрежесі, түс реңктерін анықтауға арналған диацветомердің көмегімен, ақтық көрсеткішінің төмендеуі және өзгеруі бойынша анықталды.

Жұмыста астық пен өңделген өнімдердің сапасын талдаудың жалпы қабылданған және арнайы әдістері қолданылды. Күріш дәнінің бастапқы сапалық көрсеткіштері жалпы қабылданған әдіспен анықталды.

Күріш дәнінің физикалық сапалық көрсеткіштері стандарттарға сәйкес анықталды. Сызаттылық жалпы қабылданған әдіс бойынша саңылау диафрагмасы бар диафаноскоптың көмегімен анықталды.

Қауызбен ажарланған күріш дәндерінің үлгілері келесі сапа көрсеткіштері бойынша талданды:

– жарманың жалпы шығымы, оның ішінде ұсақталған күріштің шығымы;

– сызаттылығы, шынылығы, ақшылдығы.

Аталған көрсеткіштерді таңдау барысында жарманың шығымы, сызаттылығы және шынылығы жарма өнеркәсібінің шикізаты ретінде, күріш дәнінің технологиялық қасиеттерінің негізгі сипаттамалары болып табылатынын және бір-біріне тікелей тәуелді екендігін басшылыққа алдық.

Ажарлау процесі зерттелгендіктен, процестің тиімділігін күлдің құрамы, ақуызды азот және дәннің ақшылдығы бойынша бағалауға болады [6].

Қауыздау тиімділігі қауыздау операциясының сандық және сапалық аспектілерін ескеретін және келесі формуламен анықталатын технологиялық әсер коэффициенті арқылы бағаланды:

- технологиялық тиімділік коэффициенті;
- қауыздау коэффициенті;
- ядроның тұтастық коэффициенті.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Ажарлау процесінде қосылған қауыз мөлшерінің күріш жармасының шығымына тигізетін әсерін сапалық көрсеткіштері әлдеқайда төмен күріш дәнінің үлгілерімен жүргізілді (1-кесте).

Кесте 1

Күріш дәнінің бастапқы сапалық көрсеткіштері

Күріш сорттары	1000 ядросының салмағы, г	Сызаттылығы, %	Шыныдығы, %	Ылғалдылығы, %	Лас қоспасы, %	Ұсақ ядроның мөлшері, %
Кубань	27,6	54,0	62,0	10,0	0,38	0,18
Маржан	26,1	76,0	51,0	10,4	0,48	1,17

Қауыздың әртүрлі мөлшері (18% дейін) қосылып өңделген күріш ядросының үлгілері көрсетілген (2- кесте). Онда үлгідегі қауыздың мөлшерін 14% дейін жоғарылату барысында Кубань сортынан алынған жарманың жалпы шығымы 3,1% және бүтін жарманың шығымы 3,6% жоғарылағанын, ұсақ жарманың шығымы 0,5% және ұнтақ 3,1% төмендегенін көруге болады. Маржан сортының үлгілерін өңдеу барысында да тура осындай нәтижелер алынды.

Кесте 2

Күріш ядросын қауыз қосып ажарлаудың нәтижелері

Сынамадағы қауыздың мөлшері, %	Күріштің өңделген өнімдерінің түсімдері, %							
	Кубань				Маржан			
	жарманың жалпы шығымы	оның ішінде бүтін жарма	ұсақ жарма	ұнтақ	жарманың жалпы шығымы	оның ішінде бүтін жарма	ұсақ жарма	ұнтақ
0	88	78	10	12	88	68	20	12
2	88,7	79	9,7	11,3	88,9	69	19,9	11,31
4	88,9	79,2	9,5	11,3	88,8	69,1	19,7	11,32
6	89,4	80,4	9,0	10,6	89,2	69,6	19,6	10,8
8	89,5	80,5	9,0	10,5	88,9	70	18,9	11,3
10	89,6	80,6	9,0	10,4	89,5	70,8	18,7	10,5
12	90,3	81,1	9,2	9,7	89,1	70,9	18,4	10,7
14	91,1	81,6	9,5	8,9	89,5	70,9	18,6	11,1
16	90,7	80,7	10	9,0	89,7	68,7	21	10,3
18	90,0	80,0	10	9,6	89,7	68,5	21,2	10,3

Сонымен, қауыз мөлшерінің белгілі бір шамаға дейін жоғарылауы мен ажарлау процесі тиімділігінің арасында тәуелділік бар екенін байқауға болады, нақты айтқанда, жарманың жалпы шығымының, сонымен қатар бүтін жарма шығымының жоғарылауы, ұсақ жарма шығымының төмендеуі және ұнтақ шығымының азаюы байқалады.

Себебі ядролардың арасындағы қуыстарда орналасқан қауыздар күріш дәнінің сызаттылығының өсуіне және ұн тәріздес ядролардың бүлінуіне жол бермейді, шынылығының жоғарылау себебі де сондықтан. Қауыздың мөлшерін одан әрі 14% дейін жоғарылату, ядролар арасындағы үйкелісті нашарлатып, ажарлау тиімділігін төмендетеді (2-кесте).

Сонымен бірге, екі сортта да жарманың ақшылдығы бойынша ең жақсы нәтижеге қауыздың мөлшері 12-14% болғанда жетті. Ядроның сызаттылығы мен шынылығының өзгеруіне талдау жүргізу барысында қауыз қосылмаған бақылау сынамасына қарағанда сызаттылық 2-3% төмендегенін, ал шынылығы 3-6% жоғарылағанын көрсетті. Жарманың химиялық құрамында да осындай өзгерістер болған (3-кесте).

Кесте 3

Ажарлау процесінде қауыздың құрамына байланысты дәннің сызаттылық, шынылық мөлшерінің және ақшылдығының өзгеруі

Үлгінің № және атауы	Қауыздың мөлшері, %	Сызатылығы, %		Шынылығы, %		Ақшылдығы, %	
		Кубань	Маржан	Кубань	Маржан	Кубань	Маржан
№1бақылау	0	54	76	62	51	70	72
№2 эксперименттік	2	52	73	65	54	70	72
№3	4	51	72	65	55	71	72
№4	6	52	73	66	55	71	73
№5	8	51	72	67	56	71	74
№6	10	51	72	66	55	72	74
№7	12	50	71	67	56	72	74
№8	14	52	71	67	57	73	75
№9	16	53	74	66	56	71	74
№10	18	53	74	65	55	70	72

Сонымен ажарлау процесінің тиімділігі мен қосылған қауыздың мөлшерінің арасында тәуелділік бар екендігі байқалды, атап айтқанда, жарманың жалпы шығымының көбеюі, оның ішіндегі бүтін ядросының, ұсақ жарма шығымының төмендеуі және ұнтақ шығымының азаюы (4-кесте).

Мұны былай түсіндіруге болады, ядро үймесінің қуыстылық қасиетіне байланысты, ажарлау машинасының типіне және құрылымдық ерекшеліктеріне қарамастан, оның жұмыс зонасын күріш ядросымен толтыру коэффициенті қаншалықты жоғары болса да, ядролардың кейбір жерлері бір-бірімен және машинаның жұмысшы органдарының беттерімен үйкеліспейді. Біз осы резервті пайдаландық. Яғни, күріш қауызының түрпілік қасиетінің арқасында ажарлау барысында ядроның бетіне және барлық көлеміне түсетін машинаның жұмыс органдарының әсер ету күшінің біркелкі және әлдеқайда жұмсақ болуын қамтамасыз ету және ядролардың бір-бірімен үйкелісін жоғарылату үшін, олардың арасындағы қуыстарды қауызбен толтырдық.

Осылай, ажарлау процесінде қауыздың түрпілік қасиетін пайдаланып ядролардың азырақ зақымдалуына қол жеткізуге болатындығын анықтадық.

Кесте 4

Ажарлау процесінде қауыздың құрамына байланысты сызаттылықтың дифференциалды өзгеруінің шығымға тигізетін әсері

Үлгінің № және атауы	Қауыздың мөлшері, %	Сызаттылығы, %		Өнімнің шығымы, %					
		Кубань (К)	Маржан (М)	Бүтін дән		Ұсақталған дән		Ұнтақ	
				К	М	К	М	К	М
№1 бақылау	0	54	76	78	68	10	20	12	12
№2 эксперименттік	2	52	73	79	69	9,7	19,9	11,3	11,1
№3	4	51	72	79,2	69,1	9,5	19,7	11,3	11,2
№4	6	52	73	80,4	69,6	9,0	19,6	10,6	10,8
№5	8	51	72	80,5	70,0	9,0	18,9	10,5	11,3
№6	10	51	72	80,6	70,8	9,0	18,7	10,4	10,5
№7	12	50	71	81,1	70,9	9,2	18,4	9,7	10,7
№8	14	52	71	81,6	70,9	9,5	18,6	8,9	11,1
№9	16	53	74	80,7	68,7	10	21,0	9,0	10,3
№10	18	53	74	80,0	68,5	10	21,2	9,6	10,3

Қорытынды. Күріш қауызының түрпілік қасиетін пайдалану ажарлау процесінің қарқынын және күріш дәнінің жарма өндірісінде пайдаланылу тиімділігін жоғарылатады. Күріш қауызының түрпілік қасиетінің арқасында ажарлау машиналарының жұмсақ жұмыс режиміне қол жеткізіледі, бір мезгілде ажарлау процесі күшейіп, жарманың өнімділігі артады және дәннің зақымдалу дәрежесі төмендейді. Ең жақсы әсерге дәндегі қауыздың мөлшерін 14% дейін арттыру арқылы қол жеткізіледі.

Әдебиеттер тізімі

1. Тарасенко, С.С. Технология крупяного производства. Часть I. Теоретические основы технологии крупы [Текст]: учебное пособие / С.С. Тарасенко, Н.П. Владимиров. – Оренбургский государственный университет, 2017. – 78-92 с.
2. Мизанбекова, С.К. Стратегический вектор развития мукомольно-крупяной промышленности Казахстана [Текст] / С.К. Мизанбекова, Г.К. Нурманбекова // Серия «Экономика». – 2019. – № 1(93). – С. 124-125.
3. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fao.org/home/ru/. Дата обращения: 19.11.2018.
4. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическомупланированию и реформам Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://stat.gov.kz. [?].
5. Коновалов, К.Л. Создание качественно новых продуктов с заданными свойствами [Текст] / К.Л. Коновалов, А.И. Лосева, М.Т. Шулбаева, Н.В. Печеник // Пищевая индустрия. – 2012. – № 5. – С. 9-12.
6. Технический регламент. Требования к безопасности продуктов мукомольно-крупяной промышленности, крахмалов и крахмальной продукции [Текст]. – [?], 2008. № 392.

Материал редакцияға 11.09.24 түсті.

К.Ш. Саржанова[1], П.М. Маликтаева[1]

[1]Международный Таразский инновационный институт им. Ш. Мұртаза, г. Тараз, Казахстан

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ РИСА ЗА СЧЕТ ДОБАВЛЕНИЯ ЛУЗГИ

Аннотация. В статье показаны результаты экспериментального исследования возможности интенсификации процесса шлифования риса за счет добавления лузги с целью повышения коэффициента использования рисового зерна. Приведены сведения о влиянии рисовой лузги на процесс шлифования зерна и выход крупы.

Ключевые слова: рис, лузга, шлифование, интенсификация, абразивные свойства, выход и качество.

K.Ch. Sarzhanova[1], P.M. Maliktaeva[1]

[1]International Taraz Innovative Institute named after Sh. Murtaza, Taraz, Kazakhstan

INTENSIFICATION OF THE RICE GRINDING PROCESS BY ADDING HUSKS

Abstract. The article shows the results of an experimental study of the possibility of intensifying the rice grinding process by adding husks in order to increase the utilization rate of rice grains. Information is provided on the influence of rice husks on the process of grain grinding and cereal yield.

Keywords: rice, husk, grinding, intensification, abrasive properties, yield and quality.

References

1. Tarasenko, S.S., Vladimirov, N.P. Tekhnologiya krupyanogo proizvodstva. Chast' I. Teoreticheskiye osnovy tekhnologii krupy [echnology of cereal production. Part I. Theoretical foundations of cereal technology]: study guide. – Orenburg State University, 2017. – 78-92 p., [in Russian].
2. Mizanbekova S.K., Nurmanbekova G.K. Strategicheskiy vektor razvitiya mukomol'no-krupyanoy promyshlennosti Kazakhstana [Strategic vector of development of the flour-milling and cereal industry of Kazakhstan] // Seriya «Ekonomika» [Series "Economy"], 2019. No. 1 (93). P. 124-125, [in Russian].
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Electronic resource]. - Access mode: http://www.fao.org/home/ru/, [in Russian].
4. Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan [Electronic resource]. - Access mode: http://stat.gov.kz, [in Russian].
5. Konovalov K.L., Loseva A.I., Shulbayeva M.T., Pechenik N.V. Sozdaniye kachestvenno novykh produktov s zadannymi svoystvami [Creation of qualitatively new products with specified properties] // Pishchevaya industriya [Food industry], 2012. No. 5. P. 9-12, [in Russian].
6. Tekhnicheskiy reglament. Trebovaniya k bezopasnosti produktov mukomol'no-krupyanoy promyshlennosti, krakhmalov i krakhmal'noy produktsii [Technical regulations. Safety requirements for flour and cereal industry products, starches and starch products]. – [?], 2008. No. 392, [in Russian].

IRSTI 65.59.03

G.T. Oraz ©

PhD, senior lecturer
https://orcid.org/0000-0002-7652-5319
M.Kh. Dulaty Taraz Regional University,
Taraz, Kazakhstan
oraz_gulzat@mail.ru

https://doi.org/10.55956/ZEKY9877

ANALYSIS AND QUALITY ASSESSMENT OF BEEF, BEEF BREEDS OF CATTLE IN KAZAKHSTAN

Abstract. The article considers the quality of beef carcasses from cattle of Kazakh white-headed and Kalmyk breeds, bred mainly in Kazakhstan, as well as the results of the study of chemical composition of meat cuts, yield and meat index of beef cuts on the bone and boneless, allocated in accordance with the international standard UNECE. The chemical composition of cuts was determined: moisture, fat, protein. Methods of moisture determination – according to "GOST 9793-2016 Meat and meat products. Methods of moisture determination". Methods of determination of fat – according to "GOST 23042-2015 Meat and meat products. Methods of determination of fat". Mass fraction of protein was determined by the Kjeldahl method.

The analysis of the obtained results allowed us to conclude that bulls of Kazakh white-headed and Kalmyk breed have high slaughter qualities and differed insignificantly. There were no significant differences between the breeds in the content of total protein and chemical composition of cut flesh.

Keywords: beef, breed, standard, market, export, evaluation, quality, grade, classification, index.

Oraz G.T. Analysis and quality assessment of beef, beef breeds of cattle in Kazakhstan // Mechanics and Technology / Scientific journal. – 2024. – No.3(85). – P.182-187. https://doi.org/10.55956/ZEKY9877

Introduction. Standards of different countries are developed taking into account many interrelated factors: traceability of products, national tastes and traditions, price policy, etc.

Domestic and international experience shows that in order to increase the interest of commodity producers, the standards for slaughtering livestock and for the products obtained after slaughtering (beef and veal) should be interrelated.

The GOSTs for cutting beef, pork and mutton for retail trade that are in force in our country do not create conditions for the realization of meat taking into account the needs of the consumer. Thus, according to the standard for beef cutting to the first grade include hip, lumbar, back, shoulder, shoulder and breast cuts, i.e. 88% of the whole carcass, which does not meet modern requirements to the technology of carcass cutting. This confirms the need to develop new approaches to the carcass cutting scheme, taking into account the latest achievements of science and practice, as well as its unification with international requirements [1,2].

The requirements of international trade are best met by UNECE standards (international standards), which provide a single principle of carcass evaluation and grading, as well as a unified classification for the convenience of trade and are of great practical importance in the increasing volume of international trade in meat. However, international standards generally do not take into account all regional and breed specificities of slaughter animals.

In recent years, there has been an increasing trend in the consumption of meat in natural form in Kazakhstan. Effective trade in meat depends not only on the quality of meat raw materials, but also on the principles of sorting and cutting of carcasses. Correct cutting of carcasses and sorting of meat is, first of all, the possibility of its rational use and organization of differentiated pricing policy. Practically no developed country sells meat in carcasses and pays great attention to the differentiated cutting of carcasses for trade. Carcass cutting has economic and social importance, so each country has its own schemes. National carcass cutting schemes and standards have been developed, which differ significantly from each other, including the RoK.

Analyzing the schemes of commercial cutting of beef carcasses, operating in foreign countries, it is necessary to state that along with the differences due to national peculiarities, traditions of meat consumption and the range of products produced in each country, there are general principles, namely: the allocation of the best parts of the carcass in terms of nutritional value for sale to the public in kind; industrial preparation of some cuts for sale and culinary use; production of boneless meat or cuts with partial removal of bones and removal of superfluous bones and bones.

The current national schemes of cutting carcasses of slaughtered animals, using the principle of differentiation of meat by quality with appropriate prices for meat, will best contribute to meeting the needs of buyers and increasing the efficiency of its production. In this regard, the purpose of our work was to assess the quality of beef obtained from young stock of the most common in Kazakhstan breeds of cattle.

Materials and methods. The studies were conducted at the specialized industrial complex for beef production "Shamakhsutov" LLP. Young cattle (steers) of Kazakh white-headed and Kalmyk cattle breeds at the age of 18 months were slaughtered. Slaughtering was carried out according to generally accepted technological schemes. After slaughtering and primary processing paired carcasses were sent for cooling at a temperature of 0...+4℃. Morphological and chemical composition of beef was investigated according to standard methods [4,8] 24 hours after slaughtering and cooling to a temperature not higher than +4℃. The carcass cutting scheme was based on the classification of beef cuts according to the UNECE international standard "BEEF – CARCASSES AND CUTS", 2007 edition. Color indices were determined using Spectron spectrocolorimeter.

Research results and discussion. The results of determining the indicators of morphological and chemical composition of beef on the example of 9 main cuts of the front and back parts for Kazakh white-headed (KB) and Kalmyk (K) breeds are presented in Tables 1, 2 and 3.

According to the results of carcass cutting into 9 cuts of the two breeds, it was found that the greatest specific weight in the carcass structure is occupied by the hip cut (in KB – 28.59±0,90%; in K – 27.93±0,60%), then the shoulder cut (in KB – 14.07±0,16%; K – 14.40±0.26%), thoracolumbar (KB – 13.69±0.75%, K – 13.58±0.91%), spinal-lumbar (KB – 12.58±0.40%, K – 12.52±0.37%), cervical (KB – 12.03±0.20%, K – 11.10±0.65%), anterior shank (KB – 4, 60±0.20%, K –

4.05±0.29%), shank posterior (KB – 5.70±0.12%, K – 5.59±0.31%), paschino (KB – 4.54±0.40%, K – 4.48±0.46%) and subscapular (KB – 4.10±0.11%, K – 4.00±0.15%) (Table 1).

The content of boneless meat and bones varies depending on the anatomical location of the cut. The average boneless meat content in the carcass was 76.68% and 74.30% for KB and K, respectively. The average bone content in the carcass was 23.44% and 22.07% for KB and K, respectively.

Table 1

Yield of bone and boneless cuts

Name of cut	KB cuts			Bone yield % to carcass weight (M±m)	K cuts			Bone yield % to carcass weight (M±m)
	bony	boneless			bony	boneless		
	% of carcass weight (M±m)	% of cut weight on bone (M±m)	% of carcass weight (M±m)		% of carcass weight (M±m)	% of cut weight on bone (M±m)	% of carcass weight (M±m	
Hip	28,49± 0,90	84,60± 0,17	24,38± 0,63	4,41± 0,30	27,93± 0,60	84,48± 0,11	24,01± 0,61	4,18± 0,40
Shovel	14,07± 0,16	73,31± 0,60	10,43± 0,12	3,70± 0,85	14,40± 0,26	73,11± 0,51	10,08± 0,10	3,60± 0,56
Dorsal-lumbar	12,48± 0,40	65,54± 1,50	7,95± 0,90	4,22± 0,25	12,52± 0,37	65,38± 1,53	7,30± 0,88	4,13± 0,31
Thoraco lumbar	13,69± 0,75	68,01± 1,25	9,32± 0,58	4,36± 0,66	13,58± 0,91	67,95± 1,13	8,90± 0,54	4,20± 0,71
Cervical	12,03± 0,20	83,79± 0,74	10,05± 1,27	1,94± 1,02	11,10± 0,65	83,65± 0,63	10,00± 1,22	1,90± 1,00
Sublaparietal	4,50± 0,20	77,59± 0,27	3,10± 0,95	0,92± 0,05	4,00± 0,15	76,93± 0,19	3,01± 0,97	0,89± 0,10
Curl	4,54± 0,40	97,81± 0,33	4,65± 0,51	0,10 ± 0,70	4,01± 0,25	97,68± 0,28	4,48± 0,46	0,10 ± 0,63
Back shank	5,60± 0,12	61,59± 0,95	3,35± 0,19	2,12± 1,31	5,59± 0,31	60,63± 0,87	3,31± 0,18	2,10± 1,29
Front shank	4,60± 0,15	67,60± 2,15	3,44± 1,30	1,60± 0,80	4,05± 0,29	67,32± 2,03	3,21± 1,30	1,60± 0,31

The most complete meat cut of the valuable parts of the carcass is the hip cut. The meat content in it was 84.60% and 84.48%, respectively, for KB and K. The quality of cuts was assessed by the "meatiness index" – meat/weight ratio, characterizing their full-meat content (Table 2).

Table 2

Meat index

Name of cut	Meat content index of cuts KB	Meat content index of cuts K
Hip	6,33	6,30
Shovel	5,25	5,21
Dorsal-lumbar	2,34	2,31
Thoracolumbar	3,23	3,19
Cervical	5,37	5,34
Sublaparietal	2,28	2,25
Curl	3,36	3,33
Back shank	0,98	0,96
Front shank	1,31	1,30

The values of the "meatiness index" shown in Table 2 indicate that the most complete cuts with a favorable ratio of deboned meat and bones from the two breeds are hip, neck and shoulder cuts.

No significant differences were found in the protein content of the cuts (20.47-22.11%). However, the nutritional value of cuts depends on the amino acid composition of cuts and the proportion of connective-tissue proteins. Numerous studies on various breeds of cattle have established that a higher content of connective-tissue proteins is peculiar to pasina, hind and front shanks, rib part, zastomuscle of scapular cut, front and back parts of the breast [5,6].

Analysis of the average values of indicators of the total chemical composition of cuts (Table 3), showed that the moisture content in the flesh was in the range of 69.93-76.80% and is closely related to the presence of fat. The pashina containing the highest amount of fat was characterized by the lowest values of moisture content. High fat content influenced the increase in meat caloric content.

Table 3

Chemical composition of beef cuts flesh

Name of cut	Values for KB				Values for K			
	Moisture, % (M±m)	Fat % (M±m)	Protein, % (M±m)	EC, kcal (M±m)	Moisture, % (M±m)	Fat % (M±m)	Protein, % (M±m)	EC, kcal (M±m)
Hip	75,19± 0,35	2,78± 0,23	21,19± 0,75	110,09	75,01± 0,43	2,57± 0,40	21,00± 0,81	110,00
Shovel	74,85± 0,62	4,12± 0,81	20,47± 0,55	118,81	73,96± 0,54	4,10± 0,77	20,37± 0,63	117,95
Dorsal-lumbar	73,80± 0,15	3,85± 0,70	21,57± 0,30	121,29	73,56± 0,37	3,60± 0,71	21,57± 0,11	121,00
Thoracolumbar	74,15± 0,95	4,65± 0,60	21,15± 0,89	122,90	74,01± 0,70	4,20± 0,97	21,00± 0,84	122,50
Cervical	75,89± 0,80	1,43± 0,30	22,43± 0,20	102,18	75,80± 0,58	1,36± 0,51	21,90± 0,36	101,60
Sublaparietal	73,99± 0,95	3,52± 0,61	21,04± 0,34	115,29	73,96± 0,41	3,40± 0,71	20,09± 0,25	110,70
Sirloin	76,91± 0,60	1,70± 0,36	20,82± 0,45	98,48	76,51± 0,61	1,40± 0,58	20,20± 0,60	97,80
Pashina	69,93± 0,50	8,93± 0,66	20,75± 0,23	162,95	69,80± 0,55	8,57± 0,71	20,10± 0,30	140,20
Calf	74,42± 0,43	3,52± 0,37	22,00± 0,14	118,80	74,00± 0,40	3,47± 0,45	21,70± 0,30	113,60

All cuts from KB were characterized by slightly higher values of fat content, and the following cuts stood out in terms of fat content in both breeds: pasina (8.93%; 8.57%), breast and rib (4.65%; 4.20%), and shoulder (4.12%; 4.10%). In the other cuts, the fat content was below 4%, which is in agreement with other studies [9,10,12].

Meat color is one of the main quality indicators evaluated by the consumer, by which the marketability of the product is judged. The color of meat depends on the concentration of myoglobin in muscle tissue and oxidative transformations of heme pigments to form brown, gray or even green coloring. Meat color is usually associated with freshness, tenderness and good flavor.

In this study, probably due to the same type of cattle, of the same age and sex, no significant differences were found in the color of muscle tissue from the two breeds as well as in the color of different cuts.

Conclusion. The analysis of the results of studying morphological and chemical composition of carcasses gives grounds to conclude that steers of Kazakh white-headed and Kalmyk breed have high slaughtering qualities, and the meat of young stock of both breeds differs insignificantly. There are no significant differences in the general chemical composition, including protein and fat content, of the flesh of cuts.

According to the results of carcass cutting it was found that the yield of the main cuts corresponds to the literature data, the most full-fat part of carcasses is the hip cut. Application of the international scheme of cutting is possible and expedient for beef from breeds, traditional for Kazakhstan, as for their effective use in industrial processing, and for public catering and realization through the trade network. Beef from young cattle of Kazakh white-headed and Kalmyk breeds will serve as a proper factor in providing the population with high-quality products of animal origin.

References

1. UNECE Standard. Bovine Meat – Carcasses and Cuts. – United Nations, New York and Geneva, 2004.
2. Aitpaev A. Reserves for Increasing Beef Production // Dairy and Beef Cattle Farming, 2004. No. 7. P. 18-19.
3. Aitpaev A. Rezervi uvelicheniya proizvodstva govyadini [Reserves for increasing beef production] //Molochnoe i myasnoe skotovodstvo [Dairy and beef cattle breeding], 2004. No. 7. P. 25, [in Russian].
4. Garyaev, U.E. Hozyaistvenno-biologicheskie osobennosti i kachestvennie pokazateli myasa bichkov kalmickoi porodi raznih tipov teloslojeniya [Economic and biological characteristics and quality indicators of meat of Kalmyk bulls of different body types]: dis. … candidate of agricultural sciences: 06.02.10. – Elista, 2015. – P. 110, [in Russian].
5. GOST 23042-2015 Metodi opredeleniya jira. Myaso i myasnie produkti [Methods of Determining Fat. Meat and Meat Products]. – Introduced 01.01.2017. – Moscow: Standartinform, 2015. – 8 p., [in Russian].
6. GOST 25011_2017 Myaso i myasnyye produkty. Metody opredeleniya belka [Meat and Meat Products. Methods for Determining Protein]. – Introduced 01.07.2018. – Moscow: Standartinform, 2018. – 14 p., [in Russian].
7. Hvilya S.I., Pchelkina V.A. Kontrol kachestva myasa gistologicheskie metodi [Meat quality control histological methods] // Metodi ocenki sootvetstviya [Conformity assessment methods], 2013. No. 10. P. 30-34, [in Russian].
8. Kayumov F.G., Dubovskova M.P., Polovinko L.M., Kalashnikov N.A., Golembovskii V.V., Kushch E.D., Shtelmakh A.I., Polyanskii N.D., Panasenko V.D. Kalmyk Breed of Beef Cattle is an Important Reserve for the Development of Breeding Resources in Stavropol // Herald of Beef Cattle Breeding, 2014. Vol. 4 (87). P. 47-52.
9. Serrano E., Pradel P., Jailler R., Dubroeucq H. Young SalersSuckled Bull Production: Effect of Diet on Performance, Carcass and Muscle Characteristics and Meat Quality // Animal, 2007. Vol. 1 (7). P. 1068-1079.
10. Lisitsyn A.B., Ivankin A.N., Vostrikova N.L., Stanova I.A. Study on the Fractional Composition of Meat Proteins during Long-Term Cold Storage // Everything about Meat, 2014. Vol. 2.
11. Antonov, B.I., Fedotova, V.I., Suhaya, N.A. Laboratornie issledovaniya v veterinarii himiko-toksikologicheskie metodi [Laboratory research in veterinary medicine chemical-toxicological methods]. – Moscow, 1989. – 320 p., [in Russian].

12. Pordomingo A.J., García T.P., VolpiLagreca G. Effect of Feeding Treatment during the Backgrounding Phase of Beef Production from Pasture on: II. Longissimus Muscle Proximate Composition, Cholesterol and Fatty Acids // Meat Science, 2012. Vol. 90 (4). P. 47-955.

Material received on 20.09.24.

Г.Т. Ораз

М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ СИЫР ЕТІНІҢ, ІРІ ҚАРА МАЛДЫҢ ЕТ ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ САПАСЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ

Аңдатпа. Мақалада негізінен Қазақстанда өсірілетін қазақ ақбас және қалмақ тұқымдарының ірі қара малынан алынған сиыр ұшаларының сапасы, сондай-ақ ет кесектерінің химиялық құрамын зерттеу нәтижелері, БҰҰ ЕЭК халықаралық стандартына сәйкес бөлінген сүйектер мен сүйексіз сиыр етінің шығымы мен индексі қарастырылған. Кесектердің химиялық құрамы анықталды: ылғалдылығы, май, ақуыз. Ылғалды анықтау «ГОСТ 9793-2016 Ет және ет өнімдері. Ылғалды анықтау әдістері» бойынша анықталды. Майды анықтау «ГОСТ 23042-2015 Ет және ет өнімдері. Майды анықтау әдістері» сәйкес анықталды. Ақуыздың массалық үлесі Кьельдаль әдісімен анықталды.

Алынған нәтижелерді талдау қазақтың ақбас және қалмақ тұқымдарының бұқалары жоғары сойыс қасиеттеріне ие және шамалы ғана ерекшеленетіндігі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік берді. Ақуыздың жалпы мөлшері мен кесілген еттің химиялық құрамы бойынша тұқымдар арасында айтарлықтай айырмашылықтар да жоқ.

Тірек сөздер: сиыр еті, тұқым, стандарт, нарық, экспорт, бағалау, сапа, сорт, жіктеу, индекс.

Г.Т. Ораз

Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГОВЯДИНЫ, МЯСНЫХ ПОРОД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация. В статье рассмотрено качество говяжьих туш от крупного рогатого скота пород Казахская белоголовая и Калмыцкая, разводимых преимущественно в Казахстане, также результаты исследования химического состава отрубов мяса, выход и индекс мясности говяжьих отрубов на кости и бескостных, выделенных в соответствии с международным стандартом ЕЭК ООН. Был определен химический состав отрубов: влага, жир, белок. Методы определения влаги – по “ГОСТ 9793-2016 Мясо и мясные продукты. Методы определения влаги”. Методы определения жира – по “ГОСТ 23042-2015 Мясо и мясные продукты. Методы определения жира”. Массовая доля белка определена по методу Кьельдаля.

Анализ полученных результатов позволил сделать заключение, что бычки казахской белоголовой и калмыцкой породы обладают высокими убойными качествами и отличались незначительно. По содержанию общего белка по химическому составу мякоти отрубов значительных отличий между породами также не установлено.

Ключевые слова: говядина, порода, стандарт, рынок, экспорт, оценка, качества, сорт, классификация, индекс.

IRSTI 67.15.63

R. Lukpanov[1] – *main author*, D. Dyussembinov[2], Zh. Zhantlessova[3], A. Altynbekova[4], S. Yenkebayev[5], D. Tsygulyov[6], M. Kozhahmet[7]

[1,5]PhD, Professor, [2,6]PhD, Associate Professor, [3,4]PhD student, [7]Senior lecturer

ORCID

[1]https://orcid.org/0000-0003-0085-9934 [2]https://orcid.org/0000-0001-6118-5238
[3]https://orcid.org/0000-0003-1010-9328 [4]https://orcid.org/0000-0002-2010-3715
[5]https://orcid.org/0000-0002-5984-9346 [6]https://orcid.org/0000-0002-7061-699X
[7]https://orcid.org/0000-0003-1680-5287

[1,2,3,4,5,6,7]L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
[1,2,3,4,5,6]Solid Research Group, LLP, Astana, Kazakhstan

[1]zhibek81@mail.ru

https://doi.org/10.55956/ZSWL8979

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF POST-ALCOHOL DISTILLERS' GRAINS ON THE STRENGTH OF CONCRETE USED IN A TWO-COMPONENT MODIFIED ADDITIVE

Abstract. This article investigates the influence of industrial waste on the properties of concrete. The components used include microsilica (Ms), phosphogypsum (PhG), soapstock (Sp), post-alcohol distillers' grains (PaB), and caustic soda (NaOH). The research aims to assess the impact of each of these components on the properties of concrete. Special attention is given to the influence of post-alcohol distillers' grains on the transformative processes of concrete, specifically its strength indicators, water absorption, and frost resistance. A reference sample is presented as a cement-sand mixture with a 20% inclusion of microsilica, 15% phosphogypsum content, and 10% soapstock content by the weight of cement, microsilica, and phosphogypsum. As a result, hydrophobic concrete with increased strength is obtained. This research represents a significant step towards sustainable construction practices, utilizing industrial waste to enhance the properties of concrete.

Keywords: phosphogypsu, soapstock, concrete, additive, two-component modified additive, concrete strength.

Lukpanov R., Dyussembinov D., Zhantlessova Zh., Altynbekova A., Yenkebayev S., Tsygulyov D., Kozhahmet M. Investigation of the influence of post-alcohol distillers' grains on the strength of concrete used in a two-component modified additive // Mechanics and Technology / Scientific journal. – 2024. – No.3(85). – P.188-200. https://doi.org/10.55956/ZSWL8979

Introduction. In the modern world, the issue of industrial waste disposal is becoming increasingly relevant. However, these wastes can be used as secondary raw materials in various industries, including construction. In this article, we investigate the possibility of using industrial waste to improve the properties of concrete.

Concrete is one of the most common building materials, but its production requires a large amount of energy and natural resources. Therefore, finding

alternative components for concrete that can improve its properties and reduce its environmental impact is an important task [1].

In this article, we present the results of a study on the influence of various industrial wastes on the properties of concrete. Specifically, we consider the use of microsilica (Ms), phosphogypsum (PhG), soapstock (Sp), post-alcohol distillers' grains (PaB), and caustic soda (NaOH) as additives to concrete. Our goal is to assess the influence of each of these components on the properties of concrete, including its strength, water absorption, and frost resistance.

The composition of the additive is assumed to use industrial waste, specifically the following components: microsilica (a by-product of metallurgical production, henceforth Ms), phosphogypsum (a by-product formed during the production of phosphoric acid, henceforth PhG), soapstock (a by-product of refined oil production, henceforth Sp), post-alcohol distillers' grains (a by-product of alcohol production, henceforth PaB), and caustic soda (NaOH) as a stabilizer [2].

To increase the strength indicators of concrete, microsilica is introduced into its composition, which is a finely dispersed medium of active minerals. For its better sealing and plasticizing, post-alcohol distillers' grains are introduced into the composition, which is essentially a surfactant additive [3]. For mineralogical balance as a result of the addition of microsilica, which contains up to 95% silicon dioxide, phosphogypsum is introduced into the concrete mixture. The use of soapstock in the composition of concrete contributes to its volumetric hydrophobization due to its fatty acid composition. A small amount of caustic soda is also introduced into the additive composition, necessary for the leaching of soapstock and slowing down the process of its oxidation [4]. Ultimately, we get hydrophobic concrete with increased strength.

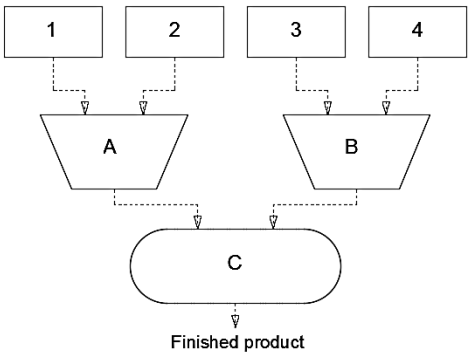
The aim of the research is to assess the influence of each of the above-mentioned additive components. However, this article will present the results of the final stage of the research, namely the influence of post-alcohol distillers' grains on the transformative processes of concrete, specifically on its strength indicators, water absorption, and frost resistance. As a reference sample, a cement-sand mixture is presented with a 20% inclusion of microsilica by the weight of cement, 15% phosphogypsum content by the weight of cement and microsilica, 10% soapstock content by the weight of cement, microsilica, and phosphogypsum. The technological composition of the reference sample was obtained based on the results of previously conducted research on the influence of microsilica, phosphogypsum, and soapstock on the quality of the concrete mixture city, and country (if the authors work in different companies, the last name of the author and the relevant company should be numbered) [5].

Materials and methods. The proposed additive is a composite mixture of industrial waste, consisting of a liquid and a solid phase. The solid phase (Component 1, C1) is represented by a dry mixture of microsilica, phosphogypsum, and neutralized soapstock, while the liquid phase (Component 2, C2) is post-alcohol distillers' grains [6].

To increase the strength indicators of concrete, microsilica is introduced into its composition, which is a finely dispersed medium of active minerals. For its better sealing and plasticizing, post-alcohol distillers' grains are introduced into the composition, which is essentially a surfactant additive [7]. For mineralogical balance as a result of the addition of microsilica, which contains up to 95% silicon dioxide, phosphogypsum is introduced into the concrete mixture. The use of soapstock in the composition of concrete contributes to its volumetric hydrophobization due to its fatty acid composition [9]. A small amount of caustic soda is also introduced into

the additive composition, necessary for the leaching of soapstock and slowing down the process of its oxidation. Ultimately, we get hydrophobic concrete with increased strength.

Figure 1 presents the technological scheme of the production of the modified additive. The technological process of production includes two subsequent stages of production. At the first stage, the preparation of the dry component of the additive is carried out, during which the grinding, drying, and mixing of microsilica and phosphogypsum are carried out. The grinding of components is necessary to obtain a homogeneous finely dispersed medium, to achieve their maximum activity in the process of concrete hydration. Drying is necessary for the quality selection of components by mass and the exclusion of unaccounted water in the composition of the additive. At the second stage, the preparation of the liquid component of the additive is carried out, specifically the mixing of soapstock with post-alcohol distillers' grains and their subsequent neutralization by acidity [10-12].



1 – Microsilica, 2 – Phosphogypsum, 3 – Soapstock and Caustic Soda, 4 – Post-Alcohol Stillage, A, B – Mixer, C – Rotary Disperse.

Stage 1: (Preparation of the dry component): Mixing of microsilica and phosphogypsum in mixer A. Stage 2: (Preparation of the liquid component): Mixing of soapstock, caustic soda, and stillage in mixer B.

Fig. 1. Technological stage of additive production

The post-alcohol distillers' grains were variably replaced from 5.0 to 12.5% (multiplicity 2.5%) by the mass of water.

The strength indicators of the samples were evaluated during compression and bending of the beam samples according to the standard method GOST 310.4 (Fig. 1). The comparison of the strength of the samples of variable composition was carried out to assess the optimal composition of the modified additive and evaluate its performance. Comparing the strength indicators of samples with and without the additive will allow assessing the influence of the additive components on the modification of concrete and its transformation in terms of improving strength. The evaluation of the samples for water absorption capacity of the compared concrete samples was carried out according to GOST 12730.3 (Fig. 1).

Table 1 illustrates the variant compositions of mixtures in the first stage of the research, specifically compositions with varying contents of microsilica (hereafter referred to as Ms).

Table 1

Variant compositions of the investigated mixtures

Type	Component content by weight, g						
	Sand	Cement / Water	Ms	PhG	Sp	NaOH	PaB
Reference	1500	306 / 200	77	68	50	0.5	-
PaB=2.5%	1500	306 / 195	77	68	50	0.5	5
PaB=5%	1500	306 / 190	77	68	50	0.5	10
PaB=7.5%	1500	306 / 185	77	68	50	0.5	15
PaB=10%	1500	306 / 180	77	68	50	0.5	20

Comparing the water absorption of concrete will allow assessing the operational suitability of concrete using the modified additive, primarily related to the service life of the material. The hydrophobicity of the material will characterize resistance to the destructive effect of water during operation, as well as increasing its frost resistance (taking into account the mechanics of frost resistance tests). The evaluation of the samples for frost resistance of concrete samples was carried out according to GOST 10060 (Fig. 1). Comparing the frost resistance indicators of variable types of concrete is also related to the assessment of the operational suitability of the material, assessing its durability. The sequence of cyclic freezing and thawing of samples was carried out from the condition of reducing the number of cycles, that is, as the cycles increased, the terms of control measurements were reduced (from 50 to 25 cycles). Control measurements of strength and mass were carried out: at 50, 100, 150, 175, 200, 225, and 250 cycles

Table 2

Conducting Laboratory Tests

Durability	Water absorption	Frost resistance

Research results. Figure 2 shows the results of strength measurements of beam samples, carried out within the framework of linear comparisons of sequential (alternating) additions of components: Ms, PhG, Sp, and PaB. Figure 2A presents the results of partial and average strength values at different concentrations of distillers' grains, and Figure 2B – statistical indicators of variation coefficients and

comparison in percentage terms from the optimal Ms=20%, PhG=15%, and Sp=10%.

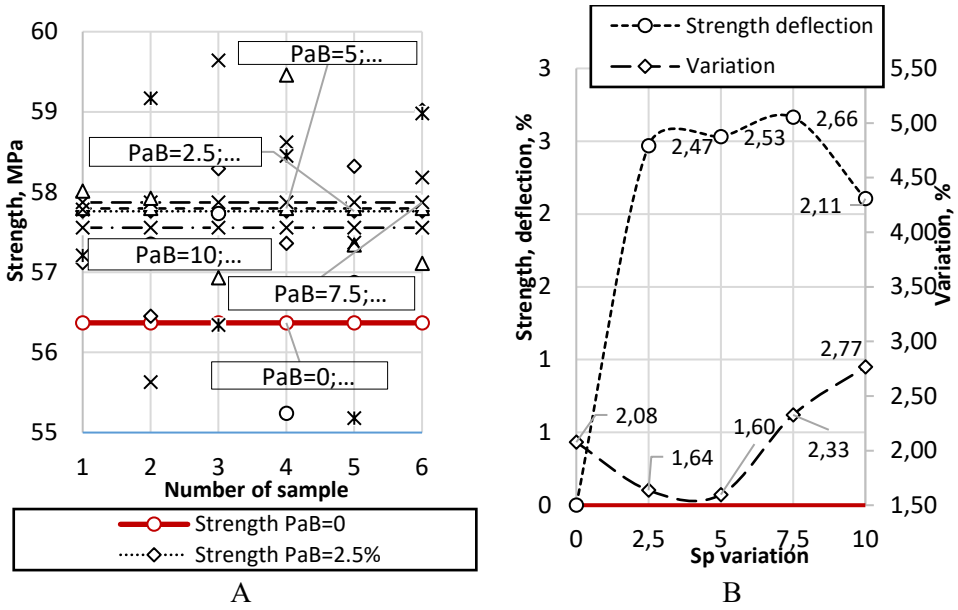


Fig. 2. Strength Measurement of Beam Samples

According to previously conducted tests, an optimal concentration of Sp=10% corresponded to an average strength increase up to 56.37 MPa. When PaB=2.5% was included in the composition, the average strength was 57.76 MPa, with individual values ranging from 55.45 to 59.02 MPa. For samples with a PaB content of 5%, the strength ranged from 56.93 to 59.46 MPa, with an average of 57.79 MPa. The same values for samples with a PaB content of 7.5% ranged from 55.63 to 59.64 MPa, with an average of 57.87 MPa. For samples with a PaB content of 10%, the strength ranged from 55.18 to 59.17 MPa, with an average of 57.55 MPa. According to the comparative diagram of Figure 2B, there are no significant changes in strength with each subsequent addition of distillers grains. A noticeable change occurs with the first inclusion of distillers grains, at a low concentration, equal to 2.5% of water. The evaluation of variation coefficients did not reveal the influence of distillers grains on the stability of results. The variation coefficients range from 1.60 to 2.77%, indicating a high degree of convergence of individual values. The absence of the influence of distillers grains at concentrations above 2.5% on strength is evidenced by the variation coefficient of average strength values of variable PaB concentrations. This coefficient is only 0.23%, therefore, comparing it with the variation of individual values within a certain concentration (1.60-2.77%), changes in strength (with a change in the concentration of distillers grains) can be attributed to statistical error. Thus, the optimal concentration of PaB is 2.5%, its high concentration does not affect the strength of concrete.

Figures 3-6 show graphs of strength loss and mass loss as a result of cyclic freezing and thawing of cubic samples with variable inclusion of post-alcohol distillers grains (PaB). Figure 3A shows absolute individual values of strength losses, Figure 3B shows mass losses, as well as their corresponding variation coefficients. The scales on all figures have a fixed range, for visualizing differences

in dependency curves (strength from .64 to 79 MPa, variation from 0 to 24%). Figure 3A presents two relative indicators: the first is the average strength of the reference sample without the inclusion of additives (Figure 3-6 – solid red line), the second is the average strength of samples with an optimal concentration of Sp=10%, at which the best frost resistance of concrete is manifested (Figure 3-6 – dashed red line).

The change in strength from freezing cycles from 50 to 200 in samples with a PaB content of 2.5% varies from 69.12 to 65.19 MPa. The maximum decrease in strength, obviously, corresponds to the maximum number of cycles, and a noticeable decrease in strength occurs with 150-175 cycles. At the same time, variation coefficients increase with an increase in the number of cycles, varying within 1.93-4.85%. The change in strength indicators of samples with a percentage content of PaB=5.0% varies from 68.88 to 67.35 MPa, a decrease in strength is also observed with 175-200 cycles. Variation coefficients are relatively stable, varying from 1.77 to 3.32%. The change in strength indicators of samples with a percentage content of PaB=7.5% varies from 69.17 to 67.03 MPa, a decrease in strength occurs, also starting from 175 cycles, variation coefficients range from 3.41 to 5.69%. For samples with the maximum percentage content of PaB=10.0%, a decrease in strength indicators occurs similarly, from 175 cycles, with a variation in strength values from 69.15 to 66.77%, and a variation coefficient from 2.31 to 7.83%.

The reduction curves of the samples by mass are similar to the strength curves, exhibiting a similar dependence. The reduction of samples with the smallest content of post-alcohol distillers grains PaB=2.5% varies within the range of 2386 to 2310 grams, the initial mass reduction is observed at 100 cycles, and variation coefficients change from 1.36 to 7.12%. As with strength, an increase in variation coefficients is observed with an increase in the number of cycles for all variations of PaB. For samples with PaB=5.0%, the variability of losses ranges from 2392 to 2344 grams, the initial reduction also occurs at 150 cycles, and variation coefficients increase from 1.36 to 2.98%. Samples with PaB=7.5% showed a mass loss from 2395 to 2318 grams, losses were also observed at 150 cycles, and variation coefficients increase from 1.36 to 4.54%. For samples with the maximum content of PaB=10.0%, mass losses start from 150 cycles, vary from 2391 to 2321 grams, and variation coefficients change from 1.36 to 4.39%.

It should be noted that the initial strength indicators for all variations of distillers grains are comparable, within the statistical error. That is, all samples with different concentrations of PaB observed a similar increase in strength relative to the reference sample. The quantitative increase in strength does not depend on the concentration of PaB: for samples with a content of PaB = 2.5%, the increase in strength on average was 4.12%, for samples with PaB = 5.0% – 3.77%, for samples with PaB = 7.5% – 4.20%, for samples with PaB = 10.0% – 4.17%. Similar indicators of strength increase relative to samples with an optimal content of Sp=10%, numerically range from 4.17 to 4.61%. Minor deviations can be attributed to statistical error, as deviations do not exceed the previously defined variation of the reference sample = 1.45%. However, the decrease in strength of all (except 2.5%) variations of distillers grains begins from 175 cycles, but subsequent reduction is different: with an increase in the concentration of distillers grains, there is a sharp decrease in strength after exceeding 175 cycles. At the same time, the higher the concentration of distillers grains, the more rapid the decrease in strength.

The analysis of variation coefficients in both cases indicates a decrease in the stability of strength (and mass) results with an increase in freezing cycles, however, their quantitative indicator depends on the quantitative change in strength (and mass) relative to the original (corresponding to 0 cycles). The latter is confirmed by the

smallest values of variation coefficients in samples with a content of PaB=5.0%, which show the smallest loss of strength at 200 cycles. Quantitatively, the variation coefficient of strength in samples with a content of PaB=5.0% is 3.09 times less than in the reference sample, and relative to other variations of PaB, it is 1.29-2.03 times less. The variation coefficient of mass in samples with a content of Sp=5.0% is 3.85 times less than in the reference sample, and relative to other variations of PaB, it is 1.63-2.64 times less. Overall, the analysis of variations showed that samples with a content of post-alcohol distillers grains in a percentage ratio of 5.0% have the most stable results (at 200 cycles) both in terms of strength and mass.

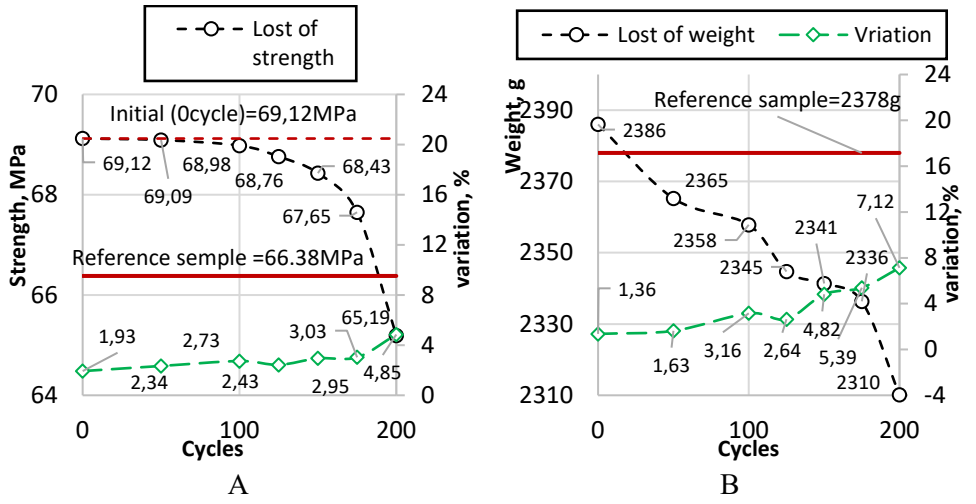


Fig. 3. Strength and mass losses at PaB=2.5%

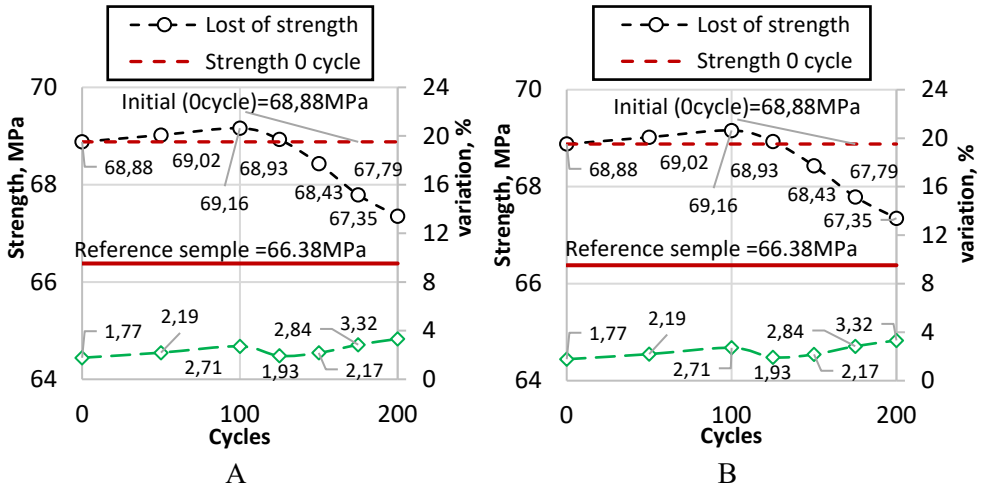


Fig. 4. Strength and mass losses at PaB=5.0%

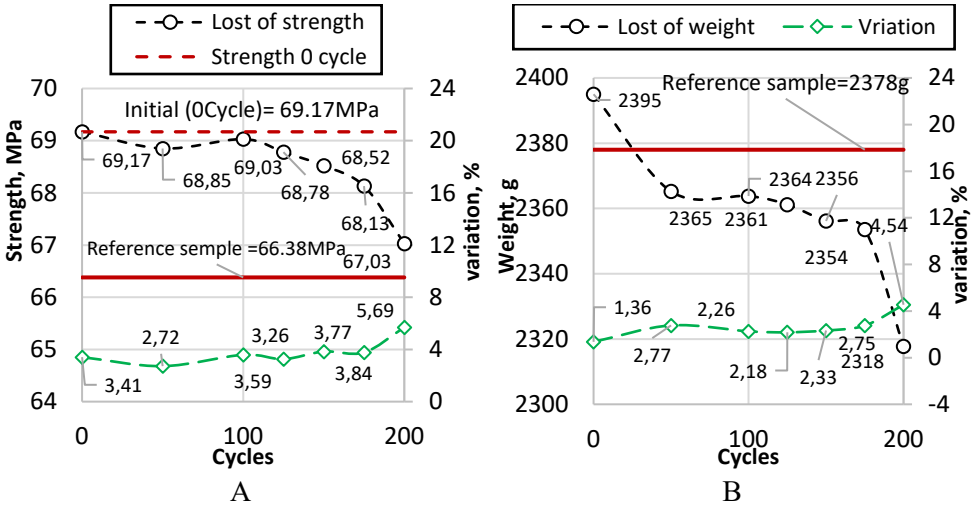


Fig. 5. Strength and mass losses at PaB=7.5%

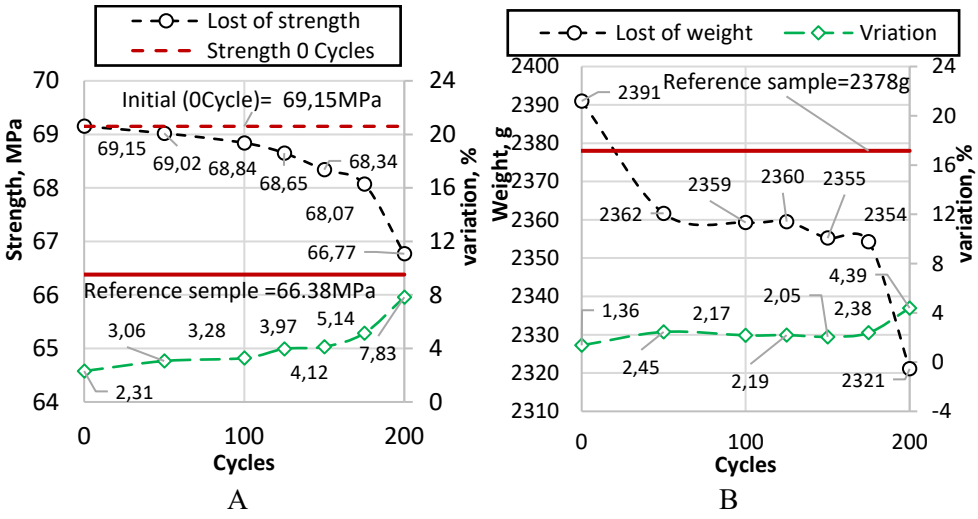


Fig. 6. Strength and mass losses at PaB=10.0%

Figure 7 presents comparisons of strength and mass losses in percentage terms depending on the content of post-alcohol distillers grains in the sample. (Figure 7A shows a comparison of strength losses, Figure 7B shows mass losses). Comparative diagrams are made relative to the reference sample (solid red curve) and relative to the optimal content of soapstock Sp=10%. The curves show both qualitative and quantitative changes in samples by mass and strength. The diagrams also provide numerical values of maximum losses, corresponding to maximum cycles (200 cycles).

The curves in Figure 7 vividly demonstrate the impact of post-alcohol distillers grains on the durability of concrete, relative to its resistance to cyclic freezing. For samples with a PaB content of 2.5%, the maximum strength losses are 5.69%, and the maximum mass losses are 3.18%, which is 2.9 and 1.9 times less than the same values of the reference sample, respectively.

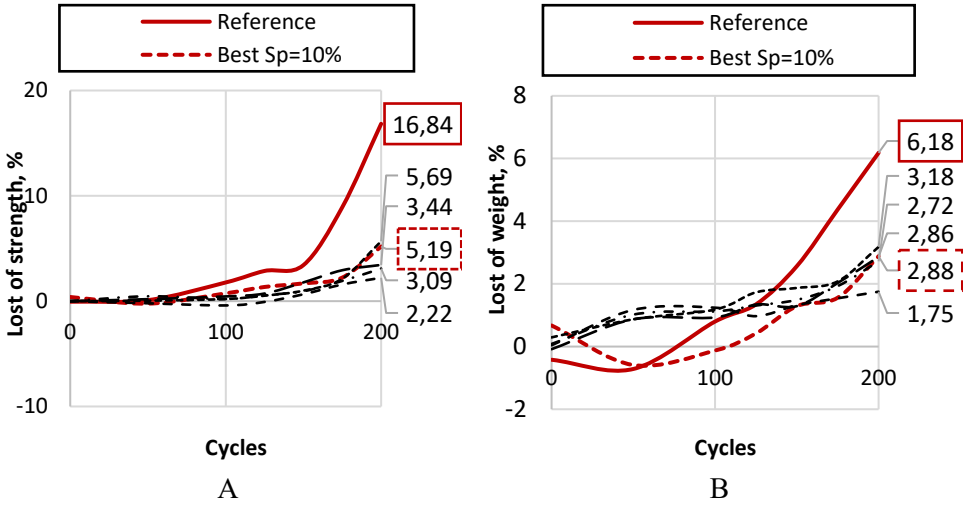


Fig. 7. Comparison of maximum strength and mass losses

For samples with a PaB content of 5%, the same indicators are significantly less, amounting to 2.22% for strength and 1.75% for mass, which is already 7.6 and 3.5 times less than the same values of the reference sample, and 2.3 and 1.6 times less than the same values of samples with an optimal Sp=10%. For samples with a PaB content of 7.5%, the indicators are 3.09% for strength and 2.86% for mass, which is 5.4 and 2.2 times less than the same values of the reference sample, respectively. For samples with the maximum PaB content of 10%, the strength indicators are 3.44%, and the mass indicators are 2.72%, which in turn is 4.9 and 2.3 times less than the same values of the reference sample, respectively. Thus, the maximum resistance to cyclic freezing was found in samples with a PaB content of 5%. At this concentration of PaB, frost resistance in terms of strength, relative to the reference sample, increases by 100% (200/100), and relative to the optimal Sp=10%, it increases by 33% (200/150). For other variations of PaB, frost resistance in terms of strength, relative to the reference sample, increases by 75% (175/100). In terms of mass loss, the frost resistance of the optimal concentration of PaB=5%, relative to the reference sample, increases by 33% (200/150), and relative to the optimal Sp=10%, it increases by 14% (200/175). For other variations of PaB, frost resistance in terms of mass, relative to the reference sample, increases by 17% (175/200).

Figure 8 shows the results of permeability measurements of samples with different PaB contents, but with the addition of a previously determined optimal concentration of Sp=10%. Figure 8A shows individual water absorption values and their corresponding average indicators. The straight lines on the diagram correspond to the average water absorption value of each type, with the aim of visualizing deviations of individual values from the average indicator. Figure 8B shows comparisons of average water absorption indicators of samples with different PaB contents, as well as their corresponding variation coefficients.

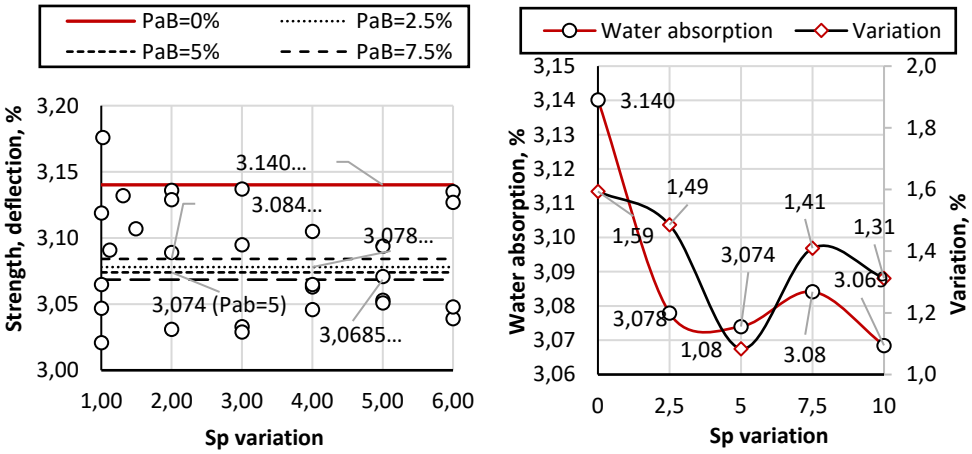


Fig. 8. Water absorption results

Discussion of scientific results. According to previously conducted tests, the average water absorption indicator for samples with a Sp=10% content was 3.150%. Relative to this indicator, the effectiveness of post-alcohol distillers grains will be evaluated and the optimal concentrate will be determined. For samples with PaB=2.5%, water absorption varies from 3.033 to 3.136%, with an average of 3.078%. For samples with PaB=5%, water absorption ranges from 3.039 to 3.129%, with an average of 3.074%. For a PaB content of 7.5%, it ranges from 3.031 to 3.127%, with an average of 3.084%. For PaB=10%, it ranges from 3.021 to 3.137%, with an average of 3.069%. When a minimal amount of distillers grains is added, a decrease in water absorption is observed, but with its subsequent increase, there are no significant changes in the water absorption indicator. Relative to Sp=10% and PaB=0%, the decrease is: for samples with PaB=2.5%, the decrease is 2.29%; for PaB=5% – 2.47%; for PaB=7.5% – 2.18%; for PaB=10% – 2.66%. Numerically, the increment is: 0.13, -0.29, 0.49% from each subsequent addition of distillers grains (2.5%). A sharp drop in water absorption with the minimal addition of distillers grains followed by its stabilization (with its subsequent addition) indicates the achievement of maximum effectiveness relative to the hydrophobizing effect on the material. The analysis of variation coefficients showed a high degree of convergence of individual values of all PaB concentrations: variation coefficients range from 1.31 to 1.59%. The statistical evaluation of average water absorption values at different concentrations of distillers grains confirmed the absence of the influence of increasing distillers grains on water absorption. The variation coefficient in terms of average water absorptions of different concentrations is only 0.99%. Considering the previously given variations within each type of sample (from 1.31 to 1.59%), the variation coefficient of 0.99% attributes the scatter of water absorption values at different PaB contents to statistical error.

Conclusion. Standard tests were conducted on beam samples for strength under bending and compression, standard cubic samples for water absorption and frost resistance. The tests were carried out for samples with different contents of post-alcohol stillage (Sp): 2.5, 5, 7.5, and 10% by mass of water.

The strength measurement of the beam samples showed that the optimal effect regarding the increase in material strength is achieved at a 2.5% content of post-alcohol stillage. Subsequent addition of stillage does not bring significant

transformations to the strength indicators of the material. On average, the increase in strength at PaB=2.5% is 2.5%. The obtained curve of the dependence of water absorption change on the concentration of stillage showed an optimal gradient of water absorption, which corresponds to PaB=2.5%. With the subsequent increase in stillage, the reduction in the water absorption indicator does not occur. The average indicator of reducing water absorption is 2.3%.

Frost resistance tests showed that the maximum resistance to cyclic freezing is observed in samples with PaB=5%, subsequent increase in the content of stillage reduces frost resistance. It should be noted that the beginning of the loss of strength (as well as mass) for all variations of PaB is observed at the same cycles (175 for strength and 150 for mass). However, in subsequent cycles, the greater the decrease in strength mass, the higher the concentration of stillage. If the assessment of brand strength and water absorption showed that the concentration of PaB, at which the optimal effect of the transformation process is achieved, is 2.5%, then in the case of frost resistance, such a concentration corresponds to PaB=5%. The latter can be explained by the change in concrete tension, which is a key indicator, under conditions of cyclic water saturation, freezing, and thawing. The overall decrease in frost resistance at an increased concentration of PaB may be associated with a decrease in the number of micropores in the structure of the binder (at a high concentration of PaB). As a result of reducing the area of the walls connecting with inert fillers, the contact zone is reduced with the formation of a brittle structure. However, until the moment of partial destruction, resistance to cyclic freezing is maintained due to the dense structure of the material, including due to the plasticizing effect of PaB.

The obtained curve of the dependence of water absorption change on the concentration of stillage showed an optimal gradient of water absorption, which corresponds to PaB=2.5%. With the subsequent increase in stillage, the reduction in the water absorption indicator does not occur. The average indicator of reducing water absorption is 2.3%.

References

1. Ashby, M, Shercliff, H, Cebon, D. Materials, engineering, science, processing, and design. 2nd ed. – Oxford: Butterworth-Heinemann; 2010.
2. Dyussembinov N, Lukpanov R, Zhibek A, Aliya S, Serik T, Tsygulev M, Meiram S. Investigation of the influence of post-alcohol distillers' grains on the strength of concrete used in a two-component modified additive // Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra [Complex Use of Mineral Resources], 2023. Vol. 319 (1). P. 5-18.
3. Feng J, Sun S, Han B, Zheng D, Wei J. Utilization of distillers' grains as road base materials: Effects on mechanical properties and environmental impacts // Resources, Conservation and Recycling, 2019. Vol. 146. P. 134-144.
4. Chowdhury S, Mishra M, Suganya O. The incorporation of waste worm bin dustmaterials as partial replacement for cement in concrete: Strength and permeability characteristics // Resources, Conservation and Recycling, 2015. Vol. 96. P. 40-45.
5. Nuno Pereira, Xavier Romão. Assessing concrete strength variability in existing structures based on the results of NDTs // Journal of Construction and Building Materials, 2018. Vol. 45 (2). P. 30-40.
6. Tkach, E.V., Soloviev, V.I., Dronov, V.M., Iskakov, S.M. Method of preparation of complex additive to cement-concrete mixture // Patent for invention KZ16651 №2004/1457.1. 2004.
7. Tkach, E.V., Soloviev, V.I., Dronov, V.M., Iskakov, S.M. Complex additive to cement Patent for invention KZ16645 №2004/1456.1. 2004.

8. Lee H., Kim J. Two-Stage Foam Introduction in Foam Concrete Production: An Experimental Approach // Journal of Materials in Civil Engineering, 2020. Vol. 32 (3). P. 1-11.
9. Patel V., Desai A. Modified Additives in Foam Concrete: A Review // Journal of Building Engineering, 2021. Vol. 31 (1).
10. Omoniyi T, Akinyemi B. Workability and strength characteristics of cement pastes and mortars with distillers' spent grain as partial cement replacement // Civil Engineering Journal, 2020. Vol. 6 (4). P. 766-776.
11. Shetty N, Rath BP, Nayak AN, Kumari NL. Effect of distiller's dried grains with solubles (DDGS) as a supplementary cementitious material for concrete // Journal of Modern Concrete Science and Technology, 2022. Vol. 1 (1). P. 1-11.
12. Guo H, Zhang Y, Cheng X, Cao W, Liu J. Effects of corn distiller dried grains with solubles on properties of Portland cement paste // Construction and Building Materials, 2016. Vol. 123. P. 719-728.

This research was funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant № AP13068424)

Material received on 20.05.24.

Р.Е. Лукпанов[1,2], Д.С. Дюсембинов[1,2], Ж.Б. Жантлесова[1,2], А.Д. Алтынбекова[1,2], С.Б. Енкебаев[1,2], Д.В. Цыгулев[1,2], М.С. Кожахмет[1]

[1]Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Казақстан
[2]«Solid Research Group» ЖШС, Астана қ., Казақстан

ДИСТИЛЛЯТОРЛАРДЫҢ СПИРТТІК ДӘНДЕРІНЕН КЕЙІНГІ ЕКІ КОМПОНЕНТТІ МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ҚОСПАНЫҢ ҚҰРАМЫНДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН БЕТОННЫҢ БЕРІКТІГІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Бұл мақалада өнеркәсіптік қалдықтардың бетон қасиеттеріне әсері зерттеледі. Компоненттер ретінде микро кремний диоксиді (Ms), фосфогипс (PhG), сабын ерітіндісі (Sp), алкогольден кейінгі астық (PaB) және каустикалық сода (NaOH) қолданылады. Зерттеудің мақсаты – осы компоненттердің әрқайсысының бетон қасиеттеріне әсерін бағалау. Алкогольден кейінгі Дистилляция дәндерінің бетонның трансформациялық процестеріне, атап айтқанда беріктік, суды сіңіру және аязға төзімділік көрсеткіштеріне әсеріне ерекше назар аударылады. Бақылау үлгісі ретінде 20% микрокремнеземді, 15% фосфогипсті және цемент, микрокремнезем және фосфогипс массасы бойынша 10% сабын ерітіндісін қосатын цемент-құм қоспасы ұсынылған. Нәтижесінде жоғары беріктігі бар гидрофобты бетон пайда болады. Бұл зерттеу бетонның қасиеттерін жақсарту үшін өнеркәсіптік қалдықтарды пайдалана отырып, тұрақты құрылыс жолындағы маңызды қадам болып табылады.

Тірек сөздер: фосфогипс, сабын ерітіндісі, бетон, қоспа, екі компонентті модификацияланған қоспа, бетонның беріктігі.

Р.Е. Лукпанов[1,2], Д.С. Дюсембинов[1,2], Ж.Б. Жантлесова[1,2], А.Д. Алтынбекова[1,2], С.Б. Енкебаев[1,2], Д.В. Цыгулев[1,2], М.С. Кожахмет[1]

[1]Евразийский университет имени Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан
[2]ТОО «Solid Research Group», г. Астана, Казақстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОСЛЕСПИРТОВЫХ ЗЕРЕН ДИСТИЛЛЯТОРОВ НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В СОСТАВЕ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДОБАВКИ

Аннотация. В данной статье исследуется влияние промышленных отходов на свойства бетона. В качестве компонентов используются микрокремнезем (Ms), фосфогипс (PhG), мыльный раствор (Sp), послеспиртовое зерно (PaB) и каустическая сода (NaOH). Цель исследования – оценить влияние каждого из этих компонентов на свойства бетона. Особое внимание уделено влиянию зерен послеспиртовой перегонки на трансформационные процессы бетона, в частности, на показатели прочности, водопоглощения и морозостойкости. В качестве контрольного образца представлена цементно-песчаная смесь с 20% включением микрокремнезема, 15% содержанием фосфогипса и 10% содержанием мыльного раствора по массе цемента, микрокремнезема и фосфогипса. В результате получен гидрофобный бетон с повышенной прочностью. Данное исследование представляет собой значительный шаг на пути к устойчивому строительству, используя промышленные отходы для улучшения свойств бетона.

Ключевые слова: фосфогипс, мыльный раствор, бетон, добавка, двухкомпонентная модифицированная добавка, прочность бетона.

МРНТИ 67.09.33

А.С. Естемесова[1] – *основной автор,* ©
Е.И. Кульдеев[2], Р.Е. Нурлыбаев[3], З.Н. Алтаева[4], Е.С. Орынбеков[5]

[1,5]Канд. техн. наук, Ассоциированный профессор-исследователь,
[2]Канд. техн. наук, профессор, [3]PhD,
[4]Канд. техн. наук, Ассоциированный профессор

ORCID *[1]https://orcid.org/0000-0002-1499-7994 [4]https://orcid.org/0000-0001-9596-0511*

[1,4,5]ТОО «Международная образовательная корпорация», г. Алматы, Казахстан
[2,3]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

@ *[1]axaya73@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/UFGO2185

СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ДИАТОМИТА

Аннотация. Сухие строительные смеси являются неотъемлемой частью современного строительства и ремонта. Они обладают уникальными свойствами и предназначены для выполнения самых разных работ. Важно выбрать подходящий тип смеси, чтобы обеспечить долговечность и надежность конструкций. В статье приводятся данные по разработанным составам сухих строительных смесей на основе модифицированного диатомита. Исследования по изучению и получению модифицированного диатомита и его основы в сухих строительных смесях показали, что термообработка диатомита позволяет получать сырье с улучшенными прочностными свойствами при сжатии до 4,28 МПа при температуре 650°С.

Введение низковязкого эфира целлюлозы и полимерной добавки в составы на основе модифицированного диатомита позволило увеличить прочность на сжатие до 0,9-0,92 МПа.

Результаты определения водоудерживающей способности показали значение 94,2% в присутствии низковязкого эфира целлюлозы и полимерной добавки. Способность удерживать воду также оценивалась с точки зрения пластической прочности.

Экспериментальные данные показывают, что водоудерживающий эффект добавок предотвращает активное поглощение влаги из смеси пористой основой и способствует поддержанию низких значений пластической прочности композиций до t =0,0067 МПа.

Ключевые слова: сухая строительная смесь, модифицированный диатомит, редиспергируемые полимерные порошки, эфиры целлюлозы, известь.

Естемесова, А.С. Сухие строительные смеси на основе модифицированного диатомита [Текст] / А.С. Естемесова, Е.И. Кульдеев, Р.Е. Нурлыбаев, З.Н. Алтаева, Е.С. Орынбеков // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.201-212. https://doi.org/10.55956/UFGO2185

Введение. Сухие строительные смеси занимают особое место среди строительных материалов, так как обладают рядом преимуществ и обладают

высокой эффективностью, складывающейся из технических и экономических соотношений, поэтому они придают особую архитектурную выразительность и эстетику городскому планированию, не говоря уже о создании благоприятных условий проживания и рациональном использовании энергоресурсов. Тенденция в развитии технологии производства сухих строительных смесей показывает влияние двух основных факторов, которые ускоряют и замедляют развитие этого производства. Производство сухих строительных смесей в Казахстане в ближайшем будущем продолжит наращивать объемы производства, связанные со строительством гражданских и жилых объектов, что определяет увеличение спроса на сухие строительные смеси, а также актуальным фактором увеличения рынка ССС является его замещение конкурентоспособной местной продукцией.

Сухие строительные смеси представляют собой мелкозернистые составы, в состав которых входят минеральные вяжущие вещества, агрегаты определенных фракций и химические добавки [1-5].

Анализ литературных источников [6-9] показывает, что в странах Западной Европы на долю сухих строительных смесей приходится до 65% от общего объема производимых сухих строительных смесей для отделочных штукатурных составов. Помимо штукатурных составов, одним из перспективных направлений является производство сухих шпаклевочных смесей.

В состав большинства сухих строительных смесей входят: цемент (универсальное вяжущее для наружных и внутренних работ), гипс (вяжущее, используемое только для внутренних работ), мелкий заполнитель (в большинстве случаев песок, диспергированный по фракциям), химические неорганические и органические соединения, полимерные добавки. Примечательно, что зарубежные и отечественные производители часто используют цемент или гипс в качестве связующего материала. Известь редко используются в качестве связующего для сухих смесей, ее вводят в основном в качестве улучшающей минеральной добавки. С точки зрения бизнеса, использование высококачественного цемента (М400, М500 и выше) не всегда оправдано, особенно, когда концентрация сухой смеси не рассчитана на то, чтобы выдерживать высокие нагрузки под давлением. Примером могут служить гипсовые составы, где материал, нанесенный на поверхность, испытывает растягивающие силы, а срок службы традиционных отделочных составов на основе цемента (или гипса) в значительной степени ограничен их низким сопротивлением трещинообразованию. В гипсовых и декоративных композициях предпочтительнее всего использовать составы низкого качества, менее прочные, но способные воспринимать растягивающие силы.

Конкурентоспособность и рентабельность производства зависят от себестоимости продукции. На сегодняшний день разработка качественных и недорогих сухих строительных смесей актуальна для отечественных производителей сухих строительных смесей. Снижение себестоимости сухих строительных смесей может быть достигнуто не только за счет снижения содержания химических добавок. Перспективным направлением в производстве сухих строительных смесей является использование вяжущих и заполнителей на основе местных пород. Местное сырье, благодаря снижению транспортных расходов, обходится значительно дешевле, чем импортируемое из других регионов. Это создает возможность для комплексного освоения местного сырья при одновременном достижении значительного

экономического эффекта от использования сухих строительных смесей, что в конечном итоге способствует снижению затрат на строительство.

Стоимость материалов составляет значительную часть общей стоимости, и снижение их цен является одним из основных способов удешевления современного строительства [15,16]. Поэтому перспективным направлением в производстве сухих строительных смесей является использование смешанных вяжущих, модифицированных тонкоизмельченными дисперсными наполнителями, в основе которых лежат местные мягкие и рыхлые породы. Эти вяжущие вещества значительно дешевле цемента, что дает возможность организовать комплексную разработку местного сырья, добиваясь при этом значительного экономического эффекта при использовании сухих смесей в строительстве.

Накоплен определенный опыт изучения достаточно чистых кремнистых пород (диатомитов, трепелов, опок), разработана их классификация, известны их химический состав, физические и технические свойства [17-20]. По данным геологической службы, кремнистые породы в Актюбинской области Республики Казахстан имеют широкое распространение. Большая часть поверхности занята кремнистыми палеогеновыми отложениями, образующими многочисленные диатомовые отложения. Глубина залегания диатомита составляет 0,5-30 м. Толщина диатомита на уступах составляет 7-20 м.

Диатомит – рыхлая или слабо сцементированная кремнистая осадочная порода, состоящая в основном из раковин диатомовых водорослей, имеет белый, серый или розовый цвет. В своем естественном состоянии диатомиты обладают большой равномерно распределенной пористостью, достигающей 80-85%. Природа пор – закрытые, неглубокие. Химический состав в чистом виде может быть выражен формулой $mSiO_2nH_2O$. Кремнезем в диатомитах находится в аморфном состоянии и составляет 78-95%. Помимо кремнезема, диатомиты содержат небольшое количество карбонатов кальция и магния и некоторые другие примеси.

Изучение характеристик природного наноматериала диатомита методом электронного микроскопа показывает наличие квазидвумерных решеток, указывающих о наноструктурности исследуемого материала – диатомита. Основная часть породы состоит из мельчайших опаловых остатков планктонных диатомовых водорослей (около 70%) размером от 0,14 до 0,16 мм, при этом встречаются образцы размером до 0,20-0,22 мм. Створки диатомей имеет цилиндрическую, линейную (стержневую) и дисковую форму. Стенки створок пронизывают поры размером до 200 нм. Пространство свободное от диатомовых водорослей заполнено колломорфным кремнеземом. В качестве примеси присутствуют короткоигольчатые чешуйки глинистых минералов размером до 0,01-0,02 мм. Согласно исследованиям, образцы, взятые из района «Жалпак», относятся к кремнеземосодержащей биогенной породе, представленной остатками организмов, строящих кремнеземный скелет (шипы губок, листья диатомовых водорослей, скелеты радиолярий). Сравнительный анализ также показал, что диатомит Актюбинского месторождения является более качественный по составу и его можно использовать для производства известково-диатомитовых связующих, эффективных низкообжиговых материалов, заполнителей и др.

Диатомит используется и для известково-диатомитовых связующих, эффективных материалов с низким горением, легких бетонных заполнителей, керамических изделий в виде оболочек и сегментов и т.д. Достаточные запасы

кремнистых пород на территории Актюбинской области Республики Казахстан позволяют организовать производство эффективных сухих строительных смесей.

Таким образом, целью исследования является разработка рецептуры сухих строительных смесей с применением модифицированного диатомита.

Научная новизна заключается в установлении закономерности модификации диатомита термическим методом, что влияет на ее активность и соответственно на повышение прочности исследуемых составов сухих смесей. Устанволено также влияние эфиров целлюлозы низкой вязкости и редиспергируемого полимерного порошка на известково-диатомитовые составы на основные физико-механические характеристики, такие как: водоудерживающая способность, прочность на сжатие и пластическая прочность.

Условия и методы исследований. Для приготовления сухой смеси использовались следующие материалы:

– известь гашеная (пушонка) активностью 75-88%, Састюбинского завода (ГОСТ 9179-2018 «Известь строительная. ТУ»), с истинной плотностью 2250 кг/м^3, насыпной плотностью 280 кг/м^3 и удельной поверхностью 11000 см^2/г;

– диатомит с месторождения Жалпаксай в Мугалжарском районе Актюбинской области. Средняя плотность диатомита в куске составляет 300-500 кг/м^3, средняя плотность в рыхлом состоянии – 220-350 кг/м^3, истинная плотность – 2000 кг/м^3, насыпная плотность – 280 кг/м^3. Химический состав диатомита приведен в таблице 1. Из таблицы видно, что природный диатомит месторождения Жалпаксай после определенной модификации будет представлять собой микрокремний, состоящий из дисперсных частиц диоксида кремния с развитой наноразмерной пористой структурой.

В качестве добавок были использованы:

– эфир целлюлозы низкой вязкости (НЭЦ);

– редиспергируемый полимерный порошок (РПП).

Таблица 1

Химический состав диатомита

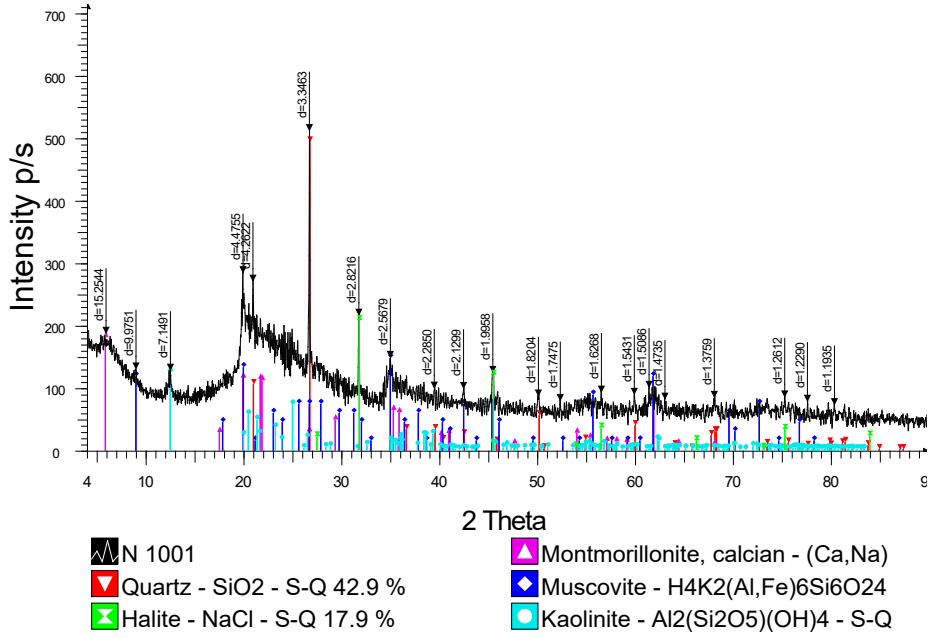
Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	$S0_3$	K_2O	CaO	TiO_2
0,738	0,780	6,522	86,55	0,028	0,356	0,837	0,240	0,449
V_2O_5	Cr_2O_3	MnO	Fe_2O_3	NiO	ZnO	Rb_2O	SrO	Cl
0,055	0,019	0,014	3,20	0,011	0,014	0,004	0,007	0,012

Исследования минерального состава диатомита показывают, что основноя фаза состоит из следующих минералов таких, как кварц, монтморрилонит, мусковит и каолинит (Рис. 1).

Водоудерживающую способность готовых составов определяли по ГОСТ 5802-86 «Строительные растворы. Методы испытаний».

Пластическую прочность готовой смеси определяли с помощью конического пластометра КП-3. Метод основан на погружении индентора (конуса) в рассматриваемый состав и заключается в измерении глубины погружения конуса под воздействием постоянной нагрузки.

Прочность на сжатие определяли согласно ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные. Методы испытаний».



Compound Name	Formula	S-Q
Quartz	SiO2	42,9
Halite	NaCl	17,9
Montmorillonite, calcian	(Ca,Na)0.3Al2(Si,Al)4O10(OH)2·xH2O	15,6
Muscovite	H4K2(Al,Fe)6Si6O24	12,8
Kaolinite	Al2(Si2O5)(OH)4	10,7

Рис. 1. Рентгенофазовый анализ диатомитовых сырьевых материалов месторождения «Жалпак»

Результаты исследований и их обсуждение. Модификация диатомитового наполнителя. Известно несколько способов активации диатомитового наполнителя, одним из которых является термический метод, который был и принят в работе, так как имеет ряд положительных преимуществ.

Модификация диатомитового наполнителя проводилась термическим методом и принят температурный диапазон от 200°С до 900°С. По результатам термообработки были проведены испытания полученного сырья с фиксацией показателей прочности на сжатие в возрасте 28 дней на образцах 70, 7х70, 7х70, 7 мм и в соотношении 1:3 (табл. 2).

Таблица 2

Показатели прочности на сжатие

Температура обработки, °С	Средние значения по прочности на сжатие в возрасте 28 сут, МПа
200	0,92
300	0,96
650	4,28
900	5,02

Анализ данных в таблице 2 показывает, что термическая обработка диатомовой породы при низких температурах (200°С и 300°С) не оказывает существенного влияния на значения прочности композиций на сжатие. Повышение температуры обжига до 650°С приводит к повышению прочностных характеристик до 4,28 МПа. Однако наибольший эффект достигается при термической обработке диатомовой породы при температуре t = 900ºС. Значение прочности на сжатие составляет 5,02 МПа. При температуре обжига более 600°С диатомит приобретает розовый оттенок, что позволяет варьировать цветовую гамму отделочных составов. Только с точки зрения расхода энергии термическая обработка диатомитового наполнителя при t = 650ºС является более подходящей.

Дисперсия диатомита в естественном состоянии и после термообработки не отличается. А размер частиц более 20 мкм составляет: для фракции диатомита 0,31-0,16 – 60%; для диатомита, обожженного при температуре 650°С, составляет 50 мкм.

Повышение прочностных параметров композиций на основе обработанной диатомовой породы показывает, что большое влияние на взаимодействие с известью оказывает не химический и минералогический состав диатомита, а количество активных поверхностных центров. Процесс отверждения и прочность разрабатываемых составов во многом зависят от соотношения массовых компонентов, условий отверждения, типа и количества используемых добавок.

Данные по прочности на сжатие разработанных известково-диатомитовых композиций в различных весовых соотношениях приведены (табл. 3).

Таблица 3

Прочность на сжатие известково-диатомитовых композиций

Соотношение извести и диатомита	Наименование добавки	Количество добавки, %	Прочность на сжатие в возрасте 28 сут, МПа
1:1	–	–	0,4
1:2	–	–	0,6
1:3	–	–	0,9
1:3	НЭЦ+РПП (50:50)	0,1	0,9
		0,2	0,92
		0,3	0,9

Анализ данных, приведенных в таблице 3, показывает, что образцы с высоким содержанием диатомита (мелкой фракции) обладают более высокой прочностью на сжатие. Так, прочность на сжатие образцов с соотношением известь:диатомит 1:1 составила 0,4 МПа; с соотношением 1:2-0,6 МПа и с соотношением известь-диатомит 1:3 - 0,9-0,92 МПа.

Сухие смеси на основе минеральных компонентов представляют собой вязкую пластичную систему, и их качество влияет на реологические и технологические характеристики. Одним из основных свойств смеси является водоудерживающая способность, позволяющая сохранять подвижность смеси в течение определенного периода времени. Подвижная гладкая смесь, хорошо заполняет все неровности поверхности, на которую наносится, и медленно отдавая воду, образует плотный и ровный отделочный слой.

На практике финишную смесь наносят на пористую основу, а не на фильтровальную бумагу, как описано в способе по ГОСТ 5802-86, причем показатели будут разными, так как количество адсорбированной воды на кирпиче, бетоне, гипсе и других пористых подложках будет разным.

Результаты исследований приведены в таблице 4, из которой мы видим, что тип подложки и толщина нанесенного слоя оказывают значительное влияние на водоудерживающую способность состава. Уменьшение толщины нанесенного слоя также привело к заметному снижению водоудерживающей способности. Значение водоудерживающей способности состава при толщине слоя 12 мм, регулируемое и оцененное по ГОСТ 5802-86, составило 88,5%, а при толщине слоя 6 мм – 80,18%.

Таблица 4

Водоудерживающая способность строительных смесей

Способ определения водоудерживающей способности по ГОСТ 5802-86		
известь:диатомит 1:3		то же + НЭЦ + РПП (П/Т=2,0)
Толщина наносимого покрытия, мм		
12	6	6
Водоудерживающая способность, %		
88,5	80,18	94,2

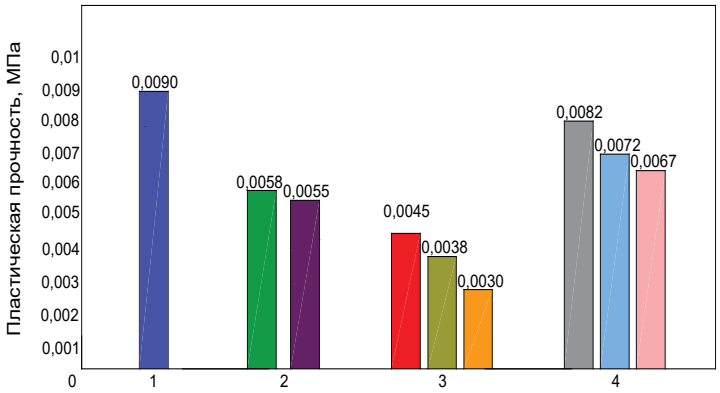
Также были проведены исследования для определения водоудерживающей способности в зависимости от готовой поверхности. Результаты исследований показали, что базовый тип оказывает значительное влияние на водоудерживающую способность. Так, интенсивное всасывание влаги наблюдалось на кирпичной основе, водоудерживающая способность смеси при толщине слоя 12 мм – 62,25%, а при такой же толщине слоя на цементно-песчаной основе – 82,18%.

Таким образом, водоудерживающая способность смесей, наносимых на сильно водопоглощающие основы, значительно ниже, чем водоудерживающая способность, определяемая методом, изложенным в нормативном документе.

Введение в состав смеси НЭЦ и РПП с полимеризованным соотношением П/Т = 0,2 увеличивает водоудерживающую способность смеси до 94,2%. Известково-диатомитовый состав 1:3 без добавок имеет высокую потребность в воде и низкую водоудерживающую способность.

Способность удерживать воду также оценивалась по показателю пластической прочности. Исследования проводились на цементно-песчаной основе с таким же соотношением воды и твердого вещества, равным В/Т = 1,1 через 10 минут после приготовления смеси.

Экспериментальные данные показали, что водоудерживающий эффект добавок НЭЦ и РПП предотвращает активное всасывание влаги из смеси пористой основой и способствует поддержанию низких значений пластической прочности составов (Рис. 2). Таким образом, при введении НЭЦ в количествах до 0,5% пластическая прочность уменьшилась до t = 0,0067 МПа (в контрольном составе t = 0,0090 МПа).



1 – известь:диатомит; 2 – тоже + РПП+НЭЦ (П/Т=1,5 и П/Т=2,0); 3 – тоже (0,01%; 0,02%, 0,03 %); 4 – тоже + НЭЦ (0,2%; 0,3%; 0,5%)

Рис. 2. Влияние добавок на изменение пластической прочности известково-диатомитовых составов

Анализ экспериментальных данных показывает, что при увеличении соотношения твердое тело-вода при постоянном содержании наполнителя в смеси происходит естественное снижение пластической прочности.

Заключение. Исследования по изучению и производству модифицированного диатомита и его основы в сухих строительных смесях показали, что термическая обработка диатомита позволяет производить сырье с улучшенными свойствами прочности на сжатие до 4,28 МПа при температуре 650ºС. Дисперсия диатомита в естественном состоянии и после термической обработки ничем не отличается. Размер частиц более 20 мкм составляет: для фракции диатомита 0,31-0,16 – 60%; для диатомита, приготовленного при температуре 650ºС - 50 мкм.

Введение эфира целлюлозы низкой вязкости и редиспергируемого полимерного порошка позволило увеличить прочность на сжатие до 0,9-0,92 МПа.

Результаты определения водоудерживающей способности показали значение 94,2% в присутствии НЭЦ и РПП. Способность удерживать воду также оценивалась по показателю пластической прочности. Экспериментальные данные показали, что водоудерживающий эффект добавок НЭЦ и РПП предотвращает активное всасывание влаги из смеси пористой основой и помогает поддерживать низкие значения пластической прочности составов. Таким образом, при введении НЭЦ в количествах до 0,5% пластическая прочность уменьшилась до t = 0,0067 МПа (в контрольном составе t = 0,0090 МПа).

Список литературы

1. Дергунов, С.А. Сухие строительные смеси (состав, технология, свойства) [Текст]: учебное пособие / С.А. Дергунов, С.А. Орехов. – Оренбург: ОГУ, 2012. – 106 с
2. Баженов, Ю.М. Технология сухих строительных смесей [Текст]: учебное пособие / Ю.М. Баженов, В.Ф. Коровяков, Г.А. Денисов. – М: Издательство АСВ, 2011. – 112 с.
3. Потапова, Е. Технология сухих строительных смесей [Текст]: учебное пособие / Е. Потапова. – Инфра-Инженерия, 2023. – 376 с.

4. Дергунов, С.А. Проектирование состава сухих строительных смесей [Текст]: монография / С.А. Дергунов, В.Н. Рубцова. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007. – 97 с.
5. Герман Литц (Wacker Chemie). Минеральные штукатурки сухие строительные смеси, модифицированные дисперсными порошками [Текст] / Литц Герман // Материалы, представленные Вакер-Хеми ГмБХ (технологический центр строительной химии завода Бургхаузен), 2023.
6. Василик, П.Г. Применение волокон в сухих строительных смесях [Текст] / П.Г. Василик, И.В. Голубев // Строительные материалы. – 2002. – №9. – С. 26-27.
7. [?] КНАУФ в России и СНГ [Текст] // Рекламный журнал. РИА «Квартал». – 2023. – №1. – С. 4-18.
8. Мешков, П.И. Способы оптимизации составов сухих строительных смесей [Текст] / П.И. Мешков, В.А. Мокин // Строительные материалы. – 2000. – №5. – С. 12-15.
9. Естемесова, А.С. Ресурсосбережение в технологиях производства строительных материалов [Текст]: учебное пособие / А.С. Естемесова, З.Н. Алтаева, А.Г. Есельбаева. – Алматы: МОК, 2023. – 233 с.
10. Естемесова, А.С. Технология производства сухих строительных смесей с применением стекольного боя [Текст]: монография / А.С. Естемесова. – Алматы: МОК (КазГАСА), 2019. – 109 с.
11. Алтаева, З.Н. Пути регулирования свойств отделочных сухих смесей использованием диатомита в их составе [Текст] / З.Н. Алтаева, Д. Байсерикова, А.А. Бек // Сборник материалов XVIII ежегодной Республиканской научной студенческой конференции. – Алматы: МОК, 2019. – С. 100-105.
12. Алтаева, З.Н. Особенности технологических и реологических свойств отделочных составов на основе известково-диатомитового вяжущего [Текст] / З.Н. Алтаева, Д. Байсерикова, Л. Абдрахманова // Сборник материалов конференции: Сатпаевские чтения – 2020: «Инновационные решения традиционных проблем: инженерия и технологии». – Алматы: КазНИТУ им. К. Сатпаева, 2020.
13. Колесникова, И.В. Сухие строительные смеси на сырьевой базе Республики Казахстан [Текст] / И.В. Колесникова, А.С. Естемесова, Е.С. Орынбеков // Электронный. II Международная конференция BALTIMIX ASIA. [?] 2019.
14. Естемесова, А.С. Способ получения минеральной добавки для бетонов и строительных растворов, минеральная добавка, бетон и строительный раствор с минеральной добавкой [Текст] / А.С. Естемесова, А.Г. Есельбаева // Патент на полезную модель №2776 от 09.04.2018 г., «РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности» Министерства Юстиции РК.
15. Естемесова, А.С. Ресурсы стекольного боя как сырья для промышленности строительных материалов [Текст] / А.С. Естемесова, А.Г. Есельбаева, А. Егошин // Вестник КазГАСА. – 2011. – №3-4 (41-42). – С.63-66.
16. Естемесова, А.С. Современные энергоэффективные строительные материалы, изделия и технологии их производства [Текст]: учебное пособие / А.С. Естемесова, А.Г. Есельбаева. – Алматы: МОК (КазГАСА), 2019. – 133 с.
17. Естемесова, А.С. Перспективы использования шунгитовых наполнителей в сухих строительных смесях [Текст] / А.С. Естемесова, А.Г. Есельбаева, З.Н. Алтаева // Российский ежегодник ССС. – 2016.
18. Потапов, В.В. Физико-химические характеристики нанокремнезема (золь, нанопорошок) и микрокремнезема [Текст] / В.В. Потапов, Д.С. Гореев // Фундаментальные исследования. – 2018. – № 6 – С. 23-29.
19. Логанина, В.И. Сухие смеси для отделки стен зданий [Текст] / В.И. Логанина, Р.Ю. Пучков // Пластические массы: синтез, свойства, переработка, применение. – 2022. – №8. – С. 38-39.
20. Большаков, Е.А. Сухие смеси для отделочных работ [Текст] / Е.А. Большаков // Строительные материалы. – 2017. – №7. – С. 8-9.

Исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан и проводилось в рамках проекта BR 21882292 по теме: «Интегрированное развитие устойчивой строительной отрасли: инновационные технологии, оптимизация производства, эффективное использование ресурсов и создание технологического парка» по программе «Программно-целевого финансирования научной и/или научно-технической деятельности на 2023-2025 года».

Материал поступил в редакцию 27.05.24.

А.С. Естемесова[1], Е.И. Кульдеев[2], Р.Е. Нурлыбаев[2], З.Н. Алтаева[1], Е.С. Орынбеков[1]

[1]ЖШС «Халықаралық білім беру корпорациясы», Алматы қ., Казақстан
[2]К.И. Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Казақстан

МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ДИАТОМИТ НЕГІЗІНДЕГІ ҚҰРҒАҚ ҚҰРЫЛЫС ҚОСПАЛАРЫ

Аңдатпа. Құрғақ құрылыс қоспалары заманауи құрылыс пен жөндеудің ажырамас бөлігі болып табылады. Олар бірегей қасиеттерге ие және әртүрлі жұмыстарды орындауға арналған. Құрылымдардың беріктігі мен сенімділігін қамтамасыз ету үшін қоспаның дұрыс түрін таңдау маңызды. Мақалада модификацияланған диатомит негізінде құрғақ құрылыс қоспаларының әзірленген құрамы туралы мәліметтер келтірілген. Модификацияланған диатомитті және оның құрғақ құрылыс қоспаларындағы негіздерін зерттеу және алу бойынша зерттеулер диатомитті термиялық өңдеу 650°С температурада 4,28 МПа дейін қысу кезінде беріктік қасиеттері жақсартылған шикізат алуға мүмкіндік беретінін көрсетті.

Модификацияланған диатомит негізіндегі композицияларға төмен тұтқыр целлюлоза эфирін және полимерлі қоспаны енгізу қысу беріктігін 0,9-0,92 МПа дейін арттыруға мүмкіндік берді.

Суды ұстау қабілетін анықтау нәтижелері тұтқырлығы төмен целлюлоза эфирі мен полимерлі қоспаның қатысуымен 94,2% мәнін көрсетті. Суды ұстап тұру қабілеті пластикалық беріктік тұрғысынан да бағаланды.

Эксперименттік дәлелдер қоспалардың суды сақтайтын әсері қоспадан ылғалдың кеуекті негіз арқылы белсенді сіңуіне жол бермейтінін және композициялардың пластикалық беріктігінің төмен мәндерін t = 0,0067 МПа дейін сақтауға ықпал ететінін көрсетеді.

Тірек сөздер: құрғақ құрылыс қоспасы, модификацияланған диатомит, қайта дисперсті полимер ұнтақтары, целлюлоза эфирлері, әк.

A.S. Yestemessova[1], Е.И. Kuldeev[2], R.E. Nurlybaev[2], Z.N. Altaeva[1], E.S. Orynbekov[1]

[1]LLP "International Educational Corporation", Almaty, Kazakhstan
[2]Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satbayev, Almaty, Kazakhstan

DRY BUILDING MIXES BASED ON MODIFIED DIATOMITE

Abstract. Dry building mixes are an integral part of modern construction and renovation. They have unique properties and are designed to perform a variety of jobs. It is important to choose the appropriate type of mixture to ensure the durability and reliability

of the structures. The article provides data on the developed compositions of dry building mixes based on modified diatomite. Research on the study and production of modified diatomite and its bases in dry building mixes have shown that heat treatment of diatomite allows to obtain raw materials with improved strength properties under compression up to 4.28 MPa at a temperature of 650°C.

The introduction of low-viscosity cellulose ether and a polymer additive into formulations based on modified diatomite made it possible to increase the compressive strength to 0.9-0.92 MPa.

The results of the determination of the water retention capacity showed a value of 94.2% in the presence of low-viscosity cellulose ether and a polymer additive.

The ability to retain water was also evaluated in terms of plastic strength. Experimental data show that the water-retaining effect of additives prevents the active absorption of moisture from the mixture by the porous base and helps to maintain low values of plastic strength of compositions up to t = 0.0067 MPa.

Keywords: dry building mix, modified diatomite, redispersible polymer powders, cellulose esters, lime.

References

1. Dergunov, S.A., Orekhov, S.A. Sukhiye stroitel'nyye smesi (sostav, tekhnologiya, svoystva) [Dry building mixes (composition, technology, properties)]: tutorial. – Orenburg: OSU, 2012. – 106 p., [in Russian].
2. Bazhenov, YU.M., Korovyakov, V.F., Denisov, G.A. Tekhnologiya sukhikh stroitel'nykh smesey [Technology of dry building mixes]: tutorial. – Moscow: ASV Publishing House, 2011. – 112 p., [in Russian].
3. Potapova, Ye. Tekhnologiya sukhikh stroitel'nykh smesey [Technology of dry building mixes]: tutorial. – Infra-Engineering, 2023. – 376 p., [in Russian].
4. Dergunov, S.A., Rubtsova, V.N. Proyektirovaniye sostava sukhikh stroitel'nykh smesey [Design of the composition of dry building mixtures]: monograph. – Orenburg: Orenburg State Educational Institution OSU, 2007. – 97 p., [in Russian].
5. German Litts (Wacker Chemie). Mineral'nyye shtukaturki sukhiye stroitel'nyye smesi, modifitsirovannyye dispersnymi poroshkami [Mineral plasters dry building mixtures modified with dispersed powders] // Materialy, predstavlennyye Vaker-Khemi GmBKH (tekhnologicheskiy tsentr stroitel'noy khimii zavoda Burgkhauzen) [Materials presented by Wacker-Chemie GmbH (technological center of construction chemistry of the Burghausen plant)], 2023. [in Russian].
6. Vasilik P.G., Golubev I.V. Primeneniye volokon v sukhikh stroitel'nykh smesyakh [Use of fibers in dry building mixtures] // Stroitel'nyye materialy [Building materials], 2002. No. 9.P. 26-27, [in Russian].
7. [?] KNAUF v Rossii i SNG [KNAUF in Russia and the CIS] // Advertising magazine. RIA “Kvartal” [RIA “Quarter”], 2023. No. 1. P. 4-18, [in Russian].
8. Meshkov P.I., Mokin V.A. Sposoby optimizatsii sostavov sukhikh stroitel'nykh smesey [Methods for optimizing the compositions of dry building mixes] // Stroitel'nyye materialy [Construction materials], 2000. No. 5.P. 12-15, [in Russian].
9. Yestemesova, A.S., Altayeva, Z.N., Yesel'bayeva, A.G. Resursosberezheniye v tekhnologiyakh proizvodstva stroitel'nykh materialov [Resource conservation in building materials production technologies]: tutorial. – Almaty: MOK, 2023. – 233 p., [in Russian].
10. Yestemesova, A.S. Tekhnologiya proizvodstva sukhikh stroitel'nykh smesey s primeneniyem stekol'nogo boya [Technology of production of dry building mixes using glass waste]: monograph. – Almaty: MOK (Kazakh Head Architectural and Construction Academy), 2019. – 109 p., [in Russian].
11. Altayeva, Z.N., Bayserikova, D., Bek, A.A. Puti regulirovaniya svoystv otdelochnykh sukhikh smesey ispol'zovaniyem diatomita v ikh sostave [Ways to regulate the

properties of finishing dry mixtures using diatomite in their composition] // Sbornik materialov XVIII yezhegodnoy Respublikanskoy nauchnoy studencheskoy konferentsii [Collection of materials of the XVIII annual Republican scientific student conference]. – Almaty: MOK, 2019. – P. 100-105, [in Russian].

12. Altayeva, Z.N., Bayserikova, D., Abdrakhmanova, L. Osobennosti tekhnologicheskikh i reologicheskikh svoystv otdelochnykh sostavov na osnove izvestkovo-diatomitovogo vyazhushchego [Features of technological and rheological properties of finishing compositions based on lime-diatomite binder] // Sbornik materialov konferentsii: Satpayevskiye chteniya – 2020: “Innovatsionnyye resheniya traditsionnykh problem: inzheneriya i tekhnologii” [Collection of conference materials: Satpayev readings - 2020: “Innovative solutions to traditional problems: engineering and technology”]. – Almaty: Satbayev University, 2020, [in Russian].
13. Kolesnikova, I.V., Yestemesova, A.S., Orynbekov, Ye.S. Sukhiye stroitel'nyye smesi na syr'yevoy baze Respubliki Kazakhstan [Dry building mixes based on the raw material base of the Republic of Kazakhstan] // Elektronnyy. II Mezhdunarodnaya konferentsiya BALTIMIX ASIA [Electronic. II International Conference BALTIMIX ASIA]. [?] 2019, [in Russian].
14. Yestemesova, A.S., Yesel'bayeva, A.G. Sposob polucheniya mineral'noy dobavki dlya betonov i stroitel'nykh rastvorov, mineral'naya dobavka, beton i stroitel'nyy rastvor s mineral'noy dobavkoy [Method for obtaining a mineral additive for concrete and mortars, mineral additive, concrete and mortar with a mineral additive] // Patent for utility model No. 2776 dated 04/09/2018, “National Institute of Intellectual Property” of the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan, [in Russian].
15. Yestemesova A.S., Yesel'bayeva A.G., Yegoshin A. Resursy stekol'nogo boya kak syr'ya dlya promyshlennosti stroitel'nykh materialov [Resources of broken glass as a raw material for the building materials industry] // Vestnik KazGASA [Bulletin of Kazakh Head Architectural and Construction Academy], 2011. No. 3-4 (41-42). P. 63-66, [in Russian].
16. Yestemesova, A.S., Yesel'bayeva, A.G. Sovremennyye energoeffektivnyye stroitel'nyye materialy, izdeliya i tekhnologii ikh proizvodstva [Modern energy-efficient building materials, products and technologies for their production]: tutorial. – Almaty: MOK (Kazakh Head Architectural and Construction Academy), 2019. – 133 p., [in Russian].
17. Yestemesova A.S., Yesel'bayeva A.G., Altayeva Z.N. Perspektivy ispol'zovaniya shungitovykh napolniteley v sukhikh stroitel'nykh smesyakh [Prospects for the use of shungite fillers in dry building mixtures] // Russian yearbook of the SSS. – 2016, [in Russian].
18. Potapov V.V., Goreyev D.S. Fiziko-khimicheskiye kharakteristiki nanokremnezema (zol', nanoporoshok) i mikrokremnezema [Physicochemical characteristics of nanosilica (sol, nanopowder) and microsilica] // Fundamental'nyye issledovaniya [Fundamental research], 2018. No. 6. P. 23-29, [in Russian].
19. Loganina V.I., Puchkov R.YU. Sukhiye smesi dlya otdelki sten zdaniy [Dry mixes for finishing the walls of buildings] // Plasticheskiye massy: sintez, svoystva, pererabotka, primeneniye [Plastics: synthesis, properties, processing, application], 2022. No. 8. P. 38-39, [in Russian].
20. Bol'shakov, Ye.A. Sukhiye smesi dlya otdelochnykh rabot [Dry mixes for finishing works] // Stroitel'nyye materialy [Construction materials], 2017. No. 7.P. 8-9, [in Russian].

МРНТИ 67.15.51

З.Н. Алтаева[1] – *основной автор,*
Е.И. Кульдеев[2], Р.Е. Нурлыбаев[3],
А.С. Естемесова[4], Е.С. Орынбеков[5]

[1]Канд. техн. наук, Ассоциированный профессор,
[2]Канд. техн. наук, профессор, [3]PhD,
[4,5]Канд. техн. наук, Ассоциированный профессор-исследователь

ORCID *[1]https://orcid.org/0000-0001-9596-0511 [4]https://orcid.org/0000-0002-1499-7994*

[1,4,5]ТОО «Международная образовательная корпорация», г. Алматы, Казахстан
[2,3]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

@ *[1]zaltaeva@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/FCAG5222

СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ДИАТОМИТА

Аннотация. В данной публикации рассматриваются возможные способы повышения физико-механических и эксплуатационных свойств лакокрасочных покрытий за счет введения минерального наполнителя, в том числе наполнителя модифицированного.

В производстве лакокрасочных материалов минеральные наполнители применяются в качестве недорогих компонентов, позволяющих снизить себестоимость продукции. Путем подбора наполнителей можно существенно улучшить такие характеристики лакокрасочных материалов, как адгезия, влагостойкость, вязкость, розлив, атмосферостойкость, механическая прочность, твердость и др.

Обозначены основные тенденции в разработке рецептур лакокрасочных материалов с применением новых типов наполнителей. Рассмотрены различные способы обработки поверхности наполнителей и их влияние на свойства лакокрасочных материалов и покрытий.

Американскими учеными представлена лакокрасочная композиция, включающая от 20 до 97% (по массе) наполнителя. Наполнитель включает по крайней мере один материал с полой структурой. Таким наполнителем может быть диатомит, цеолит или углерод.

Из источников по геолого-поисковым работам, кремнистые породы нашли широкое распространение в Актюбинской области Казахстана. В месторождениях указанных пород на поверхности выявлены кремнистые палеогеновые отложения, которые образуют многотоннажные месторождения диатомитов.

Ключевые слова: полимерный композит, лакокрасочный материал, наполнитель, модифицированный диатомит, известь, акрилатное связующее, вязкость, укрывистость, пористость.

Алтаева, З.Н. Способы улучшения свойств полимерных композитов на основе модифицированного диатомита [Текст] / З.Н. Алтаева, Е.И. Кульдеев, Р.Е. Нурлыбаев, А.С. Естемесова, Е.С. Орынбеков // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.213-228. https://doi.org/10.55956/FCAG5222

Введение. Ухудшение экологической обстановки в мире вызывает ужесточение требований не только к различным отраслям промышленности, но и к выпускаемым ими материалам, поскольку даже вновь разрабатываемые изделия не всегда являются экологически безопасными для человека и окружающей среды. Среди таких материалов немаловажную роль играют защитные полимерные покрытия. Известно [1,2], что в большинстве своем во многих сферах промышленности применяются лакокрасочные материалы (ЛКМ) на органических растворителях, которые являются токсичными для человека, что обуславливает поиск альтернативного способа защиты конструкций и сооружений. Одним из таких вариантов является использование ЛКМ на водной основе – водно-дисперсионные.

Исходя из вышесказанного, создание экологически чистых полимерных защитных композиционных материалов устойчивых к воздействию внешних факторов является одним из приоритетных направлений исследователей.

Известно, что в настоящее время наиболее распространенным и доступным способом решения данной проблемы является применение наполненных акриловых композиций на водной основе [3,4].

Большинство производителей, в качестве наполнителей используют мел, тальк и микрокальцит, не обеспечивающие достаточные защитные свойства. Как известно, важную роль при получении защитных композиционных покрытий играют модифицирующие целевые добавки и природные наполнители [5,6]. В этой связи целью данной работы являлось исследование влияния минеральных наполнителей различной природы и формы частиц на физико-механические и эксплуатационные свойства покрытий (Пк), для защиты бетонных и металлических поверхностей на основе водно-дисперсионных лакокрасочных материалов (ВД ЛКМ).

Путем подбора наполнителей можно существенно улучшить такие характеристики лакокрасочных материалов, как адгезия, влагостойкость, вязкость, розлив, атмосферостойкость, механическая прочность, твердость и др. [7,8].

Размер и форма частиц наполнителей оказывают непосредственное влияние на свойства лакокрасочных материалов и покрытий на их основе [9,10].

Среди множества классов наполнителей наиболее широкое применение в рецептурах лакокрасочных материалов находят карбонаты и силикаты. В данном обзоре рассматриваются наиболее интересные, по мнению авторов, работы, связанные с применением карбонатных и силикатных наполнителей, а также с их модифицированием [7,11].

Применение природных силикатов в качестве модификаторов или наполнителей в полимерных композиционных материалах способствует повышению газобарьерных и физико-механических свойств, а также термо- и износостойкости [12].

Среди природных материалов в качестве наполнителя в ЛКМ особый интерес представляет диатомит, или диатомовые месторождения, которые сосредоточены во всех частях света.

Диатомит представляет собой легкую, мягкую осадочную породу светлого цвета, она в основном образована из кремниевых микропанцирей водорослей разнообразной формы и размера, чаще достигая 10–200 нм в диаметре. Диатомит содержит до 80–90% пустот, имеет макропористую структуру, поры которой достигают по радиусу 4–40 мкм, что составляет ~15% суммарного объема пор, его насыпная плотность достигает ~30 г/дм^3 [13].

В настоящее время большая доля диатомита идет на изготовление фильтровальных порошков, а также применяется в качестве наполнителей в производстве бумаги, пластмасс и красок, в производстве полировочных материалов и инсектицидов [14].

В числе изобретений известен способ по получению основы композиционного антикоррозионного лакокрасочного материала по ржавчине [15] путем механоактивации и диспергации состава с пигментами-наполнителями в камере аппарата вихревого слоя ферромагнитных частиц. Механоактивация состава в камере аппарата вихревого слоя ферромагнитных частиц значительно ускоряет скорость протекания химических реакций, активацию частиц вещества за счет деформации кристаллической решетки макромолекул материала и повышения химической активности, степени диссоциации материала.

На основе вышеизложенных результатов исследований разработанные технологии имеют определенные недостатки, которые заключаются в высокой ресурсоемкости, использовании дорогостоящих добавок, что объясняет дороговизну лакокрасочных материалов, что подтверждает актуальность и целесообразность получения композитов на полимерной основе с модифицированным диатомитом (водно-дисперсионной краски на акриловом связующем) с улучшенными эксплуатационными свойствами.

Таким образом, исследование способов улучшения свойств композитов путем разработки технологии их получения на полимерной основе с модифицированным диатомитом, направленной на снижение перечня компонентов, а также снижение себестоимости продукции, улучшение эксплуатационных свойств путем применения аппарата вихревого слоя, что является актуальным и своевременным.

Условия и методы исследований. В качестве объекта исследования использовались следующие материалы.

Наполнители. Диатомит представляет собой рыхлую или слабосцементированную кремнесодержащую осадочную горную породу, состоящую преимущественно из панцирей водоросли, бывает белого, серого или розоватого цвета. Диатомиты обладают высокой равномерно распределенной пористостью, которая достигает 80-85%. Кремнезем находится в аморфном состоянии и составляет 78-95%.

Известь гидратная (известь пушонка). Известь-пушонка представляет собой мелкодисперсный порошок белого цвета, получаемая после того, как молотая известь подвергается гашению паром. Имеет толщину помола менее 0,2 мм, содержание гидратной воды – менее 1.5%, 1-2 сорта.

Связующее. Водная дисперсия «Акрэмос-115А» представляет собой дисперсию сополимера стирола и акриловых мономеров. Применяется в качестве связующего вещества в составе красок для наружной и внутренней окраски. Состав «Акрэмос-115А» не содержит органических растворителей и относится к малоопасным веществам (4-й класс опасности) [16].

Полимерная дисперсия «Arakril ADC 777» – водная дисперсия сополимера стирола и сложных эфиров акриловой кислоты с высоким сухим остатком, полученную эмульсионным методом.

Дисперсия водная обладает высокой или средней объёмной концентрацией пигмента (ОКП) и содержит более мелкие частицы сополимера (менее 0,1 мкм).

Пигмент. В работе был использован в качестве пигмента диоксид титана марки Р-02 рутильной формы (массовая доля его рутильной формы составляет

95%). Пигмент представляет собой белый плотный порошок, который нерастворим в обычных условиях в щелочах, растворах и кислотах.

Для проведения испытаний отбор проб производился по ГОСТ 9980.2 [17]. Для подготовки средней пробы к исследованиям по ГОСТ 28196 п. 4.2 [18] с поверхности удаляется пленка и далее испытуемый материал тщательно перемешивается до однородного состояния.

Установление цвета и внешнего вида пленки на образцах после испытаний по показателю «Укрывистость высушенной плёнки» проводят согласно ГОСТ 28196 п.4.3 [14]. Укрывистость высушенной пленки можно также определить двумя методами:

1. Путем нанесения материала на лабораторную карту.
2. При нанесении на стеклянную пластинку по ГОСТ 8784 раздел 1 [19].

Результаты исследований и их обсуждение. Исследуемый диатомит представляет собой тонкодисперсный порошок серо-желтоватого цвета, который был получен путем помола слегка сцементированных пород Утесайского месторождения Актюбинской области. В работе нами был изучен гранулометрический состав диатомита, приготовленного вышеуказанным способом дисперсного материала (табл. 1).

Таблица 1

Гранулометрический состав диатомита Утесайского месторождения

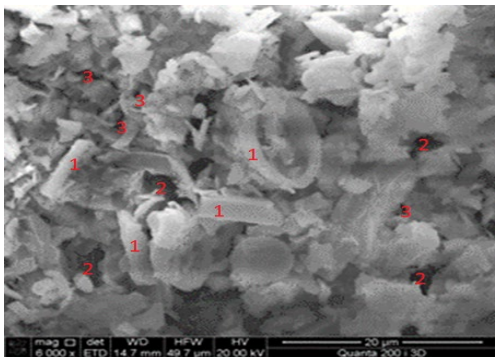
Крупность, мкм	Содержание частиц диатомита месторождений, %
0,260	0,890
0,291	5,770
0,325	13,407
0,362	23,774
0,404	23,191
0,451	14,573
0,504	9,551
0,563	4,028
0,628	1,319
0,701	1,497
0,783	0,963
0,834	0,499
0,975	0,192
1,089	0,087

Измерения проводились с помощью анализатора размеров частиц мелкодисперсных сред Shimadzu SALD-3101 с диапазоном измерений от 50 нм до 3 мм. Анализ характера распределения частиц природных диатомитов по размерам показал, что 99% от их общего количества имеет линейные размеры: 0.260-0.783 мкм. Распределение частиц по размерам близки к гауссовым – наиболее вероятные значения крупности для дисперсного материала Утесайского лежат в интервале ~ 0,350-0,410 мкм.

Таким образом, порошки исследуемого диатомита представляют собой ультрадисперсные зернистые системы, состоящие в основном из частиц субмикрометровых размеров.

В процессе исследования изучена микроструктура порошка природного диатомита Утесайского месторождения, полученное методом электронной микроскопии (рис. 1).

На рисунке 1 видны остатки створок панцирей водорослей с регулярными каналами диаметра ~ 300-500 нм, которые составляют систему жизнеобеспечения одноклеточных водорослей. На снимке также видны разнообразные по форме и размерам обломки дисперсного материала. Особенностью зернистых систем является их значительная пористость, которая достигает для природных ископаемых пород 70% и более. Пространство между частицами, неоднородность частиц аморфного диоксида кремния в виде пор, каналов, трещин нано- и сюмикрометровых размеров образуют развитую поровую структуру различных уровней, что и определяет многие свойства минеральных порошков.



1 – панцири водорослей; 2 – поры; 3 – каналы.

Рис. 1. Микрофотографии порошка природного диатомита Утесайского месторождения

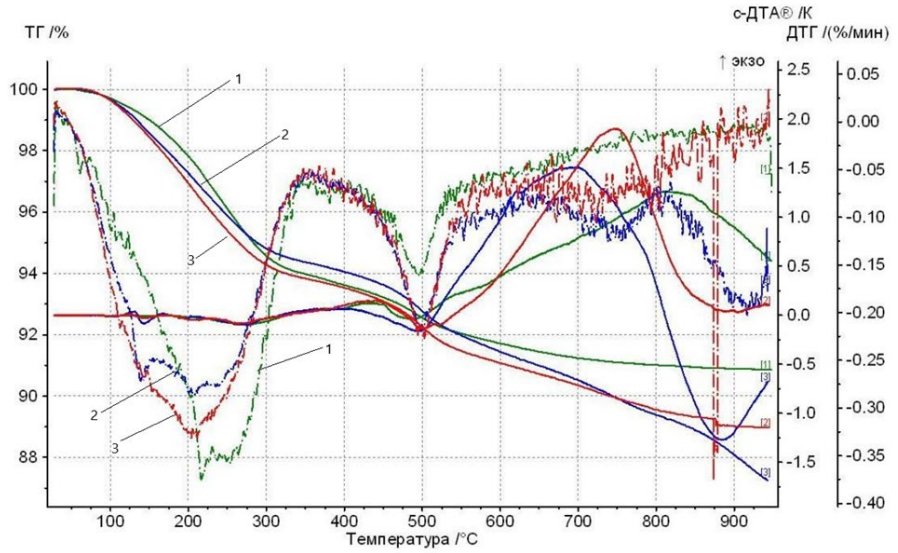
Одним из широко распространенных способов активации диатомита для использования в качестве наполнителя является термический метод, имеющий ряд положительных преимуществ. Модификацию диатомита проводили термическим методом (при температуре от 600℃ до 900℃) и было установлено, что наиболее эффективной была Т = 650℃. При температуре обжига 650℃ диатомит приобретает светлый оттенок, что позволяет применять в качестве наполнителя в водно-дисперсионных красках. С точки зрения расхода энергии термическая обработка диатомитового наполнителя при Т = 650℃ является более экономичной.

Исследования процессов, протекающих при нагревании диатомитов, проводились методом термогравиметрического анализа [20]. Эти методы позволяют изучать фазовый состав зернистой системы, процессы дегидратации, структурных изменений некоторых фаз порошкообразного вещества, физические переходы и химические реакции. На рисунке 2 приведены результаты термического анализа образцов диатомитов Утесайского, Жалпакского и Киргизского месторождений Актюбинской области. Температура при нагревании менялась от 28 до 1000℃. Со скоростью 10℃/мин. Следует отметить, что все три порошка природных диатомитов имеют сходные теплофизические характеристики. На кривой термогравиметрического анализа (ТГ) наблюдаются три ступени потери массы образцов в процессе нагревания.

Первая из них начинается сразу после начала нагрева и продолжается примерно до 350℃. При этом происходит частичная дегидратация природных

диатомитов и масса образцов уменьшается примерно на 6%. При дальнейшем нагревании в интервале температур 400-600℃ наряду с продолжающейся дегидратацией мелкомасштабных пор и поровых каналов частиц аморфного диоксида кремния, происходит интенсивное выгорание остатков органического материала в створках и обломках панцирей диатомовых водорослей, а также других примесей органогенного происхождения. Эти процессы регистрируются на диаграмме термогравиметрического анализа в виде эндотермического пика в районе 500℃. Потеря массы на данном этапе составляет примерно 2,5%.

Нагрев дисперсного материала от 600 до 1000℃ также сопровождается уменьшением массы проб диатомитов. Потеря массы наблюдается у диатомита Утесайского месторождения за весь цикл нагрева составил ~ 11%.



1 – Жалпакского, 2 – Утесайского, 3 – Кыргызского месторождений.

Рис. 2. Данные термогравиметрического анализа образцов природных диатомитов Актюбинской области

Кривые ТГ – анализа в области температур 600 – 1000℃ позволяют судить о процессах, определяемых, вероятно, структурными перестройками, происходящими в материале примесей, объективно присутствующих во всех диатомитовых породах. Это, в первую очередь, глинистые материалы, слюды, шпаты, другие кристаллические составляющие. В частности, при температуре ~ 870℃ у образца Утесайского диатомита наблюдается скачкообразное уменьшение массы, совпадающее с резким пиком кривой с ДТА, что, видимо, связано с полиморфным переходом β-кварц => α-тридимит. Аналогичные теплофизические процессы наблюдались при нагревании природных диатомитов других месторождений, а также некоторых видов микрокремнеземов. Искусственные микрокремнеземы, полученные различными методами и состоящие преимущественно из агрегированных частиц аморфного диоксида кремния при нагревании также имеют тенденцию к дегидратации поверхностей и поровых систем различных масштабов при относительно невысоких температурах - до ~ 300℃ [21].

В процессе работы также был проведен рентгенофазовый анализ порошка диатомита на дифрактометре ДРОН-6. Полученная дифрактограмма представлена на рисунке 3. Они характерны для ультрадисперсных аморфных материалов.

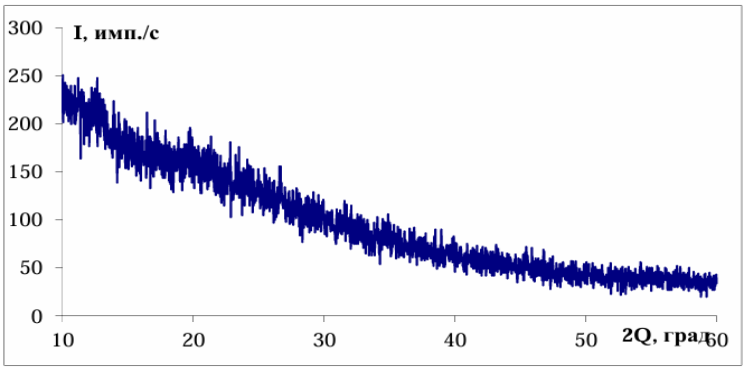


Рис. 3. Дифрактограмма порошка диатомита

Данный анализ подтвердил дифракционными данными присутствие α кристаллической фазы – кварц.

Водно-дисперсионная краска представляет собой отделочный лакокрасочный состав, главным компонентом в котором выступают синтетические полимеры, зачастую ими является смола, либо нефть. Растворителем краски выступает вода, именно поэтому материал считается экологичным, безвредным и пожаробезопасным. Особенность отделки стен водно-дисперсионной краской заключается в том, что через несколько часов после вскрытия тары с краской с поверхности вода испаряется, а твердые частицы образуют плотный непроницаемый слой, устойчивый к влаге и воздействию огня. Такой материал изготавливается в виде густой суспензии, которую при необходимости можно разводить водой до нужной консистенции. Водно-дисперсионная краска может иметь белый цвет, а может быть окрашена в самые различные оттенки. Традиционно в составе такой краски присутствуют следующие компоненты:

1. Пленкообразующие материалы (связующий элемент) – это основа краски, благодаря которой на поверхности возникает полимерная пленка, не пропускающая воду и стойкая к истиранию.

2. Красители (пигменты) – компоненты, которые придают краске определенный оттенок и отвечают за декоративность материала.

3. Наполнители – отвечают они за эксплуатационные и технические особенности краски. В качестве таких компонентов выступает кальцит, тальк, доломит, медь, мраморная крошка и т.п.

4. Специальные добавки (аддивы) придают водно-дисперсионной краске дополнительные свойства, например, отвечают за скорость высыхания состава на поверхности, ускоряют процесс диспергирования красителей и т.д.

Основной задачей исследования стоял вопрос изучения влияния модифицированного минерального природного наполнителя на характеристики водно-дисперсионного композита на полимерной основе.

Водно-дисперсионную композицию готовили следующим образом: слегка смешивали компоненты путем последовательного добавления одного компонента к другим, затем помещали полученную смесь в аппарат вихревого

слоя и перемешивали в нем в течение 1-4 минут при частоте электрического тока в обмотках аппарата 50 Гц.

План экспериментального исследования представили в таблице 2.

В качестве прототипа рассматривали водно-дисперсионную краску ВД-АК-111. В таблице 3 приведены нормируемые показатели основных характеристик водно-дисперсионных композиций.

Таблица 2

План экспериментального исследования

№ опыта	Компоненты в, масс.ч.			
	известь-пушонка	диатомит	полимерное связующее	диоксид титана
2	0	40	10	10
3	25	10	10	15
4	12	20	15	13
8	6,67	13,33	20	16
12	20	5	25	10

Таблица 3

Нормируемые требования к водно-дисперсионной краске ВД-АК-111соответственно ГОСТу 28196-89

Наименование показателя	Значение показателя
Внешний вид краски	Густая тиксотропная масса без посторонних включений
Массовая доля нелетучих веществ, %	53-58
Сухой остаток, %	65,5
Укрывистость высушенной пленки, по предварительно загрунтованной поверхности, г\м^2, не более	170,5
Модуль упругости, МПа	1,2 ±0,3
Плотность, г/см^3	1,66
Прочность при разрыве, МПа, не менее	2,3
Вязкость, сП*	10500-11200
Степень перетира, мкм, не более	40

Проведены комплексные исследования влияния модифицированного диатомита в водно-дисперсионном композите, предназначенном для внутренних работ отделочных, на некоторые нормируемые показатели качества краски в зависимости от составов компонентов и полученные результаты отражены в таблице 4.

Добавление диатомита в композит осуществлялось непосредственно в процессе смешивания компонентов в диспергирующей установке. При этом исследование свойств композита производилось в два этапа: непосредственно сразу после смешения и приготовления композита, а также через 2 месяца месяца хранения композита на складе. Последнее исследование обусловлено необходимостью оценки влияния степени коагуляции диатомита на свойства композита (табл. 5).

Таблица 4

Результаты исследований введения диатомита и времени смешивания водно-дисперсионного композита

Способ введения датомита в композит		Кол-во диатомита, масс.ч.	Укрывистость, г/м^3	Вязкость, сП	Сухой остаток,%	Плотность, г/см^3
В процессе смешивания, мин	1	20	170,3	11500	65,5	1,66
	2	10	165,7	12100	65,5	1,66
	3	40	181,3	11400	66,0	1,66
	4	13	168,5	11700	60,0	1,66
Смесь CaO+диатомит, мин	1	5	155,26	11980	65,5	1,66
Нормируемые параметры			170,5	10500-11200	65,5	1,66

Таблица 5

Результаты исследований введения диатомита в водно-дисперсионный композит через 2 месяца

Вид испытания свойств	Вязкость, сП	Сухой остаток, %	Укрывистость, г/м^3	Плотность, г/см^3
Сразу после добавления диатомита в композит	15780	65,5	175	1,66
После хранения образца приготовленного композита с диатомитом	11890	65,0	175	1,65
Нормируемые параметры	10300	65,5	170.5	1,66

Наблюдается значительное повышение вязкости и укрывистости композита. Укрывистость при введении диатомита повышается незначительно и находится практически в нормируемых пределах. Незначительное повышение вязкости водно-дисперсионных композитов в процессе производства при сохранении остальных параметров является положительным, т.к. позволяет для снижения вязкости композита разбавлять ее водой для обеспечения нормируемого качества, что, приводит к удешевлению производства и повышению эффективности.

В таблице 6 приведены составы водно-дисперсионных композиций для изучения физико-механических свойств.

Таблица 6.

Составы водно-дисперсионных композиций

№ состава	Компоненты в, масс. %			
	известь - пушонка	диатомит	полимерное связующее	диоксид титана
Составы без пигмента				
1	4	0	1	0
2	3	1	1	0
3	2	2	1	0
Составы с содержанием пигмента				
4	4	0	1	1
5	3	1	1	1
6	2	2	1	1

Из разработанных водно-дисперсионных материалов были получены покрытия и свободные пленки. Время высыхания покрытий до степени 3 при температуре (20±2)°С составляет 1 ч и не изменяется при введении МД (табл. 7).

Таблица 7.

Физико-механические и эксплуатационные свойства пленок и покрытий на основе композиций полимерного связующего, модифицированных диатомитов

Показатели	Значения для композита с содержанием модифицированного диатомита, % мас.		
	0	1	2
Без пигмента			
Модуль упругости. МПа	0,65±0.1	2,1±0,3	2,93±0,8
Прочность при разрыве, МПа	5,0±0,7	5,15±0,4	4,9±0,4
Относительное удлинение при разрыве, %	616±79	378±43	308±46
С пигментом			
Модуль упругости, МПа	1,2 ±0,3	6,5±2,5	8,3±3,2
Прочность при разрыве, МПа	2,7±0,4	2,9±0,3	3,1±0,3
Относительное удлинение при разрыве, %	415,5±90	283±70	162±60
Укрывистость.г/м^2, не более	81,3	83,5	83,0
Твердость. усл. ед,	0,21	0,23	0,25
Водопоглощение, %	77,4	66,5	32,4

Модифицирование диатомитом обеспечивает значительное повышение модуля упругости пленок композитов без снижения разрывной прочности, что свидетельствует о высокой адгезионной прочности на межфазной границе «полимер – МД» и, соответственно, о хорошей совместимости их. Также обеспечивается адгезионное упрочнение как без пигмента, так и с пигментом, МД в образце с пигментом не приводит к снижению укрывистости лакокрасочного материала. Покрытия обладают повышенной твердостью, что предположительно обусловлено упорядочением полимерных цепей вблизи алюмосиликатной поверхности, которое часто можно наблюдать в случае хорошей совместимости полимера и высокодисперсного наполнителя, формирующийся граничный слой полимера характеризуется повышенными физико-механическими свойствами по сравнению с полимером в объеме.

Особенности структурообразования. В процессе структурообразования особая роль отводится наполнителям, содержащимся в композиции. Известно, что твердение гидратной извести является карбонатным и обусловлено одновременным протеканием двух процессов: кристаллизации гидрата окиси кальция из насыщенного водного раствора и образования карбоната кальция.

У диатомитов, которые характеризуются значительным содержанием глинистых и песчаных примесей и пониженной активностью, после обжига при 600-800°С увеличивается активность при взаимодействии с гидратом окиси кальция и водой. Это объясняется тем, что при 600-800°С глинистые вещества обезвоживаются до метакаолинита, который характеризуется повышенной реакционной способностью. Образование гидросиликатов и гидроалюминатов кальция обуславливает набор прочности смесей извести с диатомитом и таким образом способствует повышению прочности полимерной композиции.

Известно, что обжиг приводит к изменению химии поверхности дисперсных кремнеземов и возрастанию ее реакционной способности за счет увеличения количества активных центров. Поверхность дисперсных материалов отличается от объема повышенным энергетическим потенциалом, наличием избыточной поверхностной энергии, и многие процессы протекают самопроизвольно именно на ее активных центрах. Характер энергетической неоднородности поверхности материала определяет ее химические свойства, конкретизируя при этом спектр активных поверхностных центров. Состав и реакционная способность поверхности твердого вещества зависит от формы и размера частиц образца, пористости, структурной и кристаллографической модификации, природы и содержания примесей в объеме и на поверхности, температуры активации и т.п.

Изменение реакционной способности наполнителя оценивали по изменению жесткости воды над поверхностью диатомита. Для этого исследовали количество извести, адсорбированной на поверхности диатомита из насыщенного раствора $Ca(OH)_2$. Косвенно количество адсорбированной извести оценивали по изменению жесткости воды. Для сравнения в качестве наполнителя применяли опоку. В таблице 8 приведены данные по жесткости воды.

Таблица 8

Жесткость воды над поверхностью диатомита

Температура обжига диатомита, °С	Жесткость воды, мг-экв/дм
20	19,1
200	18,9
300	18,7
650	13,6
опока (20)	19,8

Анализ данных, приведенных в таблице 8 показывает, что термообработка диатомита приводит к увеличению числа активных центров па поверхности. Об этом свидетельствуют данные по уменьшению жесткости воды, вызванной увеличением количества $Ca(OH)_2$, адсорбированного на наполнителе. Так, жесткость воды над поверхностью необожженного диатомита составила 19,1 мг-экв/дм^3, термическая активация диатомита при температуре 650°С уменьшила жесткость воды до 13,6 мг-экв/дм^3. Наименьшее количество извести, адсорбированной из насыщенного раствора $Ca(OH)_2$ зафиксировано на поверхности опоки (жесткость воды составила 19,8 мг-экв/дм^3). Жесткость исходной известковой воды составляла 38 мг-экв/дм^3.

Таким образом, модификация водных дисперсий кремнеземистым активированным диатомитом способствует устранению основных недостатков материалов и покрытий на основе акрилатного связующего – низкой водостойкости и невысоких физико-механических характеристик. Небольшая стоимость модифицированного диатомита, простота введения в водно-дисперсионные материалы, возможность регулирования реологических свойств дисперсии и достигаемое улучшение характеристик модифицированных покрытий обусловливают перспективность практического применения модифицированных активированным диатомитом водно-дисперсионных материалов, в том числе лакокрасочных материалов на основе акрилатового полимера.

Заключение. Результаты проведенных исследований позволили сформулировать следующие основные выводы.

1. Модификация водных дисперсий кремнеземистым активированным диатомитом способствует устранению основных недостатков материалов и покрытий на основе акрилатного связующего – низкой водостойкости и невысоких физико-механических характеристик. Небольшая стоимость модифицированного диатомита, простота введения в водно-дисперсионные материалы, возможность регулирования реологических свойств дисперсии и достигаемое улучшение характеристик модифицированных покрытий обусловливают перспективность практического применения модифицированных активированным диатомитом водно-дисперсионных материалов, в том числе лакокрасочных материалов на основе акрилатового полимера.

2. Введение диатомита в водно-дисперсионный композит особо не изменил такие нормативные показатели качества как плотность и сухой остаток.

3. При добавлении диатомита наблюдается значительное повышение вязкости и укрывистости композита. Укрывистость, как один из основных показателей качества композита при введении диатомита повышается очень незначительно и находится практически в нормируемых пределах. Следует отметить, что незначительное повышение вязкости водно-дисперсионных композитов в процессе производства при сохранении остальных параметров является положительным, т.к. позволяет для снижения вязкости композита разбавлять ее водой для обеспечения нормируемого качества.

4. Термическая активация диатомита путем обжига при 650°С увеличивает его активность при взаимодействии с гидратом окиси кальция и водой. Это объясняется тем, что при термообработке глинистые вещества обезвоживаются до метакаолинита, который характеризуется повышенной реакционной способностью. Образование гидросиликатов и гидроалюминатов кальция обуславливает повышение и улучшение физико-механических показателей водно-дисперсионной лакокрасочной композиции, таких как адгезия, когезия, водопоглощение, укрывистость.

Проведенный комплекс исследований позволил определить характер влияния вводимых в водно-дисперсионные композиты минерального природного наполнителя на изменение нормативных показателей композитов, что дает возможность формирования нового комплекса свойств ВДК с одновременным повышением эффективности процесса их промышленного производства.

Таким образом, использование в качестве наполнителя водно-дисперсионного композита диатомита в оптимальных соотношениях позволяет получить составы с требуемой укрывистостью и массовой долей нелетучих веществ, что подтверждает целесообразность использования минерального наполнителя Актюбинского месторождения для производства водно-дисперсионных красок.

Список литературы

1. Скороходова, О.Н. [?] // Лакокрасочная промышленность. – 2013. – №4. – С. 14-15.
2. Скороходова О.Н. [?] // Лакокрасочная промышленность. – 2012. – №4. – С. 10.
3. Павлов Е.А. [?] // Лакокрасочная промышленность. – 2012. – №10. – С. 20-23.
4. Saucy D. [?] / D. Saucy, P. Storme //Лакокрасочная промышленность. – 2013. – №3. – С. 18-20.
5. Медведева, Г.А. [?] / Г.А. Медведева, Р.Т. Ахметова, Ю.Н. Пятко, В.Ф. Строганов, В.А. Ефимова // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15. – №21. – С. 71-74.
6. Катнов, В.Е. [?] / В.Е. Катнов, С.Н. Степин, Р.Р. Мингалиева, П.В. Гришин // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15. – №7. – С. 95-96.
7. Власова, И.Н. Правильный наполнитель – правильная краска [] / И.Н. Власова // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2012. – №6. – С. 27-29.
8. Розенфельд, И.Л. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями [] / И.Л. Розенфельд, Ф.И. Рутинштейн, К.А. Жигалова. – М.: Химия, 1987. – 224 с.
9. Кузнецова, В.А. Износостойкое лакокрасочное покрытие с квазикристаллическим наполнителем [] / В.А. Кузнецова, И.С. Деев, В.Г. Железняк, А.А. Силаева // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. – 2018. – №3 (63). – С. 08.
10. Кузнецова, В.А. Тенденции развития в области эрозионностойких покрытий (обзор) [] / В.А. Кузнецова, Г.Г. Шаповалов // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. – 2018. – №11 (71). – С. 09.
11. Строганов, В.Ф. Влияние минеральных наполнителей с различной геометрической формой частиц в водно-дисперсионных акриловых защитных покрытиях и герметиках на адгезионные свойства к бетонным и металлическим поверхностям [] / В.Ф. Строганов, М.О. Амельченко // Сб. тр. Междунар. науч.-технич. конф. «Современные достижения в области клеев, герметиков. Материалы, сырье, технологии». – Дзержинск, 2013. – С. 165-167.
12. Ямалеева, Е.С. Изучение совместного действия волластонита, обработанного гексадецилтриметиламмоний бромидом, и высокомолекулярного модификатора с ангидридными группами в резинах на основе СКИ-3 [] / Е.С. Ямалеева, Е.Н. Черезова, Е.М. Готлиб // Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18. – №15. – С. 15-17.
13. Korunic Z. Diatomaceous Earths, a Group of Natural Insecticides // J. Stor. Prod. Res., 1998. Vol. 34. P. 87-97.
14. Aytas S., Akyil S., Aslani M.A.A., Aytekin U. Removal of Uranium from Aqueous Solution by Di atomite (Kieselguhr) // J. Radioanal. Nucl. Chemi., 1999. Vol. 240(3). P. 973-976.
15. [?] RU 2406733, кл. C08H 6/00, C09D 197/02, C09D 5/08, опубл. 20.12.2010 г.
16. Акрэмос-115А [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ecochemical.biz/catalog/acrylic-dispersions/dispersii-dlya-lkm/59-production/137-acremos-115A
17. ГОСТ 9980.2-2014 Материалы лакокрасочные и сырье для них. Отбор проб, контроль и подготовка образцов для испытаний []. – Введ. 2016-03-01. – Москва:Стандартинформ, 2016. – 19 с.
18. ГОСТ 28196-89 Краски водно-дисперсионные. Технические условия []. – Введ. 1991-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 10 с.
19. ГОСТ 8784-75 (СТ СЭВ 5904-75) Материалы лакокрасочные. Методы определения укрывистости []. – Введ. 1989-01-01. – Москва. ИПК Издательство стандартов, 2002. – 9 с.
20. Диатомит – кремнийсодержащий материал для стекольной промышленности. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.strominn.ru/site.aspx?IID=2551160&SECTIONID=912450

21. Уэндландт, У. Термические методы анализа [] / У. Уэндландт. – М.: Мир, 1978. – 527 с.

Исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан и проводилось в рамках проекта BR 21882292 по теме: «Интегрированное развитие устойчивой строительной отрасли: инновационные технологии, оптимизация производства, эффективное использование ресурсов и создание технологического парка» по программе «Программно-целевого финансирования научной и/или научно-технической деятельности на 2023-2025 года».

Материал поступил в редакцию 04.06.24.

З.Н. Алтаева[1], Е.И. Кульдеев[2], Р.Е. Нурлыбаев[2], А.С. Естемесова[1], Е.С. Орынбеков[1]

[1]«Халықаралық білім беру корпорациясы» ЖШС, Алматы қ., Казақстан
[2]К.И. Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Казақстан

МОДИФИЦИРЛЕНГЕН ДИАТОМИТ НЕГІЗІНДЕГІ ПОЛИМЕРЛІК КОМПОЗИТТЕРДІҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЖАҚСАРТУ ЖОЛДАРЫ

Аңдатпа. Бұл басылымда минералды толтырғышты, оның ішінде модификацияланған толтырғышты енгізу арқылы бояу және лак жабындарының физикалық, механикалық және пайдалану қасиеттерін арттырудың ықтимал жолдары қарастырылады.

Бояулар мен лактар өндірісінде өндіріс шығындарын азайту үшін арзан компоненттер ретінде минералды толтырғыштар қолданылады. Толтырғыштарды таңдау арқылы бояулар мен лактардың адгезия, ылғалға төзімділік, тұтқырлық, құю, ауа-райына төзімділік, механикалық беріктік, қаттылық және т.б. сияқты сипаттамаларын айтарлықтай жақсартуға болады.

Толтырғыштардың жаңа түрлерін пайдалана отырып, бояулар мен лактардың құрамдарын дамытудың негізгі тенденциялары көрсетілген. Толтырғыштардың бетін өңдеудің әртүрлі әдістері және олардың бояулар мен жабындардың қасиеттеріне әсері қарастырылады.

Американдық ғалымдар 20-дан 97% (салмағы бойынша) толтырғышты қамтитын бояу-лак композициясын ұсынды. Толтырғышқа қуыс құрылымы бар кем дегенде бір материал кіреді. Мұндай толтырғыш диатомит, цеолит немесе көміртекті болуы мүмкін.

Геологиялық барлау деректері бойынша Қазақстан Республикасының Ақтөбе облысының шегінде кремнийлі жыныстар кең таралған. Аймақтар бетінің көп бөлігін диатомиттердің көптеген шөгінділерін құрайтын кремнийлі палеоген шөгінділері алып жатыр.

Тірек сөздер: полимерлі композит, лак-бояу материалы, толтырғыш, модификацияланған диатомды топырақ, әк, акрилатты байланыстырғыш, тұтқырлық, жасыру қабілеті, кеуектілік.

Z.N. Altaeva[1], E.I. Kuldeev[2], R.E. Nurlybaev[2], A.S. Yestemessova[1], E.S. Orynbekov[1]

[1]LLP "International Educational Corporation", Almaty, Kazakhstan
[2]Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satbayev, Almaty, Kazakhstan

WAYS TO IMPROVE THE PROPERTIES OF POLYMER COMPOSITES BASED ON MODIFIED DIATOMITE

Abstract. This publication discusses possible ways to increase the physical, mechanical and operational properties of paint and varnish coatings by introducing a mineral filler, including a modified filler.

In the production of paints and varnishes, mineral fillers are used as inexpensive components to reduce production costs. By selecting fillers, it is possible to significantly improve such characteristics of paints and varnishes as adhesion, moisture resistance, viscosity, pouring, weather resistance, mechanical strength, hardness, etc.

The main trends in the development of formulations of paints and varnishes using new types of fillers are outlined. Various methods of treating the surface of fillers and their influence on the properties of paints and coatings are considered.

American scientists have presented a paint and varnish composition that includes from 20 to 97% (by weight) of filler. The filler includes at least one material with a hollow structure. Such a filler can be diatomite, zeolite or carbon.

According to geological prospecting data, siliceous rocks within the Aktobe region of the Republic of Kazakhstan are widespread. Most of the surface of the areas is occupied by siliceous Paleogene deposits, forming numerous deposits of diatomites.

Keywords: polymer composite, paint and varnish material, filler, modified diatomaceous earth, lime, acrylate binder, viscosity, hiding power, porosity.

References

1. Skorokhodova, O.N. [?] // Lakokrasochnaya promyshlennost' [Paint and Varnish Industry], 2013. No. 4. P. 14-15, [in Russian].
2. Skorokhodova, O.N. [?] // Lakokrasochnaya promyshlennost' [Paint and Varnish Industry], 2012. No.4. P. 10, [in Russian].
3. Pavlov, Ye.A. [?] // Lakokrasochnaya promyshlennost' [Paint and Varnish Industry], 2012. No.10. P. 20-23, [in Russian].
4. Saucy D., Storme P. [?] //Lakokrasochnaya promyshlennost' [Paint and Varnish Industry], 2013. No.3. P. 18-20, [in Russian].
5. Medvedeva G.A., Akhmetova R.T., Pyatko YU.N., Stroganov V.F., Yefimova V.A. [?] // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Kazan Technological University], 2012. Vol. 15. No. 21. P. 71-74, [in Russian].
6. Katnov V.Ye., Stepin S.N., Mingaliyeva R.R., Grishin P.V. [?] // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Kazan Technological University], 2012. Vol. 15. No.7. P. 95-96, [in Russian].
7. Vlasova I.N. Pravil'nyy napolnitel' – pravil'naya kraska [The right filler - the right paint] // Lakokrasochnyye materialy i ikh primeneniye [Paints and varnishes and their application], 2012. No.6. P. 27-29, [in Russian].
8. Rozenfel'd, I.L., Rutinshteyn, F.I., Zhigalova, K.A. Zashchita metallov ot korrozii lakokrasochnymi pokrytiyami [Protection of metals from corrosion with paint and varnish coatings]. – Moscow: Chemistry, 1987. – 224 p., [in Russian].
9. Kuznetsova V.A., Deyev I.S., Zheleznyak V.G., Silayeva A.A. Iznosostoykoye lakokrasochnoye pokrytiye s kvazikristallicheskim napolnitelem [Wear-resistant paint and varnish coating with a quasi-crystalline filler] // Trudy VIAM: elektron.

nauch.-tekhnich. zhurn. [Proceedings of VIAM: electronic scientific and technical journal], 2018. No.3 (63). P. 08, [in Russian].

10. Kuznetsova V.A., Shapovalov G.G. Tendentsii razvitiya v oblasti erozionnostoykikh pokrytiy (obzor) [Development trends in the field of erosion-resistant coatings (review)] // Trudy VIAM: elektron. nauch.-tekhnich. zhurn. [Proceedings of VIAM: electronic scientific and technical journal], 2018. No.11 (71). P. 09, [in Russian].
11. Stroganov V.F., Amel'chenko M.O. Vliyaniye mineral'nykh napolniteley s razlichnoy geometricheskoy formoy chastits v vodno-dispersionnykh akrilovykh zashchitnykh pokrytiyakh i germetikakh na adgezionnyye svoystva k betonnym i metallicheskim poverkhnostyam [Effect of mineral fillers with different geometric shapes of particles in water-dispersed acrylic protective coatings and sealants on adhesion properties to concrete and metal surfaces] // Sb. tr. Mezhdunar. nauch.-tekhnich. konf. “Sovremennyye dostizheniya v oblasti kleyev, germetikov. Materialy, syr'ye, tekhnologii” [Collection of Int. sci.-tech. conf. “Modern achievements in the field of adhesives, sealants. Materials, raw materials, technologies”]. – Dzerzhinsk, 2013. – P. 165-167, [in Russian].
12. Yamaleyeva Ye.S., Cherezova Ye.N., Gotlib Ye.M. Izucheniye sovmestnogo deystviya vollastonita, obrabotannogo geksadetsiltrimetilammoniy bromidom, i vysokomolekulyarnogo modifikatora s angidridnymi gruppami v rezinakh na osnove SKI-3 [Study of the combined action of wollastonite treated with hexadecyltrimethylammonium bromide and a high-molecular modifier with anhydride groups in rubbers based on SKI-3] // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Technological University], 2015. Vol. 18. No.15. P. 15-17, [in Russian].
13. Korunic Z. Diatomaceous Earths, a Group of Natural Insecticides // J. Stor. Prod. Res., 1998. Vol. 34. P. 87-97.
14. Aytas S., Akyil S., Aslani M.A.A., Aytekin U. Removal of Uranium from Aqueous Solution by Di atomite (Kieselguhr) // J. Radioanal. Nucl. Chemi., 1999. Vol. 240(3). P. 973-976.
15. [?] RU 2406733, kl. S08N 6/00, C09D 197/02, C09D 5/08, published 20.12.2010.
16. Akremos-115A [Electronic resource]. – Access mode: http://www.ecochemical.biz/catalog/acrylic-dispersions/dispersii-dlya-lkm/59-production/137-acremos-115A
17. GOST 9980.2-2014 Materialy lakokrasochnyye i syr'ye dlya nikh. Otbor prob, kontrol' i podgotovka obraztsov dlya ispytaniy [Paints and varnishes and raw materials for them. Sampling, control and preparation of samples for testing]. – Introduced. 2016-03-01. – Moscow:Standartinform, 2016. – 19 p., [in Russian].
18. GOST 28196-89 Kraski vodno-dispersionnyye. Tekhnicheskiye usloviya [Water-dispersion paints. Specifications]. – Introduced. 1991-07-01. – Moscow: Standartinform, 2007. – 10 p., [in Russian].
19. GOST 8784-75 (ST SEV 5904-75) Materialy lakokrasochnyye. Metody opredeleniya ukryvistosti [Paints and varnishes. Methods for determining hiding power]. – Introduced. 1989-01-01. – Moscow. IPC Publishing House of Standards, 2002. – 9 p., [in Russian].
20. Diatomite – a silicon-containing material for the glass industry. [Electronic resource]. – Access mode: http://www.strominn.ru/site.aspx?IID=2551160&SECTIONID=912450, [in Russian].
21. Uendlandt, U. Termicheskiye metody analiza [Thermal methods of analysis]. – Moscow: Mir, 1978. – 527 p., [in Russian].

МРНТИ 67.15.39

Р.У. Нурымбетова[1] – *основной автор,*
Р.А. Ристaвлетов[2], Э.Н. Калшабекова[3],
С.Т. Дуйсенбаева[4], Р.Б. Кудабаев[5]

[1]*Докторант,* [2,4]*Канд. техн. наук, доцент,*
[3]*Канд. техн. наук, профессор,* [5]*PhD, ст. преподаватель*

ORCID [1]*https://orcid.org/0000-0002-5644-6410* [2]*https://orcid.org/0000-0001-7106-6611*
[3]*https://orcid.org/0000-0001-9941-688X* [4]*https://orcid.org/0009-0009-4031-370X*
[5]*https://orcid.org/0000-0003-3482-8423*

[1,2,3,5]*Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан*
[4]*Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан*

@ [1]raushan.nurymbetova.84@bk.ru

https://doi.org/10.55956/ZSJC3549

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ СВИНЦОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. В данной статье представлены материалы исследований направленные на разработку технологии по утилизации свинцовых шлаков АО Южполиметалл с целью использования их в качестве мелкого заполнителя и минеральных добавок для бетонов с заданными эксплуатационными свойствами. Результатами физико-химических исследований установлено наличие в свинцовых отходах кальцита, кварцита, доломита, железистых соединений для использования в виде заполнителей и минеральных добавок для бетонов. Определено, что при частичной замене на 50% природного сырья заполнителями на основе свинцовых отходов марочная прочность бетона повышается на 13,3%, чем у контрольного состава, установлено, что именно составы с 50% заменой природного заполнителя на свинцовые отходы показывают самые высокие прочностные характеристики. При полной замене заполнителей на данные отходы прочность бетона на сжатие снижается. Получены тяжелые бетоны прочностью на сжатие до 58,6 МПа, но в связи с тем, что в исследуемых отходах свинцового производства содержатся до 33% железистых соединении, до 5% оксидов меди, цинка и бария целесообразно применение свинцовых шлаков в качестве заполнителей после извлечения из нее металлов.

Ключевые слова: тяжелый бетон, свинцовые отходы, заполнители, утилизация отходов.

Нурымбетова, Р.У. Возможности применения отходов свинцового производства в производстве строительных материалов [Текст] / Р.У. Нурымбетова, Р.А. Ристaвлетов, Э.Н. Калшабекова, С.Т. Дуйсенбаева, Р.Б. Кудабаев // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.229-239. https://doi.org/10.55956/ZSJC3549

Введение. В Казахстане в связи с ростом добычи и переработки минерального сырья образовались огромные количества промышленных отходов. На предприятиях горнопромышленного производства в отвалах и

хвостохранилищах находится более 20 миллиардов тонн техногенных минеральных образований, ежегодно образуется около 700 миллионов тонн техногенных отходов, а переработка их не достигается даже 10% [1].

Актуальность проблемы утилизации техногенных отходов промышленности в настоящее время связана как с обострением общего экологического кризиса в мире, так и возрастанием дефицита природных ресурсов. В странах СНГ ежегодно перерабатывается всего около 20% техногенных отходов несмотря на то, что многие отходы по своему составу и свойствам близки к природному сырью, тогда как в мире этот показатель достигает 85-90% [2,3].

Анализ практики переработки и применения горнопромышленных отходов показывают, что техногенные отходы не могут быть использованы из-за нерентабельности их переработки и из за несовершенства технологии их вторичного применения, хотя по своей ресурсной ценности отходы горнодобывающей, горно-перерабатывающей, металлургической, топливно-энергетической отраслей являются перспективным, заскладированным и постоянно пополняемым минеральным сырьем техногенного происхождения [4], и наибольшие объемы их утилизации приходятся на вскрышные и вмещающие породы предприятий черной и цветной металлургии, которые используются для получения щебня, гравия, песка для дорожных покрытий, для отсыпки дамб хвостохранилищ, рекультивации нарушенных земель и т.д [5].

Только на юге Казахстана имеются огромные запасы отходов, потенциально пригодных для применения, один из которых металлургические отходы шлак свинцового производства АО «Южполиметалл» – 2,3 млн тонн [6] и по масштабам загрязнения тяжелыми металлами город Шымкент и ближлежащие районы Туркестанской области входит в число экологически неблагополучных территорий Казахстана, основным и опасным загрязнителем здесь является свинец, «поставляемый» свинцовыми отходами.

Химическим методом анализа установлено, что среднее содержание токсичных металлов в шлаках свинцового производства составляет в (%): свинца – 2-2,7; цинка – 9,5-10,3; меди – 0,9-1,1; железа – 25,0-25,6; оксида кремния – 24,3-25,0; оксида кальция – 16,0-16,4; оксида калия – 1,0-1,8; серы – 1,0-1,7 и влаги до 3% от общего веса проб. [7].

Исследованиями авторов [8] определено что, свинцовые отходы содержат большое количество тяжелых металлов, что не позволяет использовать их в производстве шлакопортландцементов. Однако портландцементный клинкер способен к физико-химическим взаимодействиям с тяжелыми металлами с образованием водонерастворимых соединений и их закупориванием в «капсуле» из продуктов гидратации.

Результаты исследовании показывают что шлаки свинцового производства содержат до 75-85% оксидов железа, кальция и кремния, поэтому прямое применение свинцовых отходов в производстве строительных материалов нецелесобразно. После извлечения цветных металлов шлаки можно использовать в производстве цемента, строительных материалов и установке тротуарных плиток [9].

Для получения свинца и его сплавов из техногенных отходов, в котором свинец содержится в виде оксидах, сульфатах, сульфидах и других соединениях, в мировой практике используются в основном пирометаллургические методы [10,11].

Специалисты предлагают извлечь из «свинцового» шлака цветные металлы путем хлоридовозгоночного метода. При температуре около 1100-1200°С начинается отгонка всех цветных металлов, это: серебро, золото, цинк, свинец, а оставщиеся силикатсодержащие отходы переработать в стройматериалы [12].

Таким образом, свинцовые отходы АО «Южполиметалл» имеют определенную ценность. В нем содержится много полезных компонентов для черной и цветной металлургии, кроме того их можно использовать в качестве минерального сырья для строительной промышленности, в дорожном, гидравлическом и других видах строительства. Разработка этих отходов позволит не только расширить минерально-сырьевую базу, получать больше продукции, но и снизить загрязнение окружающей среды, но самым экономическим и эффективным методом для уменьшения отрицательного влияния отвалов на экологическую обстановку города является его дальнейшая переработка с получением целевых продуктов, и последующим применением оставшиеся отходов в производстве строительных материалов и изделий.

Условия и методы исследований. Рентгенодифрактометрический анализ отхода Шымкентского свинцового завода идентифицировал наличие минералов $CaCO_3$ (карбонат кальция) d=(3,849-3,029-2,49-2,29-2,089-1,912A°), SiO_2 (кварцит) d=(4,24-3,34-2,45-2,12-1,82-1,52A°), $CaMg(CO_3)_2$ (доломит) d=(2,883-2,22-1,84A°). Результаты анализа приведены на рисунке 1.

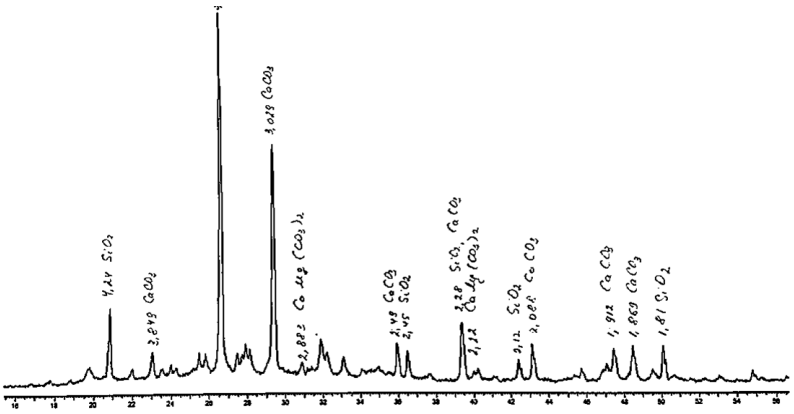


Рис. 1. Рентгенодифрактометрический анализ отхода Шымкентского свинцового завода

Для определения химического состава шлаков свинцового производства были проанализированы результаты растровой электронной микроскопии выполненные на растровом электронном микроскопе (РЭМ) JEOL-6490 LV. Рентгенодифрактометрический анализ и структурным анализом существует разница, дело в том что карбонат кальция, кварцит и доломит находятся в криталлической решетке, а оксиды железа, меди, цинка и бария находятся в качестве примесей в аморфной и стекловидной фазе. О чем свидетельствует РЭМ в котором видна кристаллы доломита, кварцита и кварца, а между ними аморфная фаза (рис. 2).

Элемент	Весовой, %	Оксид	Весовой, %
C	7.20	-	-
O	36.98	-	-
Mg	1.87	MgO	3.10
Al	2.81	Al_2O_3	5.31
Si	10.00	SiO_2	21.39
S	1.25	-	-
K	0.65	K_2O	0.78
Mn	0.45	MnO	0.58
Fe	22.83	Fe_2O_3	32.65
Cu	2.27	CuO	2.84
Zn	3.92	ZnO	4.88
Ba	2.22	BaO	2.48
Итоги	100.00		

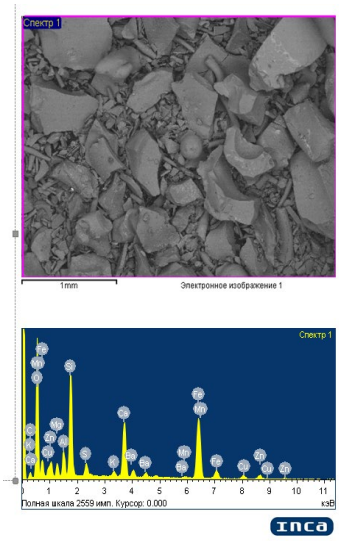


Рис. 2. Распределение элементов по результатам электронной микроскопии отходов свинцового производства

Приведены результаты дифференциально-термического анализа отхода свинцового производства на дериватографе Q 1500 D (Demo) системы L.Erdey в воздушной среде, в диапазоне температур от 20 до1000°С, режим нагрева – динамический (dT/dt = 10), эталонное вещество – прокаленный Al_2O_3, навеска пробы – 500 мг с ценой деления шкалы изменения веса образца – 500 μV. При исследованиях выявились следующие параметры: чувствительность весов 100 мг, чувствительность прочих измерительных систем прибора: DTA = 250 μV, DTG = 500 μV, TG = 500 μV T = 500 μV. Используемый метод основан на регистрации прибором изменений термохимических и физических параметров вещества, которые могут быть вызваны в процессе его нагревания. Термохимическое состояние пробы описываются кривыми: T (температурной), DTA (дифференциальной термоаналитической), TG (термогравиметрической) и DTG (дифференциальной термогравиметрической), последняя кривая является производной от TG–функции.

Основные термохимические параметры, полученные при термической обработке испытываемого свинцового шлака, позволили выявить характер деструкций термически активных компонентов. Идентификация состава порошковой пробы проводили по морфологиям термических кривых и полученных численных значений интенсивностей эндо – и экзотермических эффектов, с использованием сопряженных с ними термогравиметрических показаний TG – линий. Результаты анализа с описаниями термического поведения мономинеральных проб, изложенных в других справочных источниках и накопленных в банке данных лаборатории, проводившей эти исследования. Образец шлака в режиме динамического нагревания на (DTA-, DTG- и TG-) кривых в разных интервалах температур оставил серию эффектов, вызванных эндо- и экзотермическими реакциями, как показано на рисунке 3.

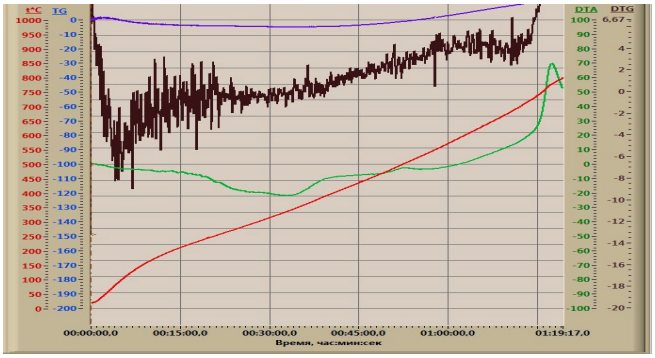


Рис. 3. Результаты анализа с описаниями термического поведения свинцового шлака

В пределах невысоких температур (20-200°C) в исследуемой системе отмечен эндотермический эффект с потерей веса Δm1, равной 1,75% от массы образца, которая указывает на потерю влажности образца. После процесса обезвоживания энтальпия системы в промежутке 200-280°C, практически не меняется, что вызвано отсутствием потери веса в этом интервале температур. Следует отметить, что в интервале 280-930°C термогравиметрическая кривая (TG) неуклонно смещается вверх – в сторону увеличения массы образца, что вызвано привнесением в систему атмосферного кислорода. Увеличение массы сопровождается подъемом линии DTA-кривой, которая в пределах 640-800°C оформила четко выраженные экзотермические пики при 700 и 740°C. Процессы, вызвавшие привнесение тепла в систему, связаны с окислением железистых компонентов пробы. В отмеченных пределах температур обычно формируются оксиды железа, обогащенные кислородом. Указанные высокотемпературные пики вызваны переходом окисла железа из нижнего уровня кислотности в высший уровень. При более высокой температуре (930°C), увеличение массы образца достигает своего предела (Δm2=-6%). И дальнейшее нагревание образца (до 1000°C) приводит к снижению его массы на 0,25%.

Результаты физико-химических исследований показывают, что в свинцовом шлаке содержится достаточно высокая доля соединений цветных металлов.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты физико-химического анализа подтвердили наличие в шлаке таких минералов как кальцит ($CaCO_3$), кварцит (SiO_2), доломит ($CaMg(CO_3)_2$), оксид железа и т.д., которые широко применяются в качестве мелкого и крупного заполнителя в производстве тяжелых бетонов. Для исследования возможности применения свинцовых отходов в производстве тяжелых бетонов были определены качественные характеристики отходов (табл. 1) и разработаны составы тяжелого бетона с использованием свинцового шлака в качестве мелкого и крупного заполнителей (рис. 4).

Как показали исследования модуль крупности заполнителей из свинцовых отходов равен $M_{кр}$=3,34. Кроме того, эти отходы содержат до 3% мелкой фракции, прошедшей через сито 0.16 мм, которые частично заменяют часть цементного вяжущего, и в этих частичках присутствует аморфный кремнезем $SiO_2 \cdot 2H_2O$, который легко вступает в реакцию с гидроксидом кальция, который образуется в процессе реакций гидратации вяжущего, в

результате повышается содержание гидратированных силикатов кальция CSH. Использование такой мелкой фракции отсевов в бетоне понижает все слабые связи с цементным камнем с образованием максимально прочных и энергетически сильных более или менее однородных микрочастиц. Чем мельче зерна мелкой фракции отсевов дробления отходов, тем они более активны. Микропорошки отходов интегрируются в структуру бетона и увеличивают удельную поверхность зерен цемента [13].

Таблица 1

Основные физико-механические характеристики отходов Шымкентского свинцового завода по ГОСТ 8735-88 СТ РК 1217-2003

Полные остатки (%) на ситах, мм						Модуль крупности	Пустотность %	Истинная плоность кг/м^3	Насыпная плотность кг/м^3
5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16				
0,8	4,6	16,8	62,4	88,4	97,4	3,34	11,8	3441	3846

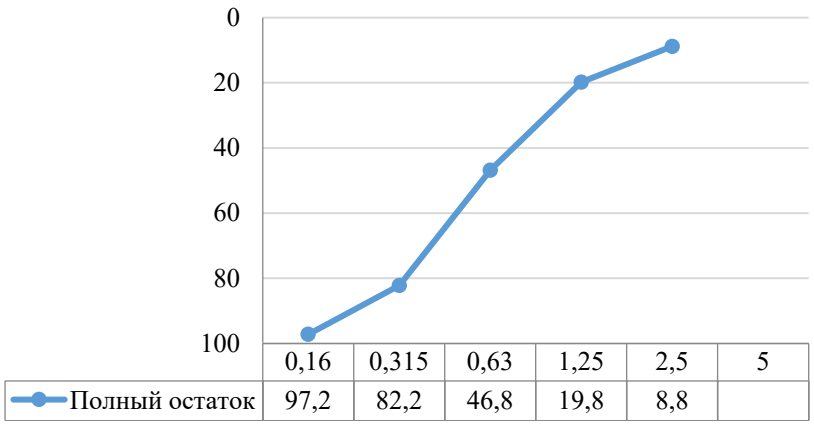


Рис. 4. Зерновой состав заполнителей из свинцового шлака

Исследованиями установлено, что по основным характеристикам заполнители на основе свинцовых отходов не уступают своим природным аналогам.

Для дальнейших исследований были подобраны составы тяжелого бетона с частичной и полной заменой природных заполнителей на техногенные отходы.

В таблице 2 приведены составы бетонов на традиционных заполнителях и с различным содержанием песка и щебня с заменой на 25%, 50%, 100% на свинцовые отходы, а также свойства бетонной смеси и бетона на основе этих заполнителей.

Таблица 2

Исследование удобоукладываемости бетонных смесей на основе свинцовых отходов

Наименование бетонных смесей	Подвижность (см)	Жесткость (сек)
Контрольный состав на традиционных заполнителях	1	
На заполнителях свинцшлак (25%)		16
На заполнителях свинцшлак (50%)	5	
На заполнителях свинцшлак (100%)	3	

Исследования влияния свинцовых отходов на основные свойства бетонной смеси показали, что заполнители из свинцового шлака снижает водопотребность бетонной смеси по отношению к контрольному составу (табл. 3, рис. 5).

Таблица 3.

Влияние свинцовых шлаков на кинетику набора прочности бетона

Состав бетона	Прочность 7 суток, МПа	Прочность 14 суток, МПа	Прочность 28 суток, МПа
Контрольный состав на традиционных заполнителях	33,7	51,4	51,7
№1 Свинцовый шлак (25%)	41,6	49,3	50,5
№2 Свинцовый шлак (50%)	36,1	39,3	58,6
№3 Свинцовый шлак (100%)	38,98	44,7	49,3

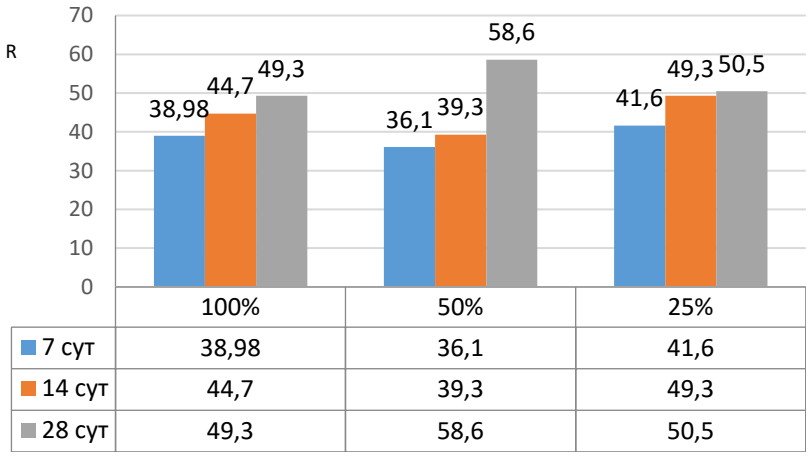


Рис. 5. Влияние свинцового шлака на кинетику набора прочности бетона

В равноподвижных смесях самый быстрый набор прочности наблюдается в смесях с 25% заменой природных заполнителей на свинцовые отходы, но самая высокая марочная прочность у образцов с 50% заменой природного заполнителя на отходы свинцового производства.

Прочность сцепления цементного камня с заполнителем является одним из определяющих факторов прочности бетона. Согласно [14] прочность сцепления цементного камня с зернами заполнителей зависит от многих факторов, в частности: формы и шероховатости поверхности зерен заполнителей и степени их чистоты; химико-минералогического состава зерен заполнителей; прочности цементного камня; наличия минеральных добавок, увеличивающих силу сцепления; количества микродефектов структуры в контактной зоне.

В данном случае прочность сцепления цементного камня с зернами заполнителей повышается за счет шероховатости поверхности зерен заполнителей, к тому же портландцементный клинкер вступает в физико-химическую связь с тяжелыми металлами в составе свинцового шлака с образованием водонерастворимых соединений и их закупориванием в «капсуле» из продуктов гидратации.

На рисунке 6 представлена микрофотография контактной зоны между цементным камнем и заполнителем из свинцового шлака. Наблюдается

близкая контактная адгезия, за счет шероховатости и неровности поверхности. Это происходит по видимому из-за того, что диоксид кремния заполнителя вступает в реакцию с гидрооксидом кальция образуя низкоосновные гидросиликаты кальция $Ca(OH)_2 + SiO_2 + mH_2O = CaO*SiO_2*nH_2O$.

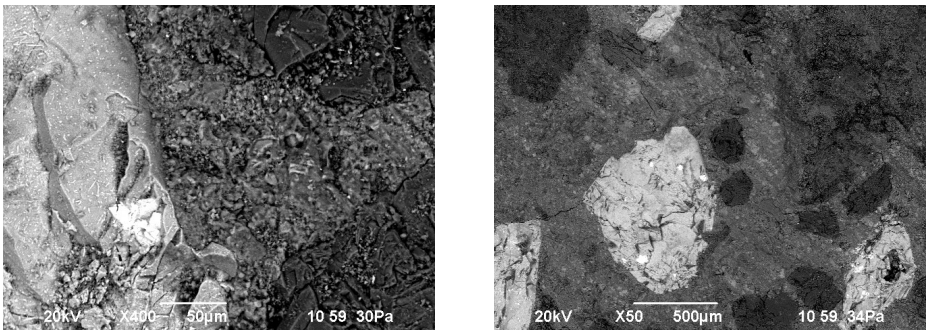


Рис. 6. Микрофотография контактной зоны бетона на основе свинцового шлака

Заключение. Результаты физико-химических исследований показали наличие в свинцовых отходах кальцита, кварцита, доломита и железистых соединении пригодных для использования в виде заполнителей и минеральных добавок для бетонов.

Установлено, что при частичной замене (на 50%) природного сырья заполнителями на основе свинцовых отходов марочная прочность бетона повышается на 13,3% чем у контрольного состава. Исследования показали, что именно составы с 50% заменой природного заполнителя на свинцовые отходы показывают самые высокие прочностные характеристики. Но при полной замене заполнителей на данные отходы прочность бетона на сжатие снижается.

Обоснована возможность получения тяжелых бетонов из бетонных смесей на основе заполнителей свинцового производства. Получены тяжелые бетоны прочностью на сжатие до 58,6 МПа, но в связи с тем, что в исследуемых отходах свинцового производства содержатся до 33% железистых соединений, до 5% оксидов меди, цинка и бария целесообразно применение свинцовых шлаков в качестве заполнителей после извлечения из нее металлов.

Список литературы

1. Методическое руководство по изучению и оценке техногенных минеральных объектов, представляемых на государственную экспертизу недр [Текст] // Постановление Правительства Республики Казахстан от 21 января 2000 года № 108 «Об утверждении Правил предоставления права недропользования в Республике Казахстан».
2. Котляр, В.Д. Техногенное сырье для производства строительных материалов [Текст]: учебное пособие / В.Д. Котляр, Б.В. Талпа, Ю.В. Терèхина. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014.– 98 с.
3. Арынгазин К.Ш. Использование отходов производства [Текст]: учебно-методическое пособие / К.Ш. Арынгазин и др. – Павлодар: Кереку, 2016. – 61 с.
4. Кун Конненхолл. CEMBUREAU — цементный и энергетический рынок в Европе и мире [Текст] // Цемент и его применение. – 2013. – № 3. – С. 22-33.
5. Gökçe H.S., Yalçınkaya Ç., Tuyan M. Optimization of reactive powder concrete by means of barite aggregate for both neutrons and gamma rays // Construction and Building Materials, 2018. No. 189. P. 470-477.

6. Таймасов, Б.Т. Минерально-сырьевые источники для энергосберегающего производства портландцементного клинкера [Текст] / Б.Т.Таймасов, Н.Н. Жаникулов, А.Р. Калтай // Комплексное использование минерального сырья. – 2016. – № 2.
7. Bagova Z., Zhantasov K., Turebekova G. et al. Method for extraction of lead and zinc oxides from slag wastes of lead production. The author´s work № EC-01-003041. – 2020. 11.24.2020
8. Земнухова, Л.А. Шлаки цветной металлургии: вымывание тяжелых металлов и перспективы использования в строительстве [Текст] / Л.А. Земнухова, Н.А. Фалалеева // Вестник ДВО РАН. – 2011. – №5 (159).
9. Паньшин, А.М. Гравитационная технология переработки шлаков свинцового производства [Текст] / А.М. Паньшин, С.И. Евдокимов, А.А. Солоденко // ГИАБ. – 2008. – №4.
10. Смирнов, М.П. Организация экологически чистого гидроэлектрохимического производства свинца из вторичного сырья в России [Текст] / М.П. Смирнов, В.С. Сорокина, Р.А. Герасимов // Цветные металлы. – 1996. – № 9. – С. 13-17.
11. Фечко, П. Утилизация свинецсодержащих металлургических отходов [Текст] / П. Фечко, Л. Чернотова, В Чаблик и др. // Обогащение руд. – 2005. – № 4. – С. 43-45.
12. Шевко, В.М. Разработка физико-химических основ и комплексных хлоридо-и восстановительно-возгоночных технологий извлечения цветных металлов из отходов цветной и черной металлургии [Текст]: дис. … [?] / В.М. Шевко. – Гос. НИИ цветных металлов, 1992.
13. Балыков, А.С. Разработка составов высокопрочных мелкозернистых бетонов на природном и техногенном заполнителях и критериев оценки их эффективности [Текст] / А.С. Балыков, Т.А Низина., Л.В. Макарова // Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, Высокопрочные Цементные Бетоны: Технологии, Конструкции, Экономика. – 2016. – С. 19.
14. Шейкин, А.Е. Структура и свойства цементных бетонов [Текст] / А.Е. Шейкин, Ю.В. Чеховский, М.И. Бруссер. – М.: Стройиздат, 1979. – 344 с.

Материал поступил в редакцию 12.07.24.

Р.У. Нурымбетова[1], Р.А. Риставлетов[1], Э.Н. Калшабекова[1], С.Т. Дуйсенбаева[2], Р.Б. Кудабаев[1]

[1]М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан
[2]М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан

ҚҰРЫЛЫС МАТЕРИАЛДАРЫН ӨНДІРУДЕ ҚОРҒАСЫН ӨНДІРІСІНІҢ ҚАЛДЫҚТАРЫН ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІКТЕРІ

Аңдатпа. Бұл мақалада Южполиметалл АҚ қорғасын шлактарын берілген пайдалану қасиеттеріне ие бетондар үшін ұсақ майда толтырғыш және минералды қоспалар ретінде пайдалану мақсатында кәдеге жарату технологиясын әзірлеуге бағытталған зерттеу материалдары келтірілген. Физика-химиялық зерттеулердің нәтижелері қорғасын қалдықтарында кальцит, кварцит, доломит және бетондарға арналған толтырғыштар мен минералды қоспалар түрінде қолдануға жарамды темірлі қосылыстардың болуын анықтады. Табиғи шикізатты қорғасын қалдықтары негізіндегі агрегаттармен ішінара 50% - ға ауыстырған кезде бетонның маркалық беріктігі бақылау құрамына қарағанда 13,3% - ға артатыны анықталды, бұл табиғи агрегатты қорғасын қалдықтарына 50% ауыстыратын құрамдар ең жоғары беріктік сипаттамаларын көрсететіні анықталды. Толтырғыштарды осы қалдықтарға

толығымен ауыстырған кезде бетонның қысу беріктігі төмендейді. 58,6 МПа дейін қысу беріктігі бар ауыр бетондар алынды, бірақ зерттелетін қорғасын өндірісінің қалдықтарында 33% - ға дейін безді қосылыстар, 5% - ға дейін мыс, мырыш және барий оксидтері бар болғандықтан, одан металдарды бөліп шығарғаннан кейін қорғасын шлактарын толтырғыш ретінде қолданған жөн.

Тірек сөздер: ауыр бетон, қорғасын қалдықтары, толтырғыштар, қалдықтарды кәдеге жарату.

R. Nurymbetova[1], R. Ristavletov[1],
E. Kalshabekova[1], S. Duisenbayeva[2], R. Kudabaev[1]

[1]M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan

THE POSSIBILITIES OF USING LEAD PRODUCTION WASTE IN THE PRODUCTION OF CONSTRUCTION MATERIALS

Abstract. This article presents research materials aimed at developing technology for the utilization lead slags of Yuzhpolymetal JSC in order to use them as a fine aggregate and mineral additives for concretes with specified performance properties. The results of physico-chemical studies have established the presence of calcite, quartzite, dolomite, ferruginous compounds in lead waste for use as aggregates and mineral additives for concrete. It was determined that when partially replacing 50% of natural raw materials with aggregates based on lead waste, the grade strength of concrete increases by 13.3% than that of the control composition, it was found that it is compositions with 50% replacement of natural filler with lead waste that show the highest strength characteristics. With the complete replacement of aggregates with these wastes, the compressive strength of concrete decreases. Heavy concretes with a compressive strength of up to 58.6 MPa were obtained, but due to the fact that the studied lead production waste contains up to 33% ferrous compounds, up to 5% copper, zinc and barium oxides, it is advisable to use lead slags as fillers after extracting metals from it.

Keywords: heavy concrete, lead waste, aggregates, waste disposal.

References

1. Metodicheskoye rukovodstvo po izucheniyu i otsenke tekhnogennykh mineral'nykh ob"yektov, predstavlyayemykh na gosudarstvennuyu ekspertizu nedr. Postanovleniye Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 21 yanvarya 2000 goda № 108 «Ob utverzhdenii Pravil predostavleniya prava nedropol'zovaniya v Respublike Kazakhstan». [Methodological guidelines for the study and assessment of technogenic mineral objects submitted for state subsoil examination. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated January 21, 2000 No. 108 "On approval of the Rules for granting subsoil use rights in the Republic of Kazakhstan"]
2. Kotlyar, V.D., Talpa, B.V., Terèkhina, YU.V. Tekhnogennoye syr'ye dlya proizvodstva stroitel'nykh materialov [Technogenic raw materials for the production of building materials]: tutorial. – Rostov n/D: Rostov. state construction University, 2014.– 98 p., [in Russian].
3. Aryngazin K.SH. et al. Ispol'zovaniye otkhodov proizvodstva [Use of production waste]: tutorial. – Pavlodar: Kereku, 2016. – 61 p., [in Russian].
4. Koon Connenhall. CEMBUREAU — tsementnyy i energeticheskiy rynok v Yevrope i mire [CEMBUREAU — cement and energy market in Europe and the world] // Tsement i yego primeneniye [Cement and its application], 2013. No. 3. P. 22-33, [in Russian].

5. Gökçe H.S., Yalçınkaya Ç., Tuyan M. Optimization of reactive powder concrete by means of barite aggregate for both neutrons and gamma rays // Construction and Building Materials, 2018. No. 189. P. 470-477.
6. Taymasov B.T.б Zhanikulov N.N., Kaltay A.R. Mineral'no-syr'yevyye istochniki dlya energosberegayushchego proizvodstva portlandtsementnogo klinkera [Mineral raw material sources for energy-saving production of portland cement clinker] // Kompleksnoye ispol'zovaniye mineral'nogo syr'ya [Complex use of mineral raw materials], 2016. No. 2, [in Russian].
7. Bagova Z., Zhantasov K., Turebekova G. et al. Method for extraction of lead and zinc oxides from slag wastes of lead production. The author´s work № EC-01-003041. – 2020. 11.24.2020
8. Zemnukhova L.A., Falaleyeva N.A. Shlaki tsvetnoy metallurgii: vymyvaniye tyazhelykh metallov i perspektivy ispol'zovaniya v stroitel'stve [Non-ferrous metallurgy slags: leaching of heavy metals and prospects for use in construction] // Vestnik DVO RAN [Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences], 2011. No. 5 (159), [in Russian].
9. Pan'shin A.M., Yevdokimov S.I., Solodenko A.A. Gravitatsionnaya tekhnologiya pererabotki shlakov svintsovogo proizvodstva [Gravity technology for processing lead production slags] // GIAB, 2008. No. 4, [in Russian].
10. Smirnov M.P., Sorokina V.S., Gerasimov R.A. Organizatsiya ekologicheski chistogo gidroelektrokhimicheskogo proizvodstva svintsa iz vtorichnogo syr'ya v Rossii [Organization of environmentally friendly hydroelectrochemical production of lead from secondary raw materials in Russia] // Tsvetnyye metally [Non-ferrous metals], 1996. No. 9. P. 13-17, [in Russian].
11. Fechko P., Chernotova L., Chablik V et al. Utilizatsiya svinetssoderzhashchikh metallurgicheskikh otkhodov [Utilization of lead-containing metallurgical waste] // Obogashcheniye rud [Ore enrichment], 2005. No. 4. P. 43-45, [in Russian].
12. Shevko, V.M. Razrabotka fiziko-khimicheskikh osnov i kompleksnykh khlorido-i vosstanovitel'no-vozgonochnykh tekhnologiy izvlecheniya tsvetnykh metallov iz otkhodov tsvetnoy i chernoy metallurgii [Development of physicochemical foundations and complex chloride and reduction-sublimation technologies for the extraction of non-ferrous metals from non-ferrous and ferrous metallurgy waste]: dis. … [?]. – State Research Institute of Non-Ferrous Metals, 1992, [in Russian].
13. Balykov A.S., Nizina T.A., Makarova L.V. Razrabotka sostavov vysokoprochnykh melkozernistykh betonov na prirodnom i tekhnogennom zapolnitelyakh i kriteriyev otsenki ikh effektivnosti [Development of compositions of high-strength fine-grained concretes on natural and technogenic fillers and criteria for assessing their effectiveness] // Natsional'nyy issledovatel'skiy Mordovskiy gosudarstvennyy universitet im. N.P. Ogareva, Vysokoprochnyye Tsementnyye Betony: Tekhnologii, Konstruktsii, Ekonomika [National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev, High-Strength Cement Concretes: Technologies, Designs, Economics], 2016. P. 19, [in Russian].
14. Sheykin, A.Ye., Chekhovskiy, YU.V., Brusser, M.I. Struktura i svoystva tsementnykh betonov [Structure and properties of cement concretes],. – Moscow: Stroyizdat, 1979. – 344 p., [in Russian].

МРНТИ 67.09.55

С.Н. Кожиков[1] – *основной автор,*
М.А. Джусупова[2] ©

[1]*Магистр, преподаватель-практик,* [2]*Канд. техн. наук, доцент*
[1]*https://orcid.org/0009-0007-5865-070X*
[1]*Торайгыров университет, г. Павлодар, Казахстан*
[2]*Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова, г. Бишкек, Республика Кыргызстан*
[1]*sayan1988ksn@gmail.com*

https://doi.org/10.55956/GJDU7225

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ И ИЗДЕЛИЙ НА ЕГО ОСНОВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛЫ ЭКИБАСТУЗСКОЙ ТЭЦ

Аннотация. В статье рассматривается разработка составов композиционных вяжущих веществ и изделий на их основе с использованием золы Экибастузской ТЭЦ. Исследуются свойства золы как добавки в цементных и бетонных смесях. Приводятся результаты экспериментов по оптимизации состава вяжущих веществ для улучшения их механических характеристик и долговечности. Зола Экибастузской ТЭЦ используется в качестве активного минерального компонента, способствующего снижению затрат на производство и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду. Анализируются физико-химические свойства полученных материалов, их структура и фазовый состав. Результаты исследований демонстрируют возможность значительного повышения прочности, водонепроницаемости и морозостойкости изделий из композитных материалов при использовании золы в составе вяжущих веществ. В заключение предлагаются рекомендации по внедрению разработанных составов в промышленное производство.

Ключевые слова: ТЭЦ, зола, композиционные материалы, пуццолан.

Кожиков, С.Н. Разработка составов композиционных вяжущих веществ и изделий на его основе с использованием золы Экибастузской ТЭЦ [Текст] / С.Н. Кожиков, М.А. Джусупова // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.240-246. https://doi.org/10.55956/GJDU7225

Введение. Современная строительная индустрия сталкивается с задачей разработки новых материалов, которые должны обладать улучшенными характеристиками, быть экономически выгодными и экологически безопасными. Одним из перспективных направлений является использование золы теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) в составе композиционных вяжущих веществ. Это позволяет не только улучшить свойства конечных продуктов, но и решить экологическую проблему утилизации золы, накопленной в значительных объемах на территориях Экибастузской ТЭЦ.

Зола ТЭЦ: состав и свойства. Зола ТЭЦ представляет собой мелкодисперсный порошок, образующийся при сжигании угля на теплоэлектроцентралях. В её составе присутствуют оксиды кремния, алюминия, железа, кальция и других элементов. Зола обладает пуццолановыми

свойствами, то есть способностью реагировать с гидроксидом кальция с образованием дополнительных гидратных продуктов, что улучшает плотность и долговечность цементного камня.

Преимущества использования золы ТЭЦ:

1. Экологическая безопасность. Использование золы ТЭЦ позволяет уменьшить объемы отходов, накопленных на электростанциях, что снижает нагрузку на окружающую среду.

2. Экономическая эффективность. Замена части традиционных компонентов (например, цемента) золой ТЭЦ позволяет снизить себестоимость производства строительных материалов.

3. Улучшение свойств материалов. Зола ТЭЦ улучшает такие характеристики, как прочность, морозостойкость, водонепроницаемость и долговечность композиционных материалов [1].

Зола ТЭЦ используется в строительстве по всему миру благодаря своим пуццолановым свойствам, которые улучшают прочность и долговечность строительных материалов. Некоторые из ведущих стран по использованию золы ТЭЦ включают:

1. США. Зола ТЭЦ широко используется в производстве бетона и цемента, особенно в штате Техас, где находятся большие угольные электростнации.

2. Китай. Крупнейший производитель и потребитель золы ТЭЦ, активно использует её в строительстве дорог, производстве цемента и бетона.

3. Индия. Зола ТЭЦ применяется в строительстве бетонных блоков, кирпичей и дорожных покрытий. Широко используется на ТЭЦ в таких штатах, как Махараштра и Гуджарат.

4. Европа. В странах, таких как Германия и Польша, зола ТЭЦ используется для производства строительных материалов и стабилизации почвы.

Зола ТЭЦ из этих регионов используется благодаря её доступности и высоким пуццолановым свойствам, что делает её ценным компонентом в строительной индустрии [4].

Добыча золы. Зола теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) является побочным продуктом процесса сжигания угля для производства электроэнергии и тепла. Добыча и сбор золы с ТЭЦ включают несколько ключевых этапов:

1. Процесс сжигания угля:

– уголь поступает в топку котла, где он сжигается при высоких температурах. В процессе сгорания образуется зола, которая разделяется на летучую золу и шлаки;

– летучая зола – это мелкодисперсная фракция, которая поднимается с дымовыми газами. Шлак остается на дне топки в виде крупнозернистого материала.

2. Сбор летучей золы:

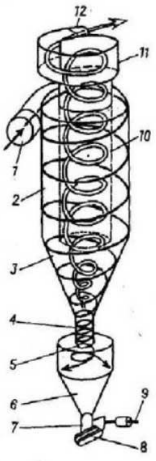
– летучая зола улавливается из дымовых газов с помощью специальных устройств, таких как электрофильтры или рукавные фильтры;

– электрофильтры используют электрическое поле для осаждения мелких частиц золы на электродах. Эти частицы затем собираются и транспортируются в специальные бункеры;

– рукавные фильтры работают по принципу механической фильтрации, где дымовые газы проходят через тканевые фильтры, задерживая частицы золы. На рисунке 1 показан циклон в сборе с газоходами, зольником и

нагнетающим вентилятором-дымососом. Схема золоуловителя циклон производство «Факел» приведена на рисунке 2.

Рис. 1. Циклон в сборе с газоходами, зольником и нагнетающим вентилятором-дымососом



- 1 – входной патрубок;
- 2 – корпус циклона;
- 3 – конус;
- 4 – пылеотводящий патрубок;
- 5 – пылеотводящее отверстие;
- 6 – пылесборный бункер;
- 7 – пылеспускной патрубок;
- 8 – клапан пылевого затвора;
- 9 –рычаг клапана;
- 10 – выхлопная труба;
- 11 – улитка;
- 12 – выхлопной патрубок

Рис. 2. Схема золоуловителя циклон производство «Факел»

3. Сбор шлака:

– шлак, оставшийся на дне топки, собирается с помощью механических устройств, таких как конвейеры или гидравлические системы;

– шлак может быть охлажден и раздроблен перед транспортировкой для дальнейшей утилизации или переработки.

На рисунке 3 показан принцип работы центробежного вихревого золоуловителя, на рисунке 4 приведен полый орошаемый циклон (традиционное вертикально-колонное исполнение).

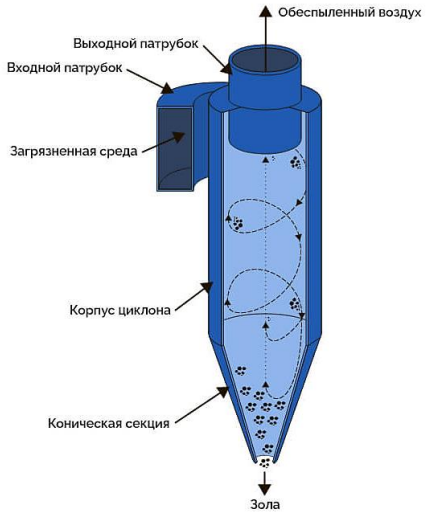


Рис. 3. Принцип работы центробежного вихревого золоуловителя

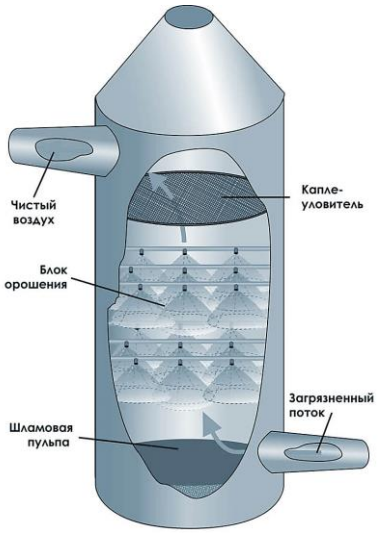


Рис. 4. Полый орошаемый циклон (традиционное вертикально-колонное исполнение).

4. Транспортировка и хранение:

– собранная зола транспортируется с помощью пневматических систем или конвейеров в специальные бункеры или силосы для хранения;

– для предотвращения пыления и загрязнения окружающей среды зола хранится в закрытых емкостях.

5. Утилизация и использование:

– часть собранной золы может быть утилизирована в полигонах отходов, но значительная часть используется в различных отраслях, включая строительство;

– зола ТЭЦ применяется в качестве добавки к цементу, бетонным смесям, дорожным покрытиям и другим строительным материалам.

Процесс добычи золы с ТЭЦ включает сжигание угля, улавливание летучей золы, сбор шлака, транспортировку и хранение. Улавливание золы и её дальнейшее использование в строительной индустрии не только позволяет эффективно утилизировать побочные продукты сжигания угля, но и способствует улучшению свойств строительных материалов и снижению их себестоимости [2].

Разработка составов композиционных вяжущих веществ. Для создания эффективных композиций с использованием золы ТЭЦ необходимо учитывать её химический состав и физические свойства. Зола обычно используется в смеси с цементом, известью или гипсом в различных пропорциях. Важным этапом разработки является подбор оптимальных соотношений компонентов для достижения требуемых характеристик.

Условия и методы исследований. Химический анализ золы. Определение содержания основных оксидов и выявление пуццолановой активности. Зола теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) обладает сложным химическим составом, включающим различные оксиды и элементы. Основные компоненты золы ТЭЦ включают:

– Диоксид кремния (SiO_2). Обычно составляет 40-60% от общей массы;

– Оксид алюминия (Al_2O_3). Содержание варьируется от 15 до 30%;

– Оксид железа (Fe_2O_3). Присутствует в количестве 5-15%;

– Оксид кальция (CaO). Содержание может составлять от 1 до 10%;

– Магний, натрий и калий. Присутствуют в меньших количествах, менее 5% каждый.

Зола также содержит незначительные количества тяжелых металлов, таких как цинк, медь, свинец и кадмий, которые могут представлять экологическую опасность, если не утилизировать золу должным образом. Кроме того, в золе присутствуют углерод и органические остатки, что влияет на её физико-химические свойства и потенциальное применение.

Эти данные указывают на значительный потенциал использования золы ТЭЦ в строительных материалах благодаря её пуццолановой активности и доступности. Однако для безопасного и эффективного применения необходимы тщательные исследования и контроль содержания вредных примесей [5].

1. Подбор пропорций. Экспериментальный подбор соотношений золы, цемента и других компонентов с целью достижения оптимальных прочностных и эксплуатационных характеристик.

2. Тестирование. Изготовление пробных образцов и проведение испытаний на прочность, морозостойкость, водопоглощение и другие параметры.

3. Оптимизация состава. На основе результатов испытаний производится корректировка состава для улучшения характеристик конечного продукта.

Изделия на основе композиционных вяжущих веществ. Использование золы ТЭЦ позволяет создавать широкий спектр строительных изделий: бетонные блоки, плитку, строительные растворы и сухие смеси.

Примеры изделий:

1. Бетонные блоки. Добавление золы позволяет уменьшить плотность блоков, улучшая их теплоизоляционные свойства.

2. Строительные растворы. Включение золы в состав растворов повышает их удобоукладываемость и адгезию.

3. Дорожные покрытия. Композиты с золой демонстрируют высокую стойкость к воздействию агрессивных сред и механическим нагрузкам.

Результаты исследований и их обсуждение. Использование золы ТЭЦ в составе композиционных вяжущих веществ открывает широкие перспективы для создания новых строительных материалов с улучшенными характеристиками. Дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на:

– Оптимизацию состава смесей: подбор оптимальных соотношений золы и других компонентов для достижения максимальных эксплуатационных характеристик;

– Изучение взаимодействия золы с различными вяжущими веществами: исследование влияния золы ТЭЦ на свойства смесей на основе цемента, гипса, извести и других вяжущих веществ;

– Разработка новых технологий производства: создание инновационных методов и технологий для интеграции золы ТЭЦ в процесс производства строительных материалов;

– Оценка долговечности и эксплуатационных характеристик: проведение долговременных испытаний для оценки прочности,

морозостойкости, водопоглощения и других параметров строительных материалов с добавлением золы ТЭЦ [3].

Заключение. Разработка и внедрение композиционных вяжущих веществ с использованием золы ТЭЦ представляют собой перспективное направление в строительной индустрии, сочетающее экологическую и экономическую эффективность с улучшенными эксплуатационными характеристиками строительных материалов. Дальнейшие исследования и разработки в этой области будут способствовать созданию более устойчивой и экономически эффективной строительной отрасли в будущем.

Список литературы

1. Иванов, А.А. Использование золы ТЭЦ в строительстве [Текст] / А.А. Иванов, Б.Б. Петров // Строительные материалы. – 2023.
2. Смирнова, В.В. Экологические аспекты утилизации золы ТЭЦ [Текст] / В.В. Смирнова // Экологический вестник. – 2022.
3. Козлов, М.М. Композиционные вяжущие вещества и их применение [Текст]: монография / М.М. Козлов. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2021.
4. The Constructor [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://theconstructor.org/. Дата обращения: 03.05.2024.
5. ScienceGate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.sciencegate.app/. Дата обращения: 05.05.2024.

Материал поступил в редакцию 17.07.24.

С.Н. Кожиков[1], М.А. Джусупова[2]

[1]Торайғыров университеті, Павлодар қ., Қазақстан
[2]И. Раззаков атындағы Қырғыз мемлекеттік техникалық университеті, Бішкек қ., Қырғызстан Республикасы

ЕКІБАСТҰЗ ЖЭО КҮЛІН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ ТҰТҚЫР ЗАТТАР МЕН ОНЫҢ НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛҒАН БҰЙЫМДАРДЫҢ ҚҰРАМЫН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Мақалада Екібастұз ЖЭО күлін пайдалана отырып, композициялық тұтқыр заттар мен олардың негізінде жасалған бұйымдардың құрамын әзірлеу қарастырылады. Күлдің қасиеттері цемент пен бетон қоспаларындағы қоспалар ретінде зерттеледі. Тұтқыр заттардың құрамын олардың механикалық өнімділігі мен беріктігін жақсарту үшін оңтайландыру эксперименттерінің нәтижелері келтірілген. Екібастұз ЖЭО күлі өндіріс шығындарын төмендетуге және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға ықпал ететін белсенді минералды компонент ретінде пайдаланылады. Алынған материалдардың физика-химиялық қасиеттері, олардың құрылымы мен фазалық құрамы талданады. Зерттеу нәтижелері тұтқыр заттардың құрамында күлді пайдалану кезінде композициялық материалдардан жасалған бұйымдардың беріктігін, су өткізбейтіндігін және аязға төзімділігін айтарлықтай арттыру мүмкіндігін көрсетеді. Қорытындылай келе, өнеркәсіптік өндіріске әзірленген құрамдарды енгізу бойынша ұсыныстар ұсынылады.

Тірек сөздер: ЖЭО, күл, композициялық материалдар, пуццолан.

S.N. Kozhikov[1], M.A. Dzhusupova[2]

[1]Toraighyrov University, Pavlodar, Kazakhstan
[2]Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan

DEVELOPMENT OF COMPOSITIONS OF COMPOSITE BINDERS AND PRODUCTS ON ITS BASIS USING ASH FROM EKIBASTUZ THERMAL POWER PLANT

Abstract. The article discusses the development of compositions of composite binders and products based on them using the ash of the Ekibastuz thermal power plant. The properties of ash as an additive in cement and concrete mixtures are investigated. The results of experiments on optimizing the composition of binders to improve their mechanical characteristics and durability are presented. The ash of the Ekibastuz thermal power plant is used as an active mineral component that helps reduce production costs and reduce the negative impact on the environment. The physicochemical properties of the obtained materials, their structure and phase composition are analyzed. The results of the research demonstrate the possibility of significantly increasing the strength, water resistance and frost resistance of products made of composite materials when using ash in the composition of binders. In conclusion, recommendations are offered for the introduction of the developed formulations into industrial production.

Keywords: CHP, ash, composite materials, pozzolan.

References

1. Ivanov A.A., Petrov B.B. The use of CHP ash in construction // Building Materials, 2023 [in Russian].
2. Smirnova V.V. Environmental aspects of utilization of CHP ash // Ecological Bulletin, 2022 [in Russian].
3. Kozlov M.M. Kompozitsionnyye vyazhushchiye veshchestva i ikh primeneniye [Composite binders and their application]: monograph. – Chelyabinsk: Publishing House of the Chelyabinsk State University, 2021 [in Russian].
4. The Constructor [Electronic resource]. Access mode: https://theconstructor.org/. Date of application: 05/03/2024.
5. ScienceGate [Electronic resource]. Access mode: https://www.sciencegate.app/. Date of application: 05.05.2024.

МРНТИ 67.21.17

Ф.Х. Аубакирова[1] – *основной автор,*
К.С. Досалиев[2], К. Ибрагимов[3],
Д.Ж. Артыкбаев[4], А.М. Будикова[5]

[1,3]Канд. техн. наук, доцент, [2]PhD, [4]PhD, ст. препод.,
[2]Канд. техн. наук, ст. препод.

ORCİD
[1]https://orcid.org/0000-0002-4687-1528 [2]https://orcid.org/0000-0002-5423-9231
[3]https://orcid.org/0000-0001-6557-4484 [4]https://orcid.org/0000-0003-4794-8707
[5]https://orcid.org/0000-0003-4879-9467

[1,2,3,4]Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан
[5]Кызылординский университет им. Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан

@ *[1]faraub1011@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/YFUG9648

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ КРУПНООБЛОМОЧНОГО ГРУНТА КАМЕННО-ЗЕМЛЯНЫХ ПЛОТИН

Аннотация. В статье рассмотрен прибор плоского сдвига для проведения исследований прочностных свойств крупнообломочного грунта, приведена методика проведения опытов и обработки экспериментальных данных. Выявлено, что снижение прочности крупнообломочного грунта происходит с увеличением его напряженного состояния. При этом для обеспечения однородности прочностных свойств сооружения необходимо стремиться к равномерной укладке грунта по всей площади тела плотины. Установлено, что изменение прочностных свойств крупнообломочного грунта в зависимости от фракционного состава камня при одинаковой степени уплотнения возможно только за счет увеличения коэффициента зацепления.

Ключевые слова: каменно-земляная плотина, крупнообломочный грунт, прочностные свойства грунта, прибор плоского сдвига, модельная смесь.

Аубакирова, Ф.Х. Исследования прочностных свойств крупнообломочного грунта каменно-земляных плотин [Текст] / Ф.Х. Аубакирова, К.С. Досалиев, К. Ибрагимов, Д.Ж. Артыкбаев, А.М. Будикова // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.247-256. https://doi.org/10.55956/YFUG9648

Введение. В последние годы большую актуальность приобретает рациональное использование каменных материалов, которые получаются путем разработки горных пород взрывным способом [1,2]. На объектах гидротехнического и водохозяйственного строительства, связанных с большими объемами грунта, всё чаще вместо сортированного камня используют горную массу, представляющую собой смесь многофракционного состава. По этой причине в строительной практике и возникает необходимость определения прочностных свойств крупнообломочного грунта, используемого при строительстве каменно-земляных плотин, т.к. это влияет на функциональную надежность сооружения.

Изучению прочностных свойств крупнообломочных грунтов посвящено большое количество теоретических и экспериментальных работ. Так, исследования С.Н. Шабаева показали, что увеличение размера частиц однофракционной среды приводит к росту угла внутреннего трения и удельного сцепления [3,4]. Им также предложен усовершенствованный вариант клиновой установки для оценки сдвигоустойчивости предварительно уплотненных крупнозернистых сред по методу косого среза и выявления прочностных характеристик материала, а именно угола внутреннего трения и сцепления.

Исследовательская группа под руководством А.О. Сагыбековой [5] на сдвиговой установке определила, что остаточная прочность является более точной характеристикой сопротивления грунтов. Данной научной группой выявлено, что уплотнение крупнообломочных грунтов зависит от размера зерен, количества и состава заполнителя, формы и прочности обломков, а также начальной плотности укладки.

М.П. Саинов, изучая работы исследователей прошлого века [6], заметил, что степенная функция хорошо описывает возрастание значения модуля сдвига крупнообломочных грунтов в зависимости от напряжения обжатия грунта. Также он определил, что гравийно-галечниковый грунт менее деформируем и имеет более высокую прочность, чем горная масса при тех же условиях.

Результаты исследований В.А. Козионова [7] подтвердили армирующее влияние крупных включений на прочностные свойства крупнообломочных грунтов. Установлена связь между параметрами прочности, структуры и физического состояния грунта. Отмечено, что с увеличением размера включений и их количества повышаются прочностные характеристики грунта, а повышение влажности ведет к их снижению.

Группа исследователей под руководством А.Ф. Колоса [8] выявила, что повышение окатанности зерен приводит к существенному снижению сцепления между зернами в щебеночном балласте, однако почти не влияет на угол внутреннего трения.

Из числа современных публикаций, посвященных решению данной проблемы за рубежом, можно отметить работы следующих авторов: S. Ghorashi, M. Khodaparast, Q. Khodajooyan [9], M. Fard [10], E. Wu, J. Zhu, W. Guo, Z. Zhang [11].

Условия и методы исследований. В строительной практике для исследования прочностных свойств крупнообломочных грунтов применяют прибор плоского сдвига и стабилометр.

В приборе плоского сдвига замеряемыми параметрами в испытаниях являются нормальное σ и сдвигающее τ напряжения в плоскости сдвига, по которым рассчитывается коэффициент сдвига $К_С$.

В стабилометре, в отличие от прибора плоского сдвига, замеряются два главных напряжения: максимальное σ_1 и минимальное σ_3 ($\sigma_2=\sigma_3$). При этом коэффициент сдвига может быть рассчитан только после предварительных вычислений нормальных и сдвигающих напряжений по площадкам разрушения согласно формулам (1)-(3):

$$\sigma = \frac{2\sigma_1\sigma_3}{\sigma_1+\sigma_3} \quad (1)$$

$$\tau = \frac{\sigma_1-\sigma_3}{\sigma_1+\sigma_2} \cdot \sqrt{\sigma_1\sigma_3} \quad (2)$$

$$К_С = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2\sqrt{\sigma_1 \cdot \sigma_3}} \quad (3)$$

Результаты опытов как в приборах плоского сдвига, так и в стабилометрах, можно интерпретировать одинаковым образом в виде зависимости $K_C=f(\sigma)$, т.е. по теории Кулона-Мора. Многочисленные исследования, выполненные различными организациями на этих двух приборах, показывают практически одинаковые результаты. Несколько различны только методика проведения опытов и интерпретация результатов.

Следует отметить, что на приборе плоского сдвига имеется возможность исследовать крупнообломочные грунты близкие по зерновому составу к натурному. При этом работа на этом приборе характеризуется простой методикой проведения исследования, что делает его привлекательным для многих исследователей и инженеров. Также при проведении испытаний горной массы (рванный камень) с экономической точки зрения использование этого прибора является более выгодным, чем применение стабилометра.

При проведении экспериментальных исследований прочностных свойств крупнообломочного грунта нами использовался прибор плоского сдвига с размерами 700х700х700мм. Данный прибор состоит из следующих элементов: нижней и верхней кареток; гидравлических домкратов для создания вертикальных и горизонтальных нагрузок и прогибомеров для измерения вертикальных и горизонтальных деформаций. Подвижная нижняя каретка представляет собой металлический контейнер на катающихся опорах. Неподвижная верхняя каретка представляет собой раму, укладываемую на катки по нижней каретке. Образец грунта закладывается в контейнер, образованный между верхней и нижней каретками. Вертикальная нагрузка на образец передается через штампы. Нагрузка на штамп создается гидравлическим домкратом и контролируется манометром. Горизонтальная нагрузка генерируется горизонтальным домкратом и ее величина также контролируется манометром. Перемещения каретки регистрируются прогибомерами.

Перед проведением опытов была выполнена тарировка гидравлической системы прибора, к которой относятся насос, напорная линия и домкрат.

По причине крупности фракций крупнообломочных грунтов (размеры 100, 200, 500 мм и более), применяемых при строительстве плотин и других гидротехнических сооружений, необходимо проводить трудоемкие и дорогостоящие опыты на уникальных крупногабаритных установках. По этой причине в практике экспериментальных исследований большое внимание уделяется вопросу моделирования состава, крупности и других параметров крупнообломочных грунтов. Если размеры фракции натурного грунта превышают возможности прибора, то эксперименты проводятся с использованием модельных смесей. При этом модельная смесь создается путем уменьшения фракций материала натурного грунта в n раз, чтобы кривые зернового состава натурного и модельного грунта были параллельными. Исходя из условия, что отношение диаметра прибора к размеру максимальной фракции не должно быть меньше пяти [12], т.е. $d_{пр} \geq 5d_{max}$, то для нашего прибора плоского сдвига с размерами 700х700х700 мм, зерновые составы принимаются с максимальным диаметром d_{max}=140 мм. По рекомендации специалистов НИУ МГСУ наша модельная смесь была сформирована с размером максимальной фракции 120 мм.

При выполнении нами экспериментов на приборе плоского сдвига подготовленный грунт модельного состава послойно укладывался в каретки прибора. Толщина слоя укладки грунта составляла h=1,2·d_{max}=14 см. Каждый слой уплотнялся ручной трамбовкой. Далее укладываемый грунт взвешивался и вычислялась средняя плотность грунта в приборе. Диапазон плотности грунта в экспериментах составил 1,98…2,03 т/м^3.

После укладки грунта в прибор устанавливались штамп, вертикальный и горизонтальный домкраты, упорная балка, упорные и опорные гайки, прогибомеры. Затем записывалось начальное значение вертикального положения штампа.

Далее вертикальная нагрузка создалась вертикальным домкратом с шагом 0,05-0,1 МПа до заданной величины и контролировалась манометром. При достижении заданной нагрузки фиксировались значения вертикальной деформации по осадке штампа на каждой ступени нагрузки.

После достижения вертикальной нагрузки заданной величины, прикладывалась горизонтальная нагрузка с шагом не более 0,05 МПа. Причем, горизонтальная нагрузка прикладывалась при условии постоянства вертикальной нагрузки. Момент сдвига фиксировался по росту горизонтальных деформаций, отмечаемых прогибомерами при неизменном сдвигающем (горизонтальном) усилие. После окончания опыта сбрасывалось давление в домкратах: сначала вертикальное, потом горизонтальное. Затем прибор разбирался, производился рассев грунта по фракциям через сита и каждая фракция взвешивалась. Далее строилась кривая фракционного состава после опыта, как показано на рисунке 1. Анализ данной кривой (фракционный состав после опыта) дает информацию о дробимости каждой фракции состава грунта.

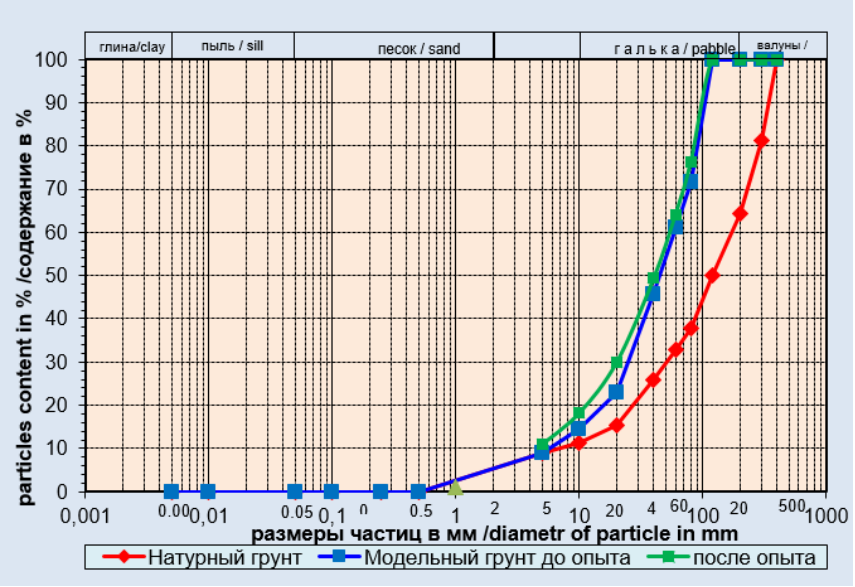


Рис. 1.График фракционного состава натурного грунта и модельной смеси до и после опыта

Результаты исследований и их обсуждение. В связи с переходом оценки прочностных свойств исследуемого грунта на доверительную

вероятность, нормативные и расчётные значения материала следует устанавливать путём статической обработки результатов экспериментальных данных в количестве не менее шести по каждой вертикальной нагрузке [13]. Нами предусмотрено 4 варианта вертикальной нагрузки: 2; 4; 8; 12 кгс/см^2, соответственно число опытов составило 24. По результатам опытных данных построены графики зависимости $\tau=f(\Delta l)$ и $\tau=f(\sigma)$, где τ – горизонтальное напряжение, сдвиг, кг/см^2; Δl – величина горизонтальной деформации, мм; σ – величина вертикального давления, кг/см^2. Ниже на рисунках 2 и 3 приведены графики $\tau=f(\Delta l)$ для 2-х вариантов вертикальной нагрузки (σ=4кгс/см^2 и σ=12кгс/см^2), на рисунке 4 представлен график $\tau=f(\sigma)$.

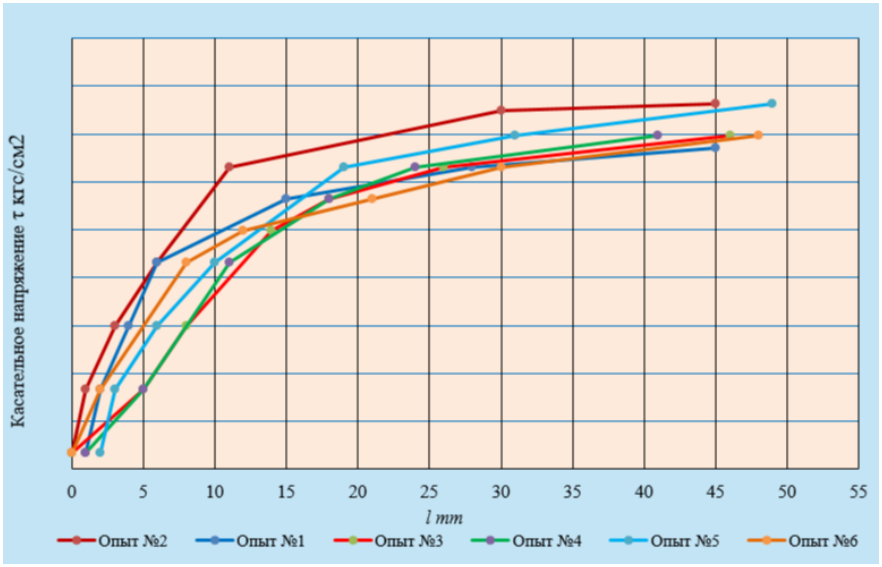


Рис.2. График зависимости $\tau=f(\Delta l)$ при σ=4 кгс/см^2

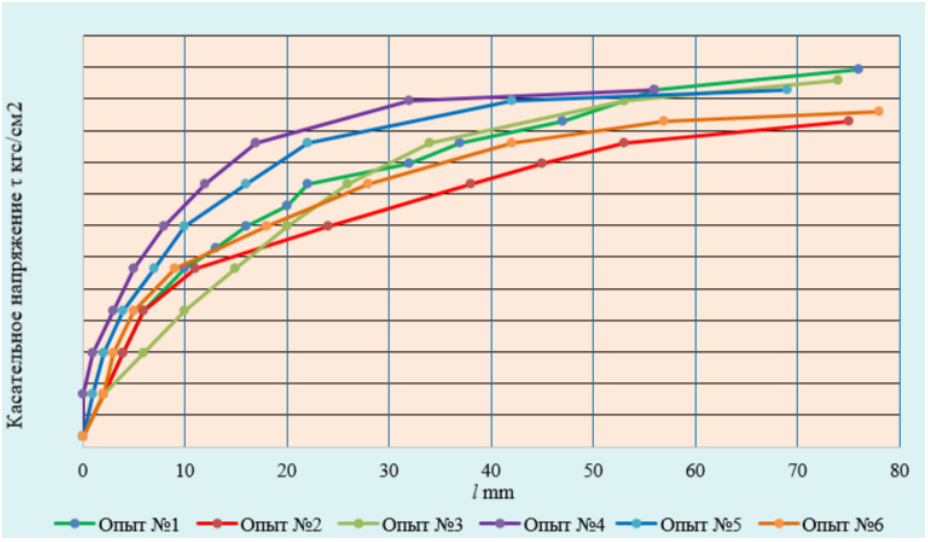


Рис.3. График зависимости $\tau=f(\Delta l)$ при σ=12 кгс/см^2

Рис.4. График зависимости $\tau=f(\sigma)$

Коэффициенты сдвига $tg\varphi$ и зацепления C подсчитывались по методу наименьших квадратов. Определение главных напряжений σ_1 и σ_3 производилось путем построения круга Мора. Точка пересечения круга с осью абсцисс даёт искомую величину главных напряжений σ_1 и σ_3, а угол наклона касательной к оси абсцисс яляется углом внутреннего трения φ при данном вертикальном напряжении.

При наличии зацепления для каменного материала (горная масса) угол сдвига определится по формуле:

$$tg\Psi = tg\varphi + \frac{C}{\sigma} \tag{4}$$

где: ψ – угол сдвига; φ – угол внутреннего трения; C – зацепление; σ – вертикальное напряжение.

Расчетные значения прочности получены путем деления нормативных значений на коэффициент запаса по грунту. При этом коэффициент запаса по грунту вычислялся по совокупности парных измерений вертикальных напряжений и сдвигающих нагрузок от σ_{min} до σ_{max}. Расчет проводился посредством следующих формул:

$$\Delta = n\sum_{i=1}^{n}(\sigma_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^{n}\sigma_i\right)^2 \tag{5}$$

$$tg\varphi = \frac{1}{\Delta}(n\sum_{i=1}^{n}\tau_i\sigma_i - \sum_{i=1}^{n}\tau_i\sum_{i=1}^{n}\sigma_i) \tag{6}$$

$$C = \frac{1}{\Delta}\left(\sum_{i=1}^{n}\tau\sum_{i=1}^{n}\sigma^2 - \sum_{i=1}^{n}\sigma_i\sum_{i=1}^{n}\tau_i\sigma_i\right) \quad (7)$$

Рассчитанные значения экспериментальных данных прочности горной массы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Экспериментальные значения прочностных свойств горной массы в зависимости от вертикального давления

Вертикальное давление, σ, кгс/см^2	2	4	8	12
Коэффициент сдвига, $tg\varphi$	1,149	0,958	0,862	0,831
Угол внутреннего трения, φ, °	48,9	43,8	40,8	39,7

Анализ таблицы 1 показывает, что снижение прочности происходит с увеличением напряженного состояния грунта. Это следует учитывать при возведении плотины, т.е. чтобы прочностные свойства грунта плотины были одинаковыми необходимо стремиться к однородности материала при укладке грунта в разные зоны тела плотины.

Следует отметить, что полученные нами экспериментальные значения прочностных свойств (угол внутреннего трения, удельное сцепление) горной массы хорошо согласуются со значениями, приведенными в нормативном документе [14]. Следовательно, устойчивость и надежность работы плотины, построенной из данного крупнообломочного грунта, будет обеспечена.

Заключение. Выполненные экспериментальные исследования прочностных свойств горной массы позволяют сделать следующие выводы:

1) прочностные показатели, определенные по результатам испытаний при вертикальных нагрузках от 2,0 до 12,0 кг/см^2, сжимающие σ и сдвигающие τ напряжения в момент разрушения образца приняты по условию Кулона-Мора. Количество опытов и обработка результатов проведены согласно требованиям нормативных документов [12-15];

2) на основании полученных результатов установлены расчетные характеристики для фактического гранулометрического состава при доверительной вероятности α=0,95, которые характеризуются углом сдвига в диапазоне φ=48,9°…39,7° в зависимости от значения вертикальной нагрузки от 2,0 до 12,0 кг/см^2;

3) изменение прочностных свойств крупнообломочного грунта в зависимости от фракционного состава камня при одинаковой степени уплотнения возможно только за счет увеличения коэффициента зацепления *C*.

Список литературы

1. Ibragimov K., Ussenkulov Zh.A., Yerimbetov B.T., Baibolov K.S., Kunanbayeva Y.B., Ussenkulova S.Zh. Strength and deformability of large-scale clastic soils // Proceedings of 17ARC «Smart geotechnics for smart societies», 2023. P. 862-866.
2. Петров, Г.Н. Крупнообломочные грунты в гидротехническом строительстве [Текст] / Г.Н. Петров, В.Г. Радченко, В.А. Дубняк. – СПб: АО ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1994. – 236 с.
3. Шабаев, С.Н. Влияние крупности частиц одноразмерной сыпучей зернистой среды на прочностные характеристики [Текст] / С.Н. Шабаев // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2020. – Т.18. – №2. – С. 62-70.

4. Шабаев, С.Н. Метод косого среза для определения прочностных характеристик предварительно уплотненных крупнозернистых сред [Текст] / С.Н. Шабаев, Н.В. Крупина, В.А. Шаламанов, Н.А. Мартель, А.И. Штарк // Известия Уральского государственного горного университета. – 2020. – Т. 3. – С. 115-122.
5. Алимсеитов, Д.Н. Изучение прочностных характеристик крупнообломочного грунта и модели крупнообломочного грунта [Текст] / Д.Н. Алимсеитов, А.Г. Горбачев, Б.С. Рыспаев, А.О. Сагыбекова // Проблемы науки. – 2018. – № 12. – С. 34-37.
6. Саинов, М.П. Параметры деформируемости крупнообломочных грунтов в теле грунтовых плотин [Текст] / М.П. Саинов // Строительство: наука и образование. – 2016. – № 1. – С. 15-33.
7. Козионов, В.А. Оценка прочности глинистых грунтов с включениями дресвы и щебня [Текст] / В.А. Козионов, М.К. Кудерин, Л.А. Варламова, Р.К. Кульжигинов // Наука и техника Казахстана. – 2007. – № 2. – С. 18-26.
8. Колос, А.Ф. Влияние формы зерен щебеночного балласта на его прочностные свойства [Текст] / А.Ф. Колос, П.А. Чистяков, А.С. Леус, Е.И. Шехтман, В.И. Штыков // Бюллетень результатов научных исследований. – 2017. – С. 148-160.
9. Ghorashi S., Khodaparast M., Khodajooyan Q. Compaction Quality Control of Coarse-grained Soils Using Dynamic Penetration Test Results through Correlation with Relative Compaction Percentages // International Journal of Engineering, 2023. Vol. 36 (3). P. 473-480.
10. Fard M.A method for determining hydraulic conductivity and diffusivity of unsaturated soils // Unsaturated Soils for Asia, 2020. P. 375-379.
11. Wu E., Zhu J., Guo W., Zhang Z. Effect of Gradation on the Compactability of Coarse-Grained Soils // Journal of Civil Engineering, 2020. Vol. 24 (2). P. 356-364.
12. ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения [Текст]. – Введ. 2014-10-03. – М.: Стандартинформ, 2018. – 12 с.
13. ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статической обработки результатов испытаний [Текст]. – Введ. 2014-10-03. – М.: Стандартинформ, 2013. – 16 с.
14. ГОСТ 12248.1-2020 Грунты. Определение характеристик прочности методом одноплоскостного среза [Текст]. – Введ. 2020-08-31. – М.: Стандартинформ, 2020. – 24 с.
15. СН РК 3.04-03-2023 Основания гидротехнических сооружений [Текст]. – Введ. 2023-11-06. – Астана: Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства промышленности и строительства РК, 2023. – 46 с.

Материал поступил в редакцию 19.08.24.

Ф.Х. Аубакирова[1], К.С. Досалиев[1], К. Ибрагимов[1], Д.Ж. Артыкбаев[1], А.М. Будикова[2]

[1]М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан
[2]Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

ТАС-ЖЕР БӨГЕТТЕРІНДЕГІ ІРІСЫНЫҚТЫ ТОПЫРАҚТЫҢ БЕРІКТІК ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Мақалада ірісыныкты топырақтың беріктік қасиеттеріне зерттеулер жүргізуге арналған жазық ығысу құрылғысы қарастырылған, эксперименттер жүргізу және эксперименттік деректерді өңдеу әдістемесі келтірілген. Ірісыныкты топырақтың беріктігінің төмендеуі – оның кернеу күйінің жоғарылауымен жүретіні анықталды. Сонымен қатар, құрылымның беріктік қасиеттерінің біркелкілігін қамтамасыз ету үшін, бөгет денесінің әртүрлі аймақтарында топырақты біркелкі төсеуге қажет. Ірісыныкты топырақтың беріктік қасиеттерінің өзгеруі тастың фракциялық құрамына байланысты, тығыздау дәрежесі бірдей болған кезде, тек ілінісу коэффициентін арттыру арқылы мүмкін болатындығы анықталды.

Тірек сөздер: тас-жер бөгет, ірісынықты топырақ, топырақтың беріктік қасиеттері, жазық ығысу құрылғысы, үлгі қоспасы.

F.Kh. Aubakirova[1], K.S. Dossaliyev[1], K. Ibragimov[1], D.Zh. Artykbaev[1], A.M. Budikova[2]

[1]M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

STUDIES OF THE STRENGTH PROPERTIES OF COARSE-GRAINED SOIL STONE-EARTH DAMS

Abstract. The article considers a plane shear device for conducting studies of the strength properties of coarse-grained soil, provides a methodology for conducting experiments and processing experimental data. It was revealed that a decrease in the strength of coarse-grained soil occurs with an increase in its stress state. At the same time, in order to ensure uniformity of the strength properties of the structure, it is necessary to strive for uniform soil laying in different zones of the dam body. It has been established that a change in the strength properties of coarse-grained soil, depending on the fractional composition of the stone with the same degree of compaction, is possible only by increasing the gearing coefficient.

Keywords: stone-earth dam, coarse-grained soil, strength properties of soil, plane shear device, model mixture.

References

1. Ibragimov K., Ussenkulov Zh.A., Yerimbetov B.T., Baibolov K.S., Kunanbayeva Y.B., Ussenkulova S.Zh. Strength and deformability of large-scale clastic soils // Proceedings of 17ARC «Smart geotechnics for smart societies», 2023. P. 862-866.
2. Petrov, G.N., Radchenko, V.G., Dubnyak, V.A. Krupnooblomochnyye grunty v gidrotekhnicheskom stroitel'stve [Coarse-grained soils in hydraulic engineering]. – St. Petersburg: B.E. Vedeneev JSC VNIIG, 1994. – 236 p., [in Russian].
3. Shabayev, S.N. Vliyaniye krupnosti chastits odnorazmernoy sypuchey zernistoy sredy na prochnostnyye kharakteristiki [Influence of particle size of a uniform loose granular medium on strength characteristics] // Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova [Bulletin of the Magnitogorsk State Technical University named after G. I. Nosov], 2020. Vol. 18, No. 2. P. 62-70, [in Russian].
4. Shabayev S.N., Krupina N.V., Shalamanov V.A., Martel'N.A., Shtark A.I. Metod kosogo sreza dlya opredeleniya prochnostnykh kharakteristik predvaritel'no uplotnennykh krupnozernistykh sred [Oblique cut method for determining the strength characteristics of pre-compacted coarse-grained media] // Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta [Bulletin of the Ural State Mining University], 2020. Vol. 3. P. 115-122, [in Russian].
5. Alimseitov D.N., Gorbachev A.G., Ryspayev B.S., Sagybekova A.O. Izucheniye prochnostnykh kharakteristik krupnooblomochnogo grunta i modeli krupnooblomochnogo grunta [Study of strength characteristics of coarse-grained soil and coarse-grained soil models] // Problemy nauki [Problems of science], 2018. No. 12. P. 34-37, [in Russian].
6. Sainov, M.P. Parametry deformiruyemosti krupnooblomochnykh gruntov v tele gruntovykh plotin [Deformability parameters of coarse-grained soils in the body of earth dams] // Stroitel'stvo: nauka i obrazovaniye [Construction: science and education], 2016. No. 1. P. 15-33, [in Russian].
7. Kozionov V.A., Kuderin M.K., Varlamova L.A., Kul'zhiginov R.K. Otsenka prochnosti glinistykh gruntov s vklyucheniyami dresvy i shchebnya [Evaluation of the strength

of clay soils with inclusions of gravel and crushed stone] // Nauka i tekhnika Kazakhstana [Science and Technology of Kazakhstan], 2007. No. 2. P. 18-26, [in Russian].

8. Kolos A.F., Chistyakov P.A., Leus A.S., Shekhtman Ye.I., Shtykov V.I. Vliyaniye formy zeren shchebenochnogo ballasta na yego prochnostnyye svoystva [Influence of the grain shape of crushed stone ballast on its strength properties] // Byulleten' rezul'tatov nauchnykh issledovaniy [Bulletin of scientific research results], 2017. P. 148-160, [in Russian].
9. Ghorashi S., Khodaparast M., Khodajooyan Q. Compaction Quality Control of Coarse-grained Soils Using Dynamic Penetration Test Results through Correlation with Relative Compaction Percentages // International Journal of Engineering, 2023. Vol. 36 (3). P. 473-480.
10. Fard M.A method for determining hydraulic conductivity and diffusivity of unsaturated soils // Unsaturated Soils for Asia, 2020. P. 375-379.
11. Wu E., Zhu J., Guo W., Zhang Z. Effect of Gradation on the Compactability of Coarse-Grained Soils // Journal of Civil Engineering, 2020. Vol. 24 (2). P. 356-364.
12. GOST 30416-2012 Grunty. Laboratornyye ispytaniya. Obshchiye polozheniya [GOST 30416-2012 Soils. Laboratory tests. General provisions]. – Introduced. 2014-10-03. – Moscow: Standartinform, 2018. – 12 p., [in Russian].
13. GOST 20522-2012 Grunty. Metody staticheskoy obrabotki rezul'tatov ispytaniy [GOST 20522-2012 Soils. Methods of static processing of test results]. – Introduced. 2014-10-03. – Moscow: Standartinform, 2013. – 16 p., [in Russian].
14. GOST 12248.1-2020 Grunty. Opredeleniye kharakteristik prochnosti metodom odnoploskostnogo sreza [GOST 12248.1-2020 Soils. Determination of strength characteristics by the single-plane shear method]. – Introduced. 2020-08-31. – Moscow: Standartinform, 2020. – 24 p., [in Russian].
15. SN RK 3.04-03-2023 Osnovaniya gidrotekhnicheskikh sooruzheniy [SN RK 3.04-03-2023 Foundations of hydraulic structures]. – Introduced. 2023-11-06. – Astana: Committee for Construction and Housing and Public Utilities of the Ministry of Industry and Construction of the Republic of Kazakhstan, 2023. – 46 p., [in Russian].

ҒТАМР 70.17.48:70.17.31:70.17.41

С.Қ. Жолдасов[1] – *негізгі автор,*
Е.Ш. Сейдуллаев[2], М.М. Асылбек[3], Б.О. Турлыбаева[4]

[1]Техн. ғылым. канд., доцент, [2,3,4]Докторант

ORCİD *[1]https://orcid.org/0000-0002-3947-1411 [2]https://orcid.org/0009-0001-9782-0368*
[3]https://orcid.org/0009-0008-6063-6429 [4]https://orcid.org/0009-0009-9421-2568

[1,2,3,4]М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,
Тараз қ., Қазақстан

@ *[1]arnur_68@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/DWOX8304

СЕЛДЕН ҚОРҒАУ ҚҰРЫЛЫМДАРЫН ТОПТАСТЫРУ ЖӘНЕ БӨГЕТТЕРДІ ШАЮДАН САҚТАУ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫ

Аңдатпа. Ғылыми жұмыста сел ағыны орын алуы мүмкін бассейндердің инженерлік топтастырылуы (классификациясы) және су қоймасы қыраттарын селден қорғау құрылымдарының жаңа конструкциялары туралы жазылады.

Нақты берілген жағдайлар үшін тиімді селге қарсы шаралар көп жағдайларда бір-біріне байланысты емес бірқатар айнымалылармен анықталады, олардың ішінде негізгілері болып табылатындары: бассейнде қалыптасатын сел генезисі мен түрі, оның арналық желісінің құрылымы және сел ағынының есептік (максималды) өтімінің мөлшері. Сондықтан, сел процесінің барлық жақтарын қамтитын, сел құбылысының қалыптасуынан бастап – селге қауіпті аумақта орналасқан халық шаруашылығы және рекреациялық нысандарды сел ағынынан қорғауға дейінгі шаралардан тұратын, біртұтас әмбебап селдер классификациясын жасау, іс жүзінде мүмкін емес. Әмбебап топтастыруды жасауға болады, тек, мысалы – генетикалық немесе тасындылық және т.б.

Қарқынды және ұзақ нөсер жаңбыр жаууы нәтижесінде туындайтын сел ағыны қалыптасуымен күресудің ең тиімді шаралары – бұл, нөсер жаңбыр суларын реттеу, арынын төмендету және оны жайылтып жіберу. Бұл мақсат үшін келесі қорғау жұмыстары қаралады, яғни, – тау немесе су қоймасы қыраты бөліктерінде бұталар мен шөптесін отырғызу, оларды шағын каналдар түрінде террасаларға бөлу, сел ағынын бір-біріне қосатын және бұратын канал-қазындылар, топырақтың құнарлы қабатын сақтау және дамыту, және де басқа тау қыраттарын эрозиядан қорғауға бағытталған әртүрлі шаралар жүргізіледі.

Тірек сөздер: сел, сел ағыны алабы, сел ағыны алаптарын инженерлік топтастыру, сел құбылысы, бассейндегі сел ағындарының қалыптасу генезисі, қойма бөгеттерін селден қорғау, инженерлік селден қорғау құрылымдары конструкциялары.

Жолдасов, С.Қ. Селден қорғау құрылымдарын топтастыру және бөгеттерді шаюдан сақтау конструкциялары [Мәтін] / С.Қ. Жолдасов, Е.Ш. Сейдуллаев, М.М. Асылбек, Б.О. Турлыбаева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.257-269. https://doi.org/10.55956/DWOX8304

Кіріспе. Сел ағыны алаптарын (бассейндерін) топтастырудың алғашқы ұмтылысы француздық инженер Сюррельмен жасалды, ол 1848 жылы сел құбылысына бағышталған алғашқы ғылыми еңбекті жариялады. Одан кейінгі

өткен уақыттарда әртүрлі авторлармен, сел ағындары және сел бассейндерін жеке, жалпы және өңірлік топтастырудың бірнеше түрлері ұсынылды. Сел құбылысының барлық аспектілерін қамтитын әмбебап (универсалды) классификациясын ұсынуға талпыныс жасалды. Бірақ ұсынылған топтастырулардың бірі де, табиғи жойқын-апаттық үдерістердің әмбебап классификациясына қойылатын барлық талаптарды қанағатандыра алмады.

Сел ағыны мен сел алаптарының жаңа классификациясын жасауға ұмтылыс әліге дейін жалғасып келеді. Олардың әрбіріне талдау жасауға мүмкіндік бола бермейді. Сел құбылыстарының әмбебап классификациясын жасау неге үнемі аяқталмай отырды, соған тоқталсақ.

Осы мәселемен айналыстатындардың пікірінше, сел ағыны мен алаптарының әмбебап классификациясын жасауға қол жетпеудің себебі мынада, сел ағындарының қалыптасуы, қозғалысы және шөгуі – көпфакторлы және көпкомпонентті, сонымен қатар сел ағыны түзілуі мен ағып өтуіне қатысатын жеке факторлардың арасында, бірмәнді және де көп мәнді байланыстылықтар жоқ, ал сел құбылысының тұтас бірқатар компоненттері арасында корреляциялық байланыстар жоқ. Мысалы, сел бассейнінің сипаттамалары ол алаптағы түзілетін селдің сипаты мен көлемін барлық уақытта дерлік анықтай бермейді: сел ағындарының қайталанғыштығы олардың генезисі мен типіне байланысты емес, одан бөлек, соңғылары қаралатын сел бассейнінде қалыптасатын әртүрлі сел ағындары үшін әрқалай болуы ықтимал (мысалы, кіші Алматы өзенінің алабы және т.б.).

Нақты берілген жағдайлар үшін тиімді селге қарсы шаралар, көп жағдайларда бір-біріне байланысты емес бірқатар айнымалылармен анықталады, олардың ішінде негізгілері болып табылады: бассейнде қалыптасатын сел генезисі мен түрі, оның арналық желісінің құрылымы және сел ағынының есептік (максималды) өтімінің мөлшері.

Сондықтан, сел процесінің барлық жақтарын қамтитын, сел құбылысының қалыптасуынан бастап – селге қауіпті аумақта орналасқан халық шаруашылығы және рекреациялық нысандарды сел ағынынан қорғауға дейінгі шаралардан тұратын, біртұтас әмбебап селдер классификациясын жасау, іс жүзінде мүмкін емес. Әмбебап топтастыруды жасауға болады, тек, мысалы – генетикалық немесе тасындылық және т.б.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Біз бұл жұмыста практикалық мақсатта сел құбылыстарының әмбебап классификациясын – селге қарсы шараларды іске асыру, мәселесін қарастырамыз. Бұрындары мұндай топтастырулар жүйелі жүргізілмеді. Сонымен қатар, сел құбылыстарымен күресу, таулы жерлерде және тау бөктерінде адам қызметі нысандары мен адамдардың өздерін қорғау, іс жүзінде негізгі және бүкіл сел зерттеулерінің тұйықтаушы мақсаты болып табылады.

Сел қаупі бар ауданда орналасқан нысандарды сел ағынынан қорғау талаптары мен селге қауіпті өзен алабының жағдайында сел құбылысымен күресу шараларының тиімділігі мен техникалық дұрыстығы тұрғысынан отандық және әлемдік практикада қолданылатын – селге қарсы жүргізілетін негізгі шараларды қарастыру және талдау беру қажет.

Инженерлік селден қорғау шараларынан тұратын, селге қарсы жүргізілетін жұмыстарды іске асыруда дифференциалды тәсілдерді талап ететін, селге қауіпті жағдайлардың негізгі құраушыларын талдау, осы жағдайларды анықтайтын факторларды, келесі төрт топқа жатқызуға мүмкіндік береді:

1) алаптағы (бассейндегі) сел ағындарының қалыптасу генезисі: селдің қалыптасу себептері және сел қалыптасуының механизмдері;

2) сел жүру процестері сипатын, сел қозғалысы және оның шөгінділерінің режимдерін анықтайтын, сел ағыны қалыптасу бассейні мен оның арналық желісінің түзілімі;

3) селдің пайда болу масштабы, оның ішінде: сел ағыны жиегінің, өтімдерінің, көлемдерінің, жылдамдығы мен тығыздығының шамалары; тасымалданатын жартасты кесектерінің мөлшерлері, қаралатын бассейндегі сел болуының қайталанғыштығы;

4) сел болу қаупіне ұрынатын нысандардың сипаты, орналасуы және маңыздылығы.

Селден қорғау және селге қарсы шараларды іске асыру тұрғысынан осы көрсетілген топтардағы мәселелерді жан-жақты қарастырамыз. Сел қалыптасуы себептерін жоюға және оның қуатын төмендетуге бағытталған (факторлардың бірінші тобы) қарқынды селге қарсы шараларды жіктеуден бастаймыз.

Қарқынды және ұзақ нөсер жаңбыр жаууы нәтижесінде туындайтын сел ағыны қалыптасуымен күресудің ең тиімді шаралары – бұл, нөсер жаңбыр суларын реттеу, арынын төмендету және жайылтып жіберу. Бұл мақсат үшін келесі қорғау жұмыстары қаралады, яғни, – тау қыраты бөліктерінде бұталар мен шөптесін отырғызу, оларды террасаларға бөлу, сел ағынын бір-біріне қосатын және бұратын ор-қазындылар, топырақтың құнарлы қабатын сақтау және дамыту, және де басқа тау қыраттарын эрозиядан қорғауға бағытталған әртүрлі шаралар жүргізіледі.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Еліміздің таулы өңірлеріндегі солтүстік бағыттағы қыраттары үшін сипатты су-қар ағындарының қалыптасуының алдын алу мақсатында – жоғарыда аталған шараларға қосымша мына жұмыстарды жасауға болады: арналық қарда судың жиналуының алдын алу үшін қар қабатын кәріздеу, қар опырылмаларын жасанды түсіру, ең көп жиналатын жерінде еріген суларды тұту, бұру; және де ағынды реттеу үшін қар арнасын кеңейту, түзулендіру және тазалау.

Селде қорғау бойынша инженерлік құрылымдарды құруда екі бәсекелес бағытты бөліп көрсетуге болады: қорғалатын нысандардан жоғарыда сел ағынын тоқтату үшін гидротехникалық селге қарсы құрылымдарды тұрғызу, ия болмаса қорғалатын нысандарға залал келтірмей, солар арқылы инженерлік құралдар көмегімен сел ағындарын өткізуді ұйымдастыру.

Бұған ұқсас мүмкіншіліктер жоқ бассейндерде, қолайсыз геологиялық түзіліс және селге қауіпті арналардың жағалары күйі салдарынан, осы мақсат үшін жарамды орындарда жалғыз бөгет құрылымдарын салу жолымен сел ағынын тұтуды ұйымдастыру мүмкіндіктерін қарастыру қажет. Осыған ұқсас сел ағынын тұту учаскелері тиімді болуы ықтимал, және келесі талаптарды қанағаттандыруы керек:

1. Арнасының табаны мен жағалары шайылмайтын геологиялық тұрғыда орныққан, бөгет құрылымы үшін тұстама таңдалып алынады.

2. Сел ағынын тұтушы бөгеттің тұстамасының екі ернеуі бойынша жақтамаларының биіктігі – сел ағынының ең жоғарғы біруақтылық көлемін тұту үшін жеткілікті. Бөгеттің жинау (аккумуляциялық) көлемі толығымен толтырылған соң, оның биіктігі бойынша бөгет жотасын одан ары көтеру мүмкіндігі болады.

3. Бөгет тұстамасын таңдау кезінде берілген бассейн жағдайындағы сел ағынының максималды көлеміне бөгеттің жоғарғы бьефінде тасындылар жиналуын ескерген жөн.

Сел ағынын тұту бөгеті құрылымының учаскесі құрылыс алаңшасын ұйымдастыру үшін қолайлы болуы тиіс: құрылыс материалдары мен жабыдқтарды жеткізуге, оларды қауіпсіз қамба жинауға, және де жұмыстар өндірісін қауіпсіз қамтамасыз ету мен қауіпті жағдай болған кезде (су тасуы, сел, опырылу және т.б.) қызметкерлерді эвакуациялау мүмкіндігі.

4. Тұстамадағы бөгет құрылымын былай ұйымастыру керек, бөгет денесі мен ернеулеріне сел ағынының жанамалай соққысын болдырмау керек; бөгеттің қимасы судың келу арнасына салыстырмалы, мүмкіндігінше перпендикуляр жасау немесе соған жақын етіп селден қорғау құрылымын жобалау керек.

5. Сел ағынын тұту бөгетінің құрылымы үшін учаскеге қойылатын талаптардың бірі – жоғары тиімділікпен және аз шығындармен төменгі бьфеке бөгет денесі арқылы сел ағынының сулы құраушылары мен содан пайда болатын тұрмыстық тасқын суларын бұрып әкету құрылымын орнату мүмкіндігі болып табылады.

Жоғарыда көрсетілген техникалық (1, 4) және техникалық-экономикалық (2, 3, 5) талаптарды сақтаған кезде, жалғызілік сел ағынынан қорғау бөгеттері селдің кез-келген біруақыттық болатын шектеусіз өтімдерін есептеуге мүмкіндік береді.

Сел ағындарының бассейнде қалыптасуының сандық мәндеріне байланысты селге қарсы шаралардың сипаты мен түрлерін, яғни олардың динамикалық сипаттамалары мен көлемдерін анықтайтын, факторлардың үшінші масштабтық тобын қарастырамыз.

Селдерді масштабы жағынан, олардың пайда болуы генезисіне және құрылымдық-реологиялық типтері мен олардың қайталанғыштығына қарамастан, үш басты топқа бөлуге болады:

1) жылдамдығы 1-1,5 м/с, бірмезгілдік ағын көлемі 2-3 мың $м^3$, өтімі 15-20 $м^3/с$ және тасымалданатын кесектердің ең үлкен мөлшері 20-30 см болатын – шағын көлемдегі сел ағыны;

2) өтімі 100 $м^3/с$-ке дейін, бірмезгілдік ағын көлемі 30-50 мың $м^3$ және тасымалдайтын кесектерінің мөлшері 1 м-ге дейін, орташа қуаттағы сел ағындары;

3) жоғарыда орташа сел ағыны үшін көрсетілген мәндерден сандық сипаттамалары әлдеқайда асып түсетін өте қуатты (өте көп мөлшердегі) сел ағындары.

Қуаттылығы және көлемділігі (масштабтығы) категориясы бойынша селдерді бөлу (дифференциациясы), негізінен, халық шаруашылығы нысандарын селдерден тікелей қорғауға бағытталған, құны өте қымбат гидротехникалық шараларды іске асыру кезінде бастапқы деректер ретінде қызмет етуі керек.

Сел ағынын қалыптастырушы бассейндердің генетикалық, масштабтық және басқа сипаттарына сәйкес келетін, жоғарыда аталған негізгі селге қарсы шаралар мен құрылымдар, селмен күресуге бағытталған шаралардың инженерлік классификациясы үшін базалық негіз болып табылатын келесі ведомост-кестеге жинақталған.

Кесте 1

Әртүрлі селмен күресу шараларының қолданылуы бойынша оптимальді облыстары

Р/с	Болуы мүмкін селге қарсы жүргізілетін шаралар	Сел ағыны қалыптасуының генетикалық жағдайлары, сел бассейндері мен ағындарының, және де қорғалатын нысандардың ерекшеліктері және сипаттамалары, берілген селмен күресу шараларының тиімділігі мен қолданылуы
1	2	3
А. Профилактикалық (алдын алу)		
1	а) таулы қыраттарға ағаш және бұталар отырғызу, қалың шөптесін егу б) арналық орман ағаштарын отырғызу	Өсімдік қабатының дамуы мүмкін, табиғи жағдайларына байланысты, сел ағыны түзілуі генезисі мен оның қозғалу ерекшеліктеріне тәуелсіз, барлық сел жүруге қауіпті бассейндер. Тау жыныстары бүлінуі өнімдерінің қайнар ошағы немесе қозғалу траекториясы болып табылатын тау өзендері бассейндерінде ерекше тиімді болады. Эрозиялық-арналық сел ағыны қалыптасуының барлық бассейндері.
2	Қыраттарды трассаларға бөлу	Сел ағынын реттеу, қыраттардағы бүлінген топырақ қабаттарын қалпына келтіру, және де орман отырғызуды құптайтын шараларды қажет ететін, эрозиялық-қыраттық сел ағыны қалыптасуының бассейндері.
3	Сел ағыны қалыптасуының ошақтарын бекіту (биологиялық, гидрофобты жабындармен және т.б. құралдармен)	Тау жыныстарының құлауы, опырылуы және ыжлжуы есебінен сел ағынының қалыптастыру ошақтары болып табылатын, және де көміліп қалған мұздарды басып көмкеретінморендік мұздықтар.
4	Жағалық массивтер мен шеткі морендердің селге қауіпті кезеңге дейін мәжбүрлеп құлату	Орнықсыз тау жыныстары арнасында жағалық шайылу мен құлау ошақтары болып табылатын учаскелер, көмілген мұздарды жауып тұратын морендік мұздықтардың шеткі учаскелері, және де табиғи немесе техногендік іс әрекет әсерімен туындаған арнамаңылық және арналық борпылдақ кесекті материалдардың гравитациялық өнімдер жиынтығы.
5	Селге қауіпті кезеңге дейін орнықсыз (опырылмалық, үймелік, құлаған және жылжитын) көларалық морендік аралшалар мен арналық бітелістерді аршу	Гляциальді сел ағынының жарылып қалыптасу бассейндері және борпылдақ кесекті материалдың барлық арналық жиналу түрлері, кептеліс, үйінді пайда болатын селаралық кезеңдегі, селге қауіпті арналардың барлық бітелген кептелістері.
6	Берілген деңгейде немесе басқа да жолдармен (сифондар, кәріздер және т.б.) мұздық көлдердің деңгейін суын бұру арқылы реттеу (төмендету)	Ыстық жаз айларында қарқынды еру кезеңінде қауіпті деңгейге жететін, мұздық көлдердің жарылуы салдарынан сел ағындарының қалыптасуы мүмкін бассейндер.

1-кестенің жалғасы

1	2	3
7	а) маусымдық қар еру мөлшерін шоғырландыру және жеке учаскелерде қар еруді жасанды үдету (қар бетін қара түске бояу және т.б.) жолымен басқару; б) мұздықтарды көлеңке түсіру жолымен бәсеңдету (бұлттылықты елестетін түтін перделерін жасау); в) көктемгі қар еруі алдында қар қорларын реттейтін, қарды тоқтату қалқандарын орнату	Қарқынды көктемгі қар еруі нәтижесінде сел ағындары қалыптасуы мүмкін (жиі жылы нөсер жаңбырмен бірге), оның ішінде су-қар аралас ағындар. Мұздықтарының ауданы ауқымды гляциальді сел қалыптасуы бассейндері, қарқынды күн радиациясы кезеңдерінде (селге қауіпті кезеңнің күндізгі уақытында). Көктемгі қар еруі нәтижесінде, су-қар аралас ағындармен қоса, қалыптасатын сел ағыны бассейндері.
8	Күннің бұлттылығына белсенді әсер ететін нөсерлі жауын-шашынның қарқындылығы мен ұзақтығын төмендету (сұйық жауын-шашынды қатты және басқа да бұлттылықты басқару әдістеріне алмастыру)	Селдердің пайда болу ошақтары және оның қатты материалдармен толысуы көзі болып табылатын өте биік аймақтардағы сұйық түрінде (жылы нөсер жаңбыры) қарқынды және ұзақ жаңбыр түсуімен сипатты, селге қауіпті кезеңдердегі нөсер және аралас сел ағыны қалыптасу бассейндері.
9	Тау қыраттарында мал бағуды реттеу	Эрозиялық сел ағыны қалыптасуының селге қауіпті қыраттарында топырақтың құнарлы қабатын сақтау және қалпына келтіру үшін.
10	Агротехникалық шаралар (тау қыраттарының дұрыс өңделуін ұйымдастыру)	Эрозиялық сел қалыптасуы бассейндері, оларда қыраттарды дұрыс емес (тігінен) өңдеу (құнарлы қабатын жырту) жаңа эрозияға ұшырайтын жүйектер мен арналардың қалыптасуына – яғни, сел жүруінің потенциалды жолдарын ашуға ықпал етеді.
11	Сел ағындарымен жолдардың және егістіткердің көмілген бөліктерін, елді мекендерді, арналарды толу өнімдерінен тазалау	Эксплуатациялық шара, селдік әрекеті шамалы ғана бассейндерде негізгі ретінде тиімді, ал сел жүруге өте өарқынды бассейндер үшін – қосалқы шара.
12	Шаруашылық, рекреациялық және де басқа қызметті жартылай немесе толық тоқтатып, заказниктер (қорықтар, дем алу орындарын) ұйымдастыру	Сел ағындары немесе адамның іс-әрекеті салдарынан табиғи жаратылыс жағдайлары соншалықты бүлінген бассейндер, оларды одан ары да игеру – едеуір материалдық шығындарға, адам өліміне немесе бассейннің табиғи ландшафтының бүлінуіне алып келуі мүмкін.
13	Радиосигналдандыру қолданып автоматты жұмыс істейтін құрал және аспаптармен сел ағынының қозғалуы туралы қысқа уақыттық алдын алу шаралары (апатқа қарсы шаралар)	Сел ағындарының өтуі жүретін бассейндер адам өлімі және ауқымды материалдық шығындармен қауіп келтіреді, және қорғалатын нысандарға сел ағыны таянғанға дейін он минут қалғанда сел ағыны қозғалысы туралы сигнал беру мүмкіндігі бар аумақтар.

1-кестенің жалғасы

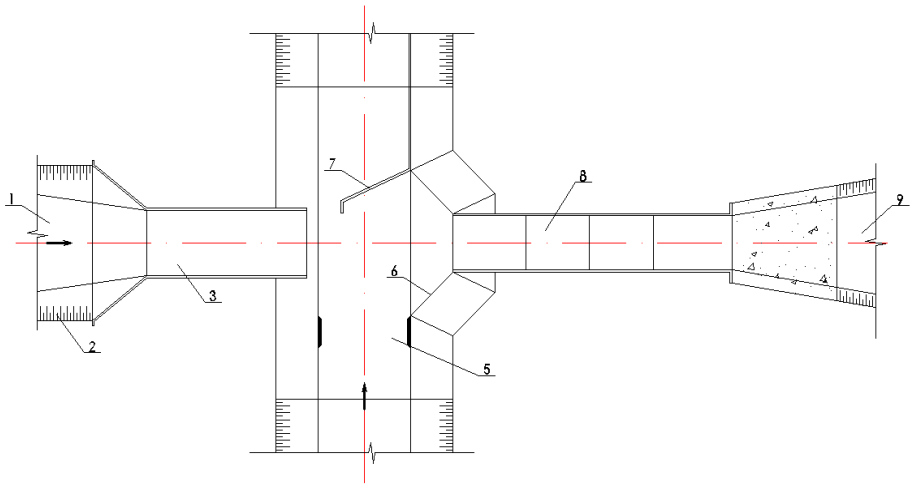
1	2	3
14	Селге қауіпті бассейндерде халық шаруашылығы және рекреациялық бағыттағы нысандарды тиімді және қауіпсіз орналастыру	Барлық селге қауіпті бассейндер.
	Б. Инженерлік құрылымдар мен имараттар	
1	а) сел ағынын тұтқыш плотинлар (бөгеттер)	Қажетті көлемде сел ағындарын тұтуды іске асыруға мүмкіндік беретін учаскелері бар бассейндер, және қорғалатын нысандардан жоғарыда сел ағынын тұтушы бөгеттің құрылымы үшін геологиялық орныққан тұстамалар.
	б) арнаны тұрақтандыратын және тасынды тұтқыш тоған жүйелері (каскадтары)	Сел ағыны өнімдері есебінен берілген учаскеде арнаның бойлық еңістігін төмендету мақсатында бір-біріне «тежелетін» жүйені тұрғызуға мүмкіндік беретін едеуір ұзындықтағы (200-300 м) арналық учаскелері бар бассейндер.
2	а) сел ағынын өткізу көпірлері	Шағын арқалықты (бір арқалықты – ең тиімді) биіктігі мен енін ескеріп селдің транзиттік қозғалысы мен өткізу мүмкіндігін қамтамасыз ететін, қиылысу учаскесіндегі арнаның бойлық еңістіктері болған кезде желісті нысандар (темір және автомобиль жолдары) арқылы сел ағынын өткізуге арналған.
	б) сел ағынын өткізу эстакадалары	Аймақтың ені едеуір (жүз метр және одан да ұзақ) болған кезде сел ағыны шөгінділері ауданында желісті нысандардың сел ағу арналарымен қиылысуы міндетті болатын және 2а схемасы бойынша көпірмен ағынды өткізу үшін оны тарылту мүмкін еместігі (тиімсіздігі).
	в) сел ағынын өткізу каналдары, науалар және жасанды арналар	Елді мекендер және басқа да жинақталған нысандар арқылы сел ағыны өтімін өткізу үшін, сел ағынының транзиттік қозғалысы үшін бойлық еңістіктің жеткіліктілігі және каналдарға қажетті қима беру мүмкіндігі.
	г) жоталық сел ағызғыштар	Қуаты шамалы ғана (ең жоғарғы өтімдері секундына ондаған текше метрден аспайтын) сел жүру кезінде жол жолағы және канал үстінен топографиялық жағдайлары бойынша сел ағынын өткізу мүмкін бассейндер.
3	Сел ағынын бағыттаушы, селді шектеуші және сел ағынын бұрып әкетуші дамбылар	Қажетті бағытта (негізінен көпірлерге таяну және одан шығу жерлерінде) сел ағындары қозғалысын тіркеу және оларды қорғалатын нысандардан бұрып әкетуге арналған.
4	Жартылай тоғандар, шпоралар, тежеу қабырғалары, белдеулер, габиондар және басқа да бекіткіш және сел күшін қайтарғыш құрылымдар	Қорғалатын жағалардан сел ағынын бұрып әкетуге, арналар мен жағаларды бекітуге, орнықпаған және жұмсақ қыраттарды қатайтуға арналған.

Сел ағынын өткізу құрылымдарында селдік тасқын су өтімі қауіпсіздігін жеңілдету мақсаты қойылып, оның жаңа конструкциясына өнертабысқа өтінім берілді.

Ол үшін суландыру каналындағы сел ағызғыш науасының алдына жоспарда тарылып келген шамалы телім (учаске) жасайды және сел ағынын ағызып әкететін бетон шпора орнатылады. Сел ағынын өткізу құрылымы жаңа түрін жасау үшін, біршама ғылыми еңбектер қаралды [12].

Сел ағынын өткізу құрылымы сел ағу өзені арнасынан *1* (1-сурет), жалғастыру бөгетшесінен (дамбы) *2*, сел ағызу науасынан *3*, тарылған бөліктен *4*, суландыру каналынан *5*, осы каналдағы өзен арнасынан *6*, бетон шпорадан *7*, сел ағынын тастағыштан *8* және суды алып кету арнасынан *9* тұрады [13].

Сел өткізу құрылымы былай жұмыс істейді. Сел ағыны суландыру каналы *5* арнасына түседі, о жерде тасындылармен көміліп қалуы мүмкін. Сондықтан тасындыларды тұтып, сел ағынын сел тастағышқа *8* жіберу шараларын қарастырады, ағын ары қарай суды алып кету арнасына *9* ағады. Бұл үшін суландыру каналында *5* сел ағызғыш *3* науасы алдында шамалы тарылған бөлік *4* жасайды (су жылдамдығын көтеру үшін) және селағызғыш науасынан *3* кейін арнадан кейінгі арада суландыру каналында *6* оның осіне 60^0 бұрышпен 0,5h биіктікте (мұнда h – каналдағы орташа тереңдік) бетон шпора орнатылады. Тарылған бөлік *4* әсерінен каналдағы су жылдамдығы артады, соның салдарынан тасындылардың қозғалу жылдамдығы да өседі, ал бұрышпен орнатылған бетон шпора *7* сел ағыны тасындыларын, еңістігі үлкен сел ағызғышқа бағыттайды. Сел ағынының бүкіл өтімі сел тастағыққа *8* түсіп, одан ары суды алып кету арнасына *9* ағады. Суландыру каналы *5* шамалы ғана өтімін жоғалтып жолын жалғастырады, бірақ өз арнасын тазалап қана қоймай, сел ағынын да өткізіп жібереді.



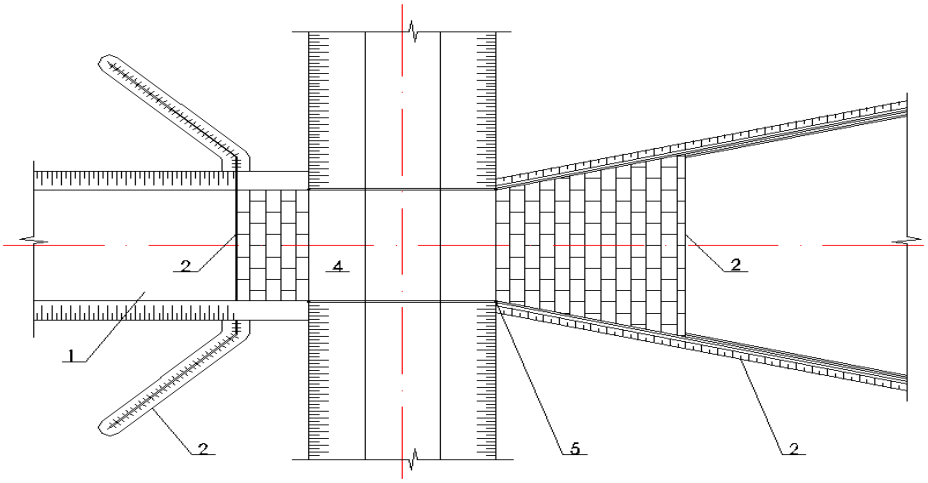
Сурет 1. Сел ағынын өткізу құрылымы

Тағы да бір өнертабысқа өтінім беріліп, инновациялық патент алынды. Жаңа құрылым конструкциясын алу үшін бірнеше ғылыми еңбек талданды [12,14-18].

Өнертабыс [19] ерекшелігі сонда – оның кіру бөлігі *1* «воронка» тәріздес (2-сурет), табаны мен дамбысы *2* бекітілген, құрылымға сел ағынын қалыпты таянуын қамтамасыз ететін және оның каналды *4* айналып

құрылымға жарып шығуын тоқтататын, табалдырық ретінде жұмыс істейтін, сел ағыны арнасының науасына көлденең қойылған шпораның *3* болуы; оның шығу бөлігі де бөгетшелермен (дамбылар) *3* бекітіліп қоршалған; науаның жоғарғы және төменгі жақтарынан сел ағынының арнасы *4* тереңдігі 4 м-ге дейін қада-тіспен *5* қиылысады, олар шайылуының алдын алады; науаны әдетте үгітілуге жақсы қарсылық білдіретін материалмен қаптайды; құрылымның еңістігін әдетте сел ағыны арнасы еңістігінен үлкен етіп қабылдайды (құрылымнан тыста), мұның мақсаты – құрылым алдындағы тосқын-тасындылар өнімдері жиналуының алдын алу болып табылады. Сел өткізгіштің науасын әдетте төбесін плитамен жаппайды, бұл оның ішінде сел кептелістерін болдырмау үшін жасалады. Сел ағынын өткізу құрылымының осін түзу сызықты етіп жобалайды. Құрылымның конструкциясы қарапайым, құрастыру қиынға соқпайды, сел ағынын өткізумен қатар, қоршаған ортаға келетін зиянды төмендетіп, экономикалық тұрғыда сел зардаптарын болдырмауы салдарынан, миллиондаған қаржы пайда келтіреді.

Қазақстанның таулы және тау бөктері аймақтары (Алматы, Жетісу, Шығыс Қазақстан, Жамбыл және Түркістан облыстарындағы) үшін таптырмас құрылымдар болып табылады, жаңа конструкциялы сел ағынын өткізу құрылымдарын өндіріске енгізу құрылыс мекемелерінің еншісінде.



Сурет 2. Сел ағынын өткізгіш

Қорытынды. Селде қорғау бойынша инженерлік құрылымдарды құруда екі бәсекелес бағытты бөліп көрсетуге болады: қорғалатын нысандардан жоғарыда сел ағынын тоқтату үшін гидротехникалық селге қарсы құрылымдарды тұрғызу, ия болмаса қорғалатын нысандарға залал келтірмей, солар арқылы инженерлік құралдар көмегімен сел ағындарын өткізуді ұйымдастыру. Осыған ұқсас мүмкіншіліктер жоқ бассейндерде, қолайсыз геологиялық түзіліс және селге қауіпті арналардың болуы күйі салдарынан, осы мақсат үшін жарамды орындарда жалғыз бөгет құрылымдарын салу жолымен сел ағынын тұтуды ұйымдастыру мүмкіндіктерін қарастыру қажет.

Сел ағынын қалыптастырушы бассейндердің генетикалық, масштабтық және басқа сипаттарына сәйкес келетін, жоғарыда аталған негізгі селге қарсы шаралар мен құрылымдар, селмен күресуге бағытталған шаралардың инженерлік классификациясы үшін базалық негіз болып табылатын сипаттар

ведомост-кестеде берілген. Сонымен қатар, Тараз университеті ғалымдарымен жасалған сел ағынын тұтқыш құрылымдардың жаңа конструкцияларының нобайы мен жұмыс істеу тәртібі келтіріледі.

Әдебиеттер тізімі

1. Yerzhanova N.K., Mussin Zh.A., Dzholdasov S.K., Altynbekova A.D. Critical section and critical depth in open flows finding device // Magazine of Civil Engineering, 2017. No. 8.
2. Байжигитова, М.Т. Тікбұрышты арналы қиманың бұжырлық коэффициентін тәжірибелік жолмен анықтау [Мәтін] / М.Т. Байжигитова, А.А. Кадырбекова // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Менеджмент качества: поиск и решения». – г. Лос-Анджелес (Калифорния, США), 2020.
3. Жолдасов, С.Қ. Ашық арналар гидравликасы [Мәтін] / С.Қ. Жолдасов. 2-басылым. – Алматы: Эверо, 2017. – 164 б.
4. Койбаков, С.М. Проблемы экспулатации гидротехнических и мелиоративных объектов в сложных природно-климатических условиях [Текст] / С.М. Койбаков. – Тараз: Тараз университеті, 2003. – 255 с.
5. Койбаков, С.М. Снегозаносимость каналов и меры по ее предупреждению [Текст]: дис. … канд. техн. наук / С.М. Койбаков. – Павлодар, 1987. – 197 с.
6. Карнович, В.Н. О нагрузках на гидротехнические сооружения от запорных и заторных масс льда и устройстве сечения канала, не заносимого снегом [Текст] / В.Н. Карнович [и др.]. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 309 с.
7. Джангиров, В.А. Роль инженерных изысканий в освоении гидроэнергетических ресурсов государств содружества [Текст] / В.А. Джангиров // Гидротехническое строительство. – 2002. – № 3. – С. 3-5.
8. Киселев, П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам [Текст] / П.Г. Киселев [и др.]. – М., 1984. – 312 с.
9. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа [Текст] / Л.Г. Лойцянский. – М.: Наука, 1978. – 848 с.
10. Одрва, Т.В. Гидрофизика водоемов суши [Текст] / Т.В. Одрва. – Л.: Гидрометоиздат, 1979. – 312 с.
11. Флейшман, С.М. Предложения по созданию инженерной классификации селей [Текст] / С.М. Флейшман, И.Б. Сейнова // Проблемы противоселевых мероприятий. – 1984. – С. 7-24.
12. Гидротехнические сооружения [Текст] / под ред. Н.П. Розанова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 383 с.
13. Джолдасов, С.К. Селепропускное сооружение [Текст] / С.К. Джолдасов, С.М. Койбаков, Н.Т. Карабаев // Патент на полезную модель РК №2760. 2017.
14. СНиП РК 3.04-01-2008. Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования [Текст] / [?].
15. СНиП РК 3.04-40-2006. Нагрузки и воздействия на ГТС [Текст] / [?].
16. СН 58.13330.2012. Гидротехнические сооружения. Основные положения [Текст] / [?].
17. Қожамқұлова, Г.Е. Бьефтердің жалғануы аймағындағы энергия түрленуі [Мәтін] / Г.Е. Қожамқұлова, С.Ж. Тәттібаев, С.Т. Жарылкапов // Материалы Международной научно-практической конференции «V Уркумбаевские чтения». – Тараз: Тараз университеті, 2019. – С. 110-113.
18. Joldassov, S.K., Sarbassova, G.A., Bekmuratov, M.M., Smailov, B.S., Rustem, E.I., Zholamanov, N.Z., Yangiev, A.A. New constructions of sediment exclusion works // Series of Geology and Technical Sciences, 2019. Vol. 6 (438).
19. Джолдасов, С.К. Селепровод [Текст] / С.К. Джолдасов, С.М. Койбаков, Н.Т. Карабаев // Патент полезную модель РК №2761. 2017.
20. Абдураманов, А.А. Механика жидкости [Текст]: учебное пособие, 2-е издание / А.А. Абдураманов. – Караганда: ТОО «Medet Group», 2020. – 266 с.

21. Сейдуллаев, Е. Селепропускное сооружение предназначенный для безопасности окружающей среды [Текст] / Е. Сейдуллаев, С. Жигитова // Theoretical and Applied Aspects of the Application of Modern Science / Abstracts of V International Scientific and Practical Conference. – Tokyo, Japan, 2022. – P. 480-483.
22. Джолдасов, С.К. Новая конструкция селепропускного сооружения [Текст] / С.К. Джолдасов, Б.Б. Успанова, Е.Ш. Сейдуллаев // Инновационные и практические решения ускоренного восстановления продуктивности деградированных орошаемых земель: Международная научно-практическая конференция. – Тараз, 2022. – С. 224-226.

Материал редакцияға 26.08.24 түсті.

С.К. Жолдасов[1], Е.Ш. Сейдуллаев[1], М.М. Асылбек[1], Б.О. Турлыбаева[1]

[1]Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

КЛАССИФИКАЦИЯ СЕЛЕЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ЗАЩИТА ПЛОТИН ОТ РАЗМЫВА

Аннотация. В статье освещаются инженерные группировки (классификации) бассейнов, в которых может происходить селевой поток, и новые конструкции селезащитных сооружений.

Эффективные противоселевые меры для конкретных заданных случаев во многих случаях определяются рядом несвязанных переменных, основными из которых являются: генезис и тип селевого потока, образующегося в бассейне, структура его канальной сети и размер расчетного (максимального) селевого потока. Поэтому практически невозможно создать единую универсальную классификацию сел, охватывающую все стороны селевого процесса, состоящую из мер от формирования селевого явления – защиты от селевого потока хозяйственно-рекреационных объектов, расположенных на селеопасной территории. Можно сделать универсальную группировку, только, например-генетическую или каменную и т.д.

Наиболее эффективными мерами борьбы с образованием селевых потоков, возникающих в результате интенсивных и продолжительных ливневых дождей, являются регулирование ливневых вод, снижение напора и его распределение. Для этой цели рассматриваются следующие охранные работы, т.е. – посадка кустарников и трав в частях горного или водораздельного хребта, разделение их на террасы в виде небольших каналов, каналов соединяющий и отводящий селевой поток, сохранение и развитие плодородного слоя почвы, а также проводятся различные мероприятия, направленные на защиту откосов других сооружений от эрозии.

Ключевые слова: сель, бассейн селевых потоков, инженерная классификация селевых бассейнов, селевые явления, генезис формирования селевых потоков в бассейне, селезащитные мероприятия плотин, инженерные конструкции селезащиты.

S.K. Joldassov[1], E.Sh. Seydullaev[1], M.M. Asylbek[1], B.O. Turlybayeva[1]

[1]M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

CLASSIFICATION OF FLOOD PROTECTION STRUCTURES AND PROTECTION OF DAMS FROM EROSION

Abstract. The scientific work highlights engineering groupings (classifications) of basins in which mudflow can occur, and new designs of mudflow protection structures.

Effective anti-mudflow measures for specific specified cases are in many cases determined by a number of unrelated variables, the main of which are: the genesis and type of mudflow formed in the basin, the structure of its channel network and the size of the estimated (maximum) mudflow flow. Therefore, it is practically impossible to create a single universal classification of villages covering all sides of the mudflow process, consisting of measures against the formation of a mudflow phenomenon – protection from the mudflow of economic and recreational facilities located in a mudflow-prone area. You can make a universal grouping, only, for example, genetic or stone, etc.

The most effective measures to combat the formation of mudflows resulting from intense and prolonged heavy rains are the regulation of stormwater, pressure reduction and its distribution. For this purpose, the following conservation works are considered, i.e. – planting shrubs and grasses in parts of a mountain or watershed ridge, dividing them into terraces in the form of small channels, channels connecting and diverting mudflow, preservation and development of a fertile soil layer, as well as various measures aimed at protecting the slopes of other structures from erosion.

Keywords: mudflow, mudflow basin, engineering classification of mudflow basins, mudflow phenomena, genesis of mudflow formation in the basin, mudflow protection measures of dams, engineering structures of mudflow protection.

References

1. Yerzhanova N.K., Mussin Zh.A., Dzholdasov S.K., Altynbekova A.D. Critical section and critical depth in open flows finding device // Magazine of Civil Engineering, 2017. No. 8.
2. Baizhigitova, M.T., Kadırbekova A.A. Tikburıştı arnalı qïmanıñ bujırlıq koéfficïentin täjirïbelik jolmen anıqtaw [Experimental determination of the roughness coefficient of a rectangular channel section] // Materïalı VI Mejdwnarodnoy nawçno-praktïçeskoy konferencïï «Menedjment kaçestva: poïsk ï reşenïya» [Materials of the VI International Scientific and Practical Conference "Quality Management: Search and Solutions"]. – Los Angeles (California, USA), 2020, [in Kazakh].
3. Joldasov, S.Q. Aşıq arnalar gïdravlïkası [Hydraulics of open channels]. 2nd edition. – Almaty: Evero, 2017. – 164 p., [in Kazakh].
4. Koybakov, S.M. Problemy ekspulatatsii gidrotekhnicheskikh i meliorativnykh ob"yektov v slozhnykh prirodno-klimaticheskikh usloviyakh [Problems of operation of hydraulic engineering and melioration facilities in difficult natural and climatic conditions]. – Taraz: Taraz University, 2003. – 255 p., [in Russian].
5. Koybakov, S.M. Snegozanosimost' kanalov i mery po yeye preduprezhdeniyu [Snow drift of canals and measures for its prevention]: dis. ... candidate of technical sciences. – Pavlodar, 1987. – 197 p., [in Russian].
6. Karnovich, V.N. O nagruzkakh na gidrotekhnicheskiye sooruzheniya ot zapornykh i zatornykh mass l'da i ustroystve secheniya kanala, ne zanosimogo snegom [On the loads on hydraulic structures from locking and jamming masses of ice and the device of a channel cross-section not covered with snow]. – Leningrad: Energoatomizdat, 1984. – 309 p., [in Russian].

7. Dzhangirov V.A. Rol' inzhenernykh izyskaniy v osvoyenii gidroenergeticheskikh resursov gosudarstv sodruzhestva [The Role of Engineering Surveys in the Development of Hydropower Resources of the Commonwealth States] // Gidrotekhnicheskoye stroitel'stvo [Hydrotechnical Construction], 2002. No. 3. P. 3-5, [in Russian].
8. Kiselev, P.G. et al. Spravochnik po gidravlicheskim raschetam [Handbook of Hydraulic Calculations]. – Moscow, 1984. – 312 p., [in Russian].
9. Loytsyanskiy, L.G. Mekhanika zhidkosti i gaza [Mechanics of Liquids and Gas]. – Moscow: Nauka, 1978. – 848 p., [in Russian].
10. Odrva, T.V. Gidrofizika vodoyemov sushi [Hydrophysics of Land Reservoirs]. – Leningrad: Gidrometoizdat, 1979. – 312 p., [in Russian].
11. Fleyshman S.M., Seynova I.B. Predlozheniya po sozdaniyu inzhenernoy klassifikatsii seley [Proposals for the creation of an engineering classification of mudflows] // Problemy protivoselevykh meropriyatiy [Problems of anti-mudflow measures]. – 1984. – P. 7-24, [in Russian].
12. Gidrotekhnicheskiye sooruzheniya [Hydraulic structures] / edited by N.P. Rozanova. – Moscow: Agropromizdat, 1985. – 383 p., [in Russian].
13. Dzholdasov, S.K. Selepropusknoye sooruzheniye [Mudflow structure] / S.K. Dzholdasov, S.M. Koybakov, N.T. Karabayev // Patent for utility model RK No. 2760. 2017, [in Russian].
14. SNiP RK 3.04-01-2008. Gidrotekhnicheskiye sooruzheniya. Osnovnyye polozheniya proyektirovaniya [Hydraulic structures. Basic design provisions] / [?], [in Russian].
15. SNiP RK 3.04-40-2006. Nagruzki i vozdeystviya na GTS [Loads and impacts on hydraulic structures] / [?], [in Russian].
16. SN 58.13330.2012. Gidrotekhnicheskiye sooruzheniya. Osnovnyye polozheniya [Hydraulic structures. Basic provisions] / [?], [in Russian].
17. Qojamqulova, G.E. Tättibaev, S.J., Jarılkapov, S.T. Befterdiñ jalğanwı aymağındağı énergïya türlenwi [Energy conversion in the area of beef joints] // Materïalı Mejdwnarodnoy nawçno-praktïçeskoy konferencïï «V Wrkwmbaevskïe çtenïya» [Materials of the International Scientific and Practical Conference "V Urkumbaevsky Readings"]. – Taraz: Taraz University, 2019. – P. 110-113, [in Kazakh].
18. Joldassov, S.K., Sarbassova, G.A., Bekmuratov, M.M., Smailov, B.S., Rustem, E.I., Zholamanov, N.Z., Yangiev, A.A. New constructions of sediment exclusion works // Series of Geology and Technical Sciences, 2019. Vol. 6 (438).
19. Dzholdasov, S.K., Koybakov, S.M., Karabayev, N.T. Seleprovod [Mudflow pipeline] // Patent for utility model of the Republic of Kazakhstan No. 2761. 2017, [in Russian].
20. Abduramanov, A.A. Mekhanika zhidkosti [Fluid mechanics]: textbook, 2nd edition. – Karaganda: LLP «Medet Group», 2020. – 266 p., [in Russian].
21. Seydullayev, Ye., Zhigitova S. Selepropusknoye sooruzheniye prednaznachennyy dlya bezopasnosti okruzhayushchey sredy [Mudflow structure designed for environmental safety] // Theoretical and Applied Aspects of the Application of Modern Science / Abstracts of V International Scientific and Practical Conference. – Tokyo, Japan, 2022. – P. 480-483, [in Russian].
22. Dzholdasov, S.K., Uspanova, B.B., Seydullayev, Ye.SH. Novaya konstruktsiya selepropusknogo sooruzheniya [New design of a mudflow control structure] // Innovatsionnyye i prakticheskiye resheniya uskorennogo vosstanovleniya produktivnosti degradirovannykh oroshayemykh zemel': Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya [Innovative and practical solutions for accelerated restoration of the productivity of degraded irrigated lands: International scientific and practical conference]. – Taraz, 2022. – P. 224-226, [in Russian].

IRSTI 67.11.33

A. Shabanova[1] – *main author*, ©
M. Zakirova[2], E. Chuprina[3]

[1,2]Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, [3]Senior lecturer

[1]https://orcid.org/ 0000-0002-8841-4456

[1,2,3]Architecture and Civil Engineering Academy, Samara State Technical University, Samara, Russia

[1]anna-v-schabanowa@yandex.ru

https://doi.org/10.55956/KYOO6370

STUDY OF THE SAFETY OF GABION STRUCTURES IN THE CONDITIONS OF URBAN ENVIRONMENT

Abstract. The present work is devoted to the study of the safety of gabion structures in an urban environment on the example of bank protection of a pond near "Piramida" shopping center in Samara. Based on current regulatory documents, the safety level for humans at the construction and operation stage was estimated, as well as for the environment. It has been shown that the quality of work performed has a significant impact on the level of safety. Violations of the requirements of regulatory documents allowed during the construction of the structure led to the emergence of risks for the townspeople, as well as to a decrease in the quality of the pond water.

Keywords: urban environment, safety, gabion structures, bank protection, materials in construction.

Shabanova A., Zakirova M., Chuprina E. Study of the safety of gabion structures in the conditions of urban environment // Mechanics and Technology / Scientific journal. – 2024. – No.3(85). – P.270-275. https://doi.org/10.55956/KYOO6370

Introduction. Gabion structures have long been successfully used in hydraulic engineering [1], road and railway construction, as well as in the field of land reclamation [2]. This fact is explained by the simplicity of the construction of gabion structures, a rather long service life and a peculiar appearance. In recent years, gabions have begun to be widely used in urban environments as well. So, it is reported about their use in design of the administrative buildings [3], as well as educational institutions.

The experience of using gabions in urban recreational facilities seems to be especially interesting. The design features, in particular, its air and water permeability, and, consequently, a high degree of bio-positivity, allow solving a wide range of problems, for example, the construction of vertical gardens [4], which seems to be a very promising solution in the face of an acute shortage of territories specifically for recreation purposes. Gabion structures are especially widely used in the city for the purposes of bank protection of small water bodies - both independently [5] and as part of bio-positive hydraulic structures [6].

The peculiarities of urban environment make us impose particularly strict requirements for the applied constructive and technological solutions from the standpoint of various aspects of safety and at all stages of the structure's life cycle.

With regard to gabions, this issue has not been sufficiently addressed in the literature to date. This fact can be partly explained by the small practical experience in operating gabions in the city, as well as by the weak development of methodological approaches to the comprehensive safety assessment. Therefore, the purpose of the present work was to study the safety of gabion structures in an urban environment for both humans and the environment at different stages of their life cycle.

Materials and methods. The object of the study in this paper is limnological complex, located near "Pyramida" shopping center in Samara. The complex is formed by two ponds, received in the literature conventional names of Round and Long. According to the data available from us, these ponds were organized by the construction of a soil dam on a ravine for the goals of fisheries at the end of the XIX century. Currently, the limnological complex has become the center of an intra-quarter recreational facility. In 2013, within the framework of the city program for the rehabilitation of reservoirs, the ponds were cleared of aero-aquatic flora, and the banks were reinforced with gabion structures [7].

Safety assessments of gabion structures for environmental and human components were carried out for three stages of the life cycle - manufacturing of a structure (gabion), its installation and exploitation. At the stages of fabrication of the structure and its installation, the safety level was assessed by analyzing the design and regulatory documentation.

To assess the impact of the structures on pond water quality, samples were taken in summer and autumn and analyzed using standard methods for 27 hydrochemical indicators. Standard values of hydrochemical indicators were taken according to [8]. The safety of shoreline protection for recreants was assessed by visual inspection of the gabion structures and surrounding area, as well as by the interview method.

The safety of gabion structures at the stages of manufacturing and installation was assessed using the current regulatory documentation in relation to two aspects: labor safety and the quality of work performed.

Prior to the start of the works on the construction of the retaining wall from gabions, a set of organizational and technical measures was carried out in accordance with the requirements of the current regulatory documents in the field of labor safety in construction [9,10]. According to health and safety requirements, the work was allowed to persons over 18 years of age who passed a medical examination in accordance with the procedure established by the Ministry of Health of Russia. The workers of all specialties and qualifications were given safety instructions. The workers were timely provided with a personal and collective protective equipment at the expense of the employer.

Prepared prior to the start of the work, the construction site was provided with electricity, fire-fighting equipment, lighting, arranged entrances and exits. Temporary sanitary facilities functioned at the construction site to create the necessary working conditions, food and rest for workers [9-12].

Before the construction of the retaining wall of gabions, preparatory work on the delivery of gabion mesh products and gravel to the construction site was carried out, as well as the axes of the retaining wall were made [13-14,9].

When constructing the retaining wall, box gabion products were assembled, installed at the design elevations and secured with metal anchors, individual structures were combined into a single system and filled with stone. All works on the construction of the retaining wall of gabions with on-site filling with stone were performed in accordance with the requirements of regulatory documents [15,16].

Delivery, unloading, storage of gabions and filling them with a stone were carried out using a mechanized unit, including a dump truck, a wheel loader and a jib-type crane, which contributed to reducing manual labor at the site.

Throughout the entire period of the gabion retaining wall installation the quality control of the works was performed, which included the incoming inspection of the working documentation and incoming materials as well as the quality of the performed previous works, operational control of individual construction processes and technological operations and acceptance control of the performed works with the conformity assessment.

Research results and discussion. The safety of operation of gabion structures is largely determined by the quality of work on the implementation of design solutions, as well as the quality of materials used in the construction (mesh, filler).

Reliability of gabion construction is determined by the quality of double-torsion wire mesh, which should have an ultimate tensile strength, depending on the diameter and size of cells, from 30 to 53 kN/m. It is also important to comply with the requirements for stone materials used to fill gabions. Any stone material can be used to fill gabions, as long as it has the necessary strength, frost resistance and water resistance. The stone must not have signs of ablation, interlayers of soft (loose) rocks or other soluble inclusions. Manual placement of stone in a gabion should provide the apparent density of stone material over 17.5 kN/m^3. The minimum linear size of the stone must be more than 1.3 nominal mesh size of the grid, the maximum size of the stone must not exceed 250 mm. It is allowed to apply a smaller stone, but in volume, not more than 10%. The material should be laid evenly along the inner cavity of the gabion. Within 3-5 years, depending on the intensity of colmatation of rock material and consolidation of the foundation soil and backfill, gabion constructions gain maximum strength and serve for an average of 35 years. Poor quality material for filling gabions, weakness of the wire mesh led to deformation of the structure, loss of the aesthetic appearance.

As shown by the results of gabion structures survey of the pond shore protection near the Pyramid Shopping Center, a year after the commissioning of the facility damage and deformation of the mesh, as well as settlement of the filler are noticeable (Fig. 1).

Fig. 1. Fragment of gabion structures

This is the result of a gross violation of the abovementioned regulatory requirements for the gritter: carbonate rocks are used, which being in a zone of the variable level, are the subject of rapid destruction, which will inevitably affect on the level of gabions safety in the operational stage. The requirement for aggregate size of the stone was also ignored.

Safety of gabion structures at the stage of operation was assessed by us in two aspects – safety for recreationists and environmental safety.

The study of recreational activities carried out in the area adjacent to the pond showed that walks, as well as observation and feeding of birds (ducks live in the cattail thickets), were the most widespread. The main categories of recreationists are parents with children under the age of six, pensioners, as well as people with disabilities, including those with low mobility. Thus, the issue of the condition of the pond shoreline and the possibility of safe and easy access to water is of particular importance. As a visual inspection of the gabion structures showed, their current state is a source of risks for safe recreation: the integrity of the mesh in many places is broken, the gritter has shrunk, which led to deformations of the structure as a whole. During the interviews, recreants also expressed concern about the state of the bank protection, which has become unsafe, in particular for children.

Pond in an urban environment should be considered not as a natural, but as a natural-anthropogenic object, which makes it necessary to assess the level of environmental safety firstly in terms of justification of the management decisions taken. There are a number of regulatory documents for water quality assessment of water bodies, information about which is summarized [17] in Table 1.

Table 1

Regulatory framework for ensuring the safety of urban water bodies

Functional purpose of the reservoir	Normative document regulating safety requirements	Note
Fishery	State Standard 17.1.2.04-77	This function is lost now
Drinking water supply	State Standard 27-64-84	Until the beginning of the 20th century the ponds were used for drinking water supply in summer cottages
Recreational	State Standard 17.1.5.02-80	Applies only to areas of organized recreation
Static water supply	Construction Directives and Rules 2.04.02-84*	A number of ponds are suitable as an additional source of water for firefighting
Decorative	No data available	Video environmental safety issues are not reflected in the regulatory literature
Natural area of preferential protection (natural sanctuary)	No data available	General issues of environmental safety are regulated by the Federal Law “On Natural Areas of Preferential Protection” and the “Regulations on the Nature Sanctuary”

As follows from Table 1, the water quality of urban water bodies today is not regulated, which makes it problematic to evaluate it from the standpoint of environmental safety. At present paper the results of pond water analysis were compared with the requirements [8]. As shown by the analyses of pond water before and after the construction of gabions, its quality has significantly decreased: the content of total iron increased threefold, the content of copper compounds increased

sixfold and the BOD5 value increased fivefold. One of the reasons was the destruction of cattail thickets in the process of preparing the slope for the construction of gabions. Aero-aquatic vegetation is a valuable element not only of the video-ecological component, but first and foremost of the pond's self-purification system. In addition, stone gabion bank protection based on galvanized steel wire mesh leads to acidification of water, the death of many aquatic organisms and the bloom of blue-green algae.

Conclusion. The study of the safety problems of construction and operation of gabion structures in an urban environment made it possible to reveal a whole layer of unresolved issues of both technical and regulatory nature. To the greatest extent, this applies to the stage of gabion operation, and especially – the assessment of their environmental safety. Safety assessment of gabion structures used for bank protection of urban water bodies will become possible when its legal status will be settled at the level of the Water Code of the Russian Federation and, in future, the requirements for the quality of their waters will be fixed in regulatory documents.

References

1. Komarov A.K., Ivanov I.A., Lundenbazar B. Theory and practice of construction of protective structures using gabions // Proceedings of the universities. Investments. Construction. Real Estate, 2019. Vol. 9, No. 1 (28). P. 78-89.
2. Tishchenko A.I., Senchukov G.A., Gostishchev V.D., Chelakhov V.Ts. Calculation of the stability of gabion retaining wall to protect the banks of the Tsimlyanskoye кeservoir from structural failure // Ecology and water management, 2019. No. 2.
3. Demidenko G.A. Gabiony-odna iz form landshaftnogo dizayna administrativnykh zdaniy v Krasnoyarske [Gabions are one of the forms of landscape design for administrative buildings in Krasnoyarsk] // Landshaftnaya arkhitektura i prirodoobustroystvo: ot proyekta do ekonomiki [Landscape architecture and environmental management: from design to economics] / Materials of Int. Sci. and Tech. Conf. – Saratov, 2019. – P. 54-56, [in Russian].
4. Deniskina I.S., Yurtaeva N.M., Mininzon I.L. The use of organic concrete and gabions as a new modern technology in creating of vertical gardens // International student scientific bulletin, 2018. No. 3-7. P. 1026-1029.
5. Smetanin V.I., Vlasov V.A. Methods of improving the state of water bodies in urban areas // Privolzhsky Scientific Journal, 2009. No. 1 (9). P. 148-152.
6. Kaluzhskaya E.I., Bosov M.A. Method of the construction of flexible biopositive bank protection // Bulletin of Transbaikal State University, 2018. Vol. 24, No. 1. P. 4-9.
7. Vasin A.E., Gerasimov Yu.L., Dyuzhaeva I.V., Sachkova Yu.V., Selezneva E.S. Invertebrates in the pond ecosystem on Amineva street (the city of Samara) in 2010 // Bulletin of Samarkand State University, 2012. No. 3/2 (94). P. 34-40.
8. State Standard 17.1.2.04-77. Nature protection. Hydrosphere. Indices of state and regulations for valuation survey of fishery waters. – USSR: National Committee on Standards at the Cabinet of Ministers, [?].
9. Construction Directives and Rules "Labor safety in construction. Part I. General requirements". – Resolution of the State Construction Committee of Russian Federation No. 80. – 12-03-2001.
10. Construction Directives and Rules "Labor safety in construction. Part II. Construction production". – Resolution of the State Construction Committee of Russian Federation No. 123. – 12-04-2002.
11. Construction Rules 48.13330.2011 "Organization of construction. Updated version of Construction Directives and Rules 12-01-2004". – Order of Ministry of Regional Development No 781. – 27-12-2010.
12. Corporate Standard 2.33.14-2011 "Organization of construction production. Background information". – Council of National Association of Builders, protocol No 22. – 5-12-2011.

13. Construction Rules 126.13330.2017 “Geodetic works in building. Updated version of Construction Directives and Rules 3.01.03-84”. – Ministry of Construction, Housing and Communal Services of Russian Federation No 1469/pr. – 24-10-2017.
14. Construction Rules 45.13330.2012 “Earthworks, grounds and footings. Updated version of Construction Directives and Rules 3.02.01-87”. – Ministry of Regional Development No 535/2. – 1-01-2013.
15. Construction Rules 70.13330.2012 “Load-bearing and separating constructions. Updated version of Construction Directives and Rules 3.03.01-87”. – Federal Agency for Construction, Housing and Communal Services No 109/GS. – 25-12-2012.
16. Corporate Standard 2.33.22-2011 “Gabion erosion preventing construction. General requirements for design and construction”. – Decision of the Council of National Association of Builders, protocol No 02. – 17-05-2013.
17. Shabanova A.V. Environmental safety of intra-quarter recreational facilities, including ponds // National secutity and strategic planning, 2015. No. 3 (11). P. 122-126.

Material received on 16.09.24.

А. Шабанова[1], М. Закирова[1], Е. Чуприна[1]

[1]Самара мемлекеттік сәулет-құрылыс университеті, Самара қ., Ресей

ҚАЛАЛЫҚ ОРТАДАҒЫ ГАБИОН ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ ҚАУІПСІЗДІГІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Бұл жұмыс Самарадағы «Пирамида» сауда орталығының жанындағы тоғанды жағалауды нығайту мысалында қалалық ортадағы габион құрылымдарының қауіпсіздігін зерттеуге арналған. Қолданыстағы нормативтік құжаттардың негізінде Құрылыс және пайдалану кезеңінде, сондай-ақ қоршаған орта үшін адам үшін қауіпсіздік деңгейін бағалау жүргізілді. Орындалған жұмыстардың сапасы қауіпсіздік деңгейіне айтарлықтай әсер ететіні көрсетілген. Құрылысты салу кезінде рұқсат етілген нормативтік құжаттардың талаптарын бұзу қала тұрғындары үшін қауіп-қатердің туындауына, сондай-ақ тоғандағы су сапасының төмендеуіне әкелді.

Тірек сөздер: қалалық орта, қауіпсіздік, габион құрылымдары, жағалауды нығайту, құрылыстағы материалдар.

А. Шабанова[1], М. Закирова[1], Е. Чуприна[1]

[1]Самарский государственный архитектурно-строительный университет, г. Самара, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ГАБИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию безопасности габионных конструкций в условиях городской среды на примере берегоукрепления пруда у торгового центра «Пирамида» в Самаре. На основании действующих нормативных документов проведена оценка уровня безопасности для человека на этапе строительства и эксплуатации, а также для окружающей среды. Показано, что качество выполненных работ оказывает существенное влияние на уровень безопасности. Допущенные при строительстве сооружения нарушения требований нормативных документов привели к возникновению рисков для горожан, а также к снижению качества воды в пруду.

Ключевые слова: городская среда, безопасность, габионные конструкции, берегоукрепление, материалы в строительстве.

МРНТИ 61.13.15

А.А. Волненко[1] – *основной автор*,
А. Сериков[2], А.А. Абжапбаров[3],
А.Э. Левданский[4], Д.К. Жумадуллаев[5]

©

[1,4]Д-р техн. наук, профессор, [2]Докторант, [3,5]PhD

ORCID
[1]https://orcid.org/0000-0001-6800-9675 [2]https://orcid.org/0009-0004-2236-9455
[3]https://orcid.org/0000-0001-5972-1644 [4]https://orcid.org/0000-0003-2684-7771
[5]https://orcid.org/0000-0002-6552-2817

[1,2,3,5]Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова,
г. Шымкент, Казахстан
[4]Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Беларусь

@ *[5]daulet_ospl@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/AVUM6117

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ЭНЕРГОЗАТРАТЫ В ТЕПЛОМАССООБМЕННОМ АППАРАТЕ С РЕГУЛЯРНОЙ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ НАСАДКОЙ

Аннотация. Проанализировано применение известных конструкций нерегулярных и регулярных стационарных насадок, подвижных и регулярно подвижных насадок с выявлением их недостатков и установлением путей их модернизации.

Выполнено экспериментальное исследование гидравлического сопротивления насадочного слоя с вращающимися насадочными элементами с прямоугольными лопастями при изменении шагов расположения в вертикальном и радиальном направлениях. Отмечено, что при изменении вертикального шага возможно достижение синфазного режима, характеризующегося ростом мощности образованных вихрей благоприятно влияющего на достижение высокоразвитой межфазной поверхности и эффективность проводимых процессов. Подтверждено наличие критического шага при изменении расстояний между соседними насадочными в одном ряду в радиальном направлении, при котором происходит перестройка механизма формирования вихрей. Частота образования вихрей до критического шага определяется величиной зазора между соседними в ряду насадочными элементами, а после него шириной обтекаемых элементов.

Получено уравнение расчета гидравлического сопротивления аппарата с вращающимися насадочными элементами с прямоугольными лопастями, учитывающее процессы формирования и взаимодействия вихрей за насадочными элементами и характеризующее энергозатраты в тепломассообменном аппарате.

Ключевые слова: тепломассообменный аппарат, регулярная вращающаяся насадка, гидравлическое сопротивление, эквивалентный диаметр, вертикальный шаг, радиальный шаг, синфазный режим.

Волненко, А.А. Анализ влияния конструктивных параметров на энергозатраты в тепломассообменном аппарате с регулярной вращающейся насадкой [Текст] / А.А. Волненко, А. Сериков, А.А. Абжапбаров, А.Э. Левданский, Д.К. Жумадуллаев // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – Б.276-286. https://doi.org/10.55956/AVUM6117

Введение. Насадочные тепломассообменные аппараты являются наиболее распространенным оборудованием на предприятиях химической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической газоперерабатывающей промышленности.

За более чем вековой период создано большое количество разнообразных по конструкции насадочных элементов, которые можно классифицировать на нерегулярные (хаотические) стационарные насадки, регулярные стационарные насадки, подвижные насадки и регулярные подвижные насадки. Исследованиям таких насадок посвящены диссертационные исследования, научные статьи и результаты обобщены в многочисленных монографиях.

Из последних научных работ можно выделить [1,2], в которых обобщены результаты исследований и полученные расчетные зависимости для различных типов нерегулярных и регулярных стационарных насадок. Вместе с тем, общим недостатком рассмотренных насадок является то, что они подвержены зарастанию твердыми отложениями.

В аппаратах с подвижной насадкой (взвешенной, фонтанирующей насадкой и с циркулирующей насадкой) [3] зарастание твердыми отложениями практически не происходит из-за интенсивных хаотичных и пульсационных движений, однако существенным недостатком аппаратов этого типа является то, что основные затраты энергии газового потока приходятся на взвешивание насадки и создание турбулизированного газожидкостного слоя. Это приводит к значительному росту гидравлического сопротивления.

Снижение затрат энергии возможно при регулярном размещении насадочных элементов в объеме контактной зоны. Используя этот принцип, создан класс аппаратов с регулярной подвижной насадкой (РПН), в которых элементы насадки с фиксированным шагом в вертикальном и радиальном направлениях равномерно закреплены на струнах [3]. Дальнейшее усовершенствование регулярной насадки происходит в том направлении, чтобы придать элементам насадки вибрационные или вращательные движения [3-7].

Применительно к аппаратам с регулярной вращающейся насадкой созданы конструкции аппаратов с вертикальным и горизонтальным расположением пластинчатой насадки [8], с насадкой в виде пластин, разрезанных на сектора и повернутых под углом относительно плоскости [9], вращающейся пластинчатой насадкой и неподвижными сетчатыми перегородками для ограничения полета капель [10], с вращающейся насадкой с пластинчатыми лопастями на спицах [11], с вращающейся насадкой с горизонтально расположенными насадочными элементами [12].

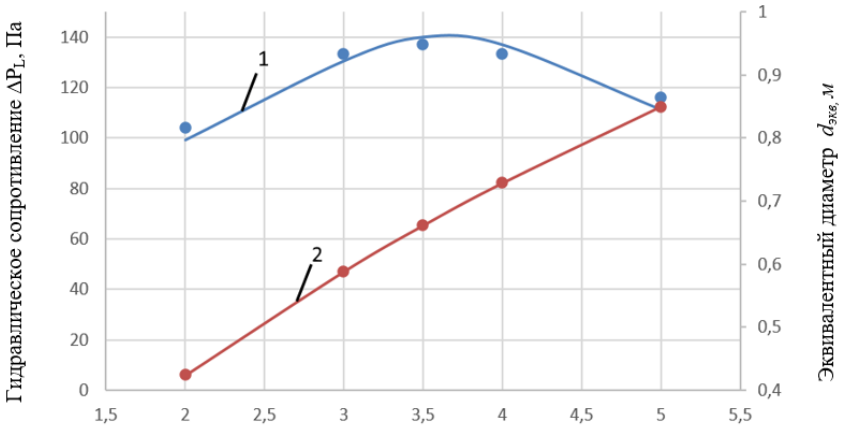
В предлагаемой статье приводятся результаты исследований гидравлического сопротивления аппарата с вращающимися насадочными элементами с прямоугольными лопастями в зависимости от шагов расположения элементов насадки в вертикальном и радиальном направлениях, а также рассматриваются механизмы вихревого взаимодействия потоков газа и жидкости, что является актуальным.

Новизной темы является получение уравнения для расчета гидравлического сопротивления аппарата с вращающимися насадочными элементами с прямоугольными лопастями, учитывающего механизмы вихревого взаимодействия потоков газа и жидкости.

Условия и методы исследований. Исследования гидравлического сопротивления тепломассообменного аппарата с вращающимися насадочными элементами с прямоугольными лопастями проведены на лабораторной установке в системе «вода-воздух», включающей модель аппарата квадратного поперечного сечения, вентилятор, насос, сборную и напорную емкости. Регулирование скорости газового потока осуществлялось шибером по показаниям стандартной диафрагмы, а количество подаваемой жидкости вентилем по показаниям ротаметров.

Гидравлическое сопротивление ΔP измерялось дифференциальным манометром и контролировалось прибором типа ДСР.

Результаты исследований и их обсуждение. Лабораторные исследования гидравлического сопротивления аппарата с вращающимися насадочными элементами с прямоугольными лопастями проведены с изменением шагов расположения насадочных элементов в вертикальном и радиальном направлениях (рис. 1, 2). На представленных рисунках приведены результаты вычислительных исследований эквивалентного диаметра вращающейся насадки.

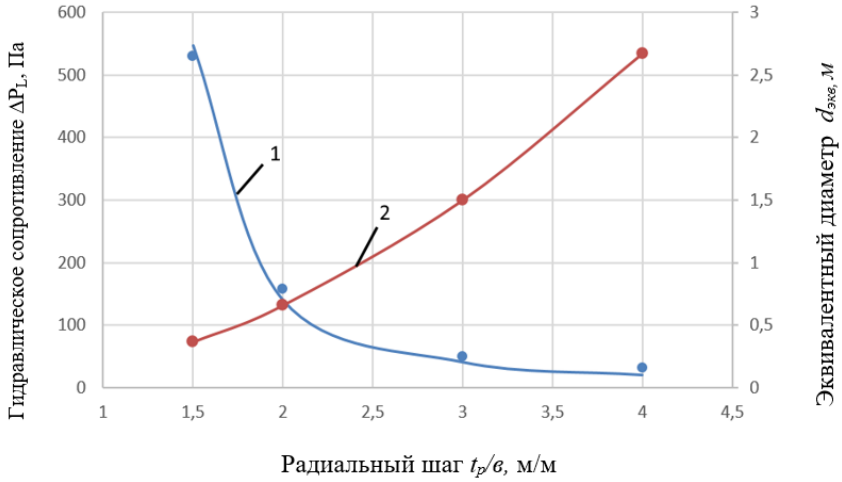


Условия опытов: $t_р=2d_{об}$; $d_{об}$ = 50 мм; $W_г$=4 м/с; L=25 м^3/м^{2}ч.
Кривые – расчет; точки – эксперимент.
1 – ΔP_L; 2 – $d_{экв}$.

Рис. 1. Зависимость гидравлического сопротивления ΔP_L и эквивалентного диаметра $d_{экв}$ регулярной вращающейся насадки от шагов расположения элементов насадки в вертикальном направлении $t_в/d_{об}$

Как видно из рисунков 1 и 2 значения эквивалентного диаметра в диапазонах изменения вертикальных и радиальных шагов расположения вращающихся насадочных элементов растут. Это указывает на то, что при максимальных значениях шагов могут быть достигнуты наименьшие энергозатраты. Однако это нецелесообразно. Во-первых, установка насадочных элементов на максимальных расстояниях приведет к значительному увеличению габаритов насадочной зоны, а следовательно, к росту материалоемкости аппарата и установке более мощного вентилятора для обеспечения оптимальной скорости газового потока, т.е. увеличению энергопотребления. Во-вторых, высокая эффективность проведения процессов

в аппаратах с регулярной подвижной насадкой достигается за счет механизма формирования и взаимодействия вихрей при обтекании насадочных элементов установленных с оптимальными шагами расположения в вертикальном и радиальном расположении.



Условия опытов: $t_в$= 3,5$d_{об}$; $d_{об}$ = 50 мм; $W_г$=4 м/с; L=25 м^3/м^{2}ч.
Кривые – расчет; точки – эксперимент.
1 – ΔP_L; 2 – $d_{экв}$.

Рис. 2. Зависимость гидравлического сопротивления ΔP_L и эквивалентного диаметра $d_{экв}$ регулярной вращающейся насадки от шагов расположения элементов насадки в радиальном направлении $t_р/d_{об}$

Исследованиям конструктивных параметров в аппаратах с регулярной подвижной насадкой посвящены множество работ [3,4,13-15]. Они свидетельствуют о том, что такие конструктивные параметры, как форма насадочных элементов, расстояния (или безразмерный шаг) между насадочными элементами в вертикальном и радиальном направлениях оказывают большое влияние на гидродинамические и тепломассообменные характеристики аппаратов.

Форма насадочных элементов определяет симметричность вихреобразования. За сферическими (шары) и круглыми насадочными телами (вращающаяся пластинчатая насадка круглой и квадратной формы) образуются симметричные (тороидальные) вихри обладающие периодом движения. За пластинами, призматическими телами с круглым, квадратным, треугольным и т.д. сечением осуществляется несимметричный срыв вихрей, отличием которого является то, что за период движения образуются два вихря, попеременно с противоположных боковых сторон насадочного тела.

Механизмы формирования вихрей и их взаимодействие при обтекании дискретно расположенных по ходу газового потока твердых тел рассмотрены в научном открытии в области механики газа и жидкости [16]. При изменении расстояния между насадочными телами возможно достижение такого момента, когда время образования вихрей и время их движения между соседними насадочными телами совпадает и в результате чего происходит слияние вихрей, сопровождающееся ростом мощности вновь образованных вихрей. Этот режим работы назван синфазным режимом или режимом

одновременного вихреобразования. В том случае, если насадочные тела располагаются на расстояниях не обеспечивающих равенство времени образования и времени движения их от одного элемента к другому происходит либо вынужденный срыв не завершивших формирование вихрей (при расстоянии менее оптимального), либо движущиеся вихри от элементов расположенных ниже по потоку достигают насадочные элементы расположенные выше по потоку, когда за ними уже произошел отрыв сформировавшихся вихрей (при расстоянии большим оптимального). В обоих случаях синфазный режим нарушается.

В проведенных нами исследованиях гидравлического сопротивления (рис. 1, кривая 1) оптимальным шагом, обеспечивающим достижение синфазного режима является $t_в = 3{,}5d_{об}$, в связи с чем на кривой $\Delta P_L = f(t_в)$ имеется экстремум гидравлического сопротивления, так как повышенное потребление энергии в этом режиме связано с одновременным срывом вихрей за цепочкой элементов, обуславливающее максимальное воспроизводство вихрей и вытекающую из этого максимальную потребность энергии.

При нарушении синфазного режима в работе насадочных элементов гидравлическое сопротивление снижается за счет уменьшения числа вихрей, образованных в объеме рабочей зоны. Это происходит, как было отмечено выше, в результате вынужденного срыва вихрей, не завершивших цикл формирования за телами, расположенными выше по потоку, вихрями, оторвавшимися с нижерасположенных по потоку тел. На полученной графической зависимости шаги расположения между насадочными элементами меньше и больше $3{,}5d_{об}$ приводят к нарушению синфазного режима.

Важность учета образования и взаимодействия вихрей, образованных насадочными элементами, расположенными в радиальном направлении отмечено в работах [3,4,13-15]. В научном открытии [17] дано описание механизма образования и взаимодействия вихрей в одном ряду радиально расположенных элементов. Приведено обоснование критическому расстоянию между насадочными телами, превышение которого приводит к образованию вихрей с частотой, зависящей от размера обтекаемых тел. Расположение насадочных элементов на расстоянии менее критического приводит к тому, что частоту срыва вихрей определяет не размер обтекаемых тел, а величина зазора, образованного соседними в поперечном сечении элементами. Чем меньше зазор, тем больше частота образования и срыва вихрей. Рост числа образованных вихрей при малых величинах зазора приводит к значительному потреблению энергии потока.

На рисунке 2 представлена графическая зависимость гидравлического сопротивления от шагов расположения насадочных элементов в радиальном направлении. Как видно из рисунка гидравлическое сопротивление в диапазоне $t_р/d_{об}$ от 1,5 до 2 резко снижается и с дальнейшим увеличением шагов это снижение происходит более плавно.

Критическим значением является шаг расположения насадочных элементов в радиальном направлении равном $t_р/d_{об}=2$. При меньших значениях частота образованных вихрей зависит от величины зазора, образованного соседними элементами. При малых величинах зазора увеличение числа образованных вихрей приводит к росту гидравлического сопротивления. После критического значения радиального шага происходит перестройка механизма образования вихрей. В этом случае определяющим частоту образования вихрей является размер насадочных элементов и

увеличение шагов расположения практически не влияет на частоту образования вихрей. В результате этого гидравлическое сопротивление незначительно снижается.

На основании проведенных исследований нами получена расчетная зависимость для определения гидравлического сопротивления. Энергия, подводимая газовым потоком в газоочистной аппарат, затрачивается на формирование и перемещение вихрей, на трение газа о поверхность пленки жидкости на насадочных элементах, на дробление жидкостного потока на капли, а также на вращение насадочных элементов. Эти затраты могут быть вычислены по следующей зависимости [18]:

$$\Delta P_L = \xi_L \cdot \frac{H}{d_{\text{экв}}} \cdot \frac{\rho_Г W_Г^2}{2\varepsilon_0^2}. \quad (1)$$

В большинстве работ [4-6] для вычисления гидравлического сопротивления применяется отношение $H/t_{\text{в}}$. Нам представляется более правомерным использование отношения $H/d_{\text{экв}}$, так как величина $d_{\text{экв}}$ учитывает изменение не только вертикального, но и радиального шага.

На основании обработки экспериментальных данных гидравлического сопротивления орошаемого аппарата получено расчетное уравнение для определения коэффициентов сопротивления ξ_L:

$$\xi L = B_p \cdot \theta_в \cdot \theta_p \cdot \sqrt{\frac{Re_ц \cdot Re_ж}{Re_Г}}, \quad (2)$$

где, $B_{\text{р}}$=0,212 – опытный коэффициент.

В уравнении (2) $\theta_в$ – коэффициент, определяющий степень взаимодействия вихрей в вертикальном направлении. Для его вычисления предложена формула:

$$\theta_{\text{в}} = 0{,}85 + 0{,}15 \cdot Sin\left[\frac{\pi}{2}\left(\frac{4 \cdot t_{\text{в}}}{m_k \cdot d_{\text{об}}} + 1\right)\right] \quad (3)$$

где: число Струхаля *Sl=0,15*; $m_{\text{к}}$ – коэффициент, учитывающий снижение скорости движения вихрей в потоке:

$$m_k = 0{,}54 \cdot \left(1 - e^{-t_{\text{в}}/d_{\text{об}}}\right) \quad (4)$$

Коэффициент, характеризующий степень взаимодействия вихрей в радиальном направлении θ_p рассчитывается по формуле:

$$\theta_p = \frac{t_p - \lambda}{t_p - d} \quad (5)$$

Импульсные элементы, расположенные в одном ряду перпендикулярно к обтекаемому потоку, способствуют формированию вихрей с масштабами λ. Существуют два случая для дискретно расположенных тел в одном ряду, перпендикулярному обтекаемому потоку: при $t_{\text{р}}>2d_{\text{об}}$ $\lambda=d_{\text{об}}$; при $t_{\text{р}}<2d_{\text{об}}$; $\lambda= t_{\text{р}}-d_{\text{об}}$.

Модифицированное число Рейнольдса:

$$\text{Re}_{\text{ц}} = \frac{n_S \cdot d_{об}^2}{\nu_Г}. \quad (6)$$

Здесь, n_S – число оборотов насадочных элементов, $с^{-1}$.

Число Рейнольдса по газовой фазе, которое определяется по формуле:

$$\text{Re}_{\text{г}} = \frac{W_Г \cdot d_{\text{экв}}}{\nu_Г} \quad (7)$$

Число Рейнольдса по жидкой фазе $\text{Re}_{\text{ж}}$ определим по формуле:

$$\text{Re}_{\text{ж}} = \frac{U_{ж} \cdot d_{\text{экв}}}{\nu_{ж}}, \quad (8)$$

где, $U_{ж}$ = L/3600 – скорость жидкости, м/с.

В орошаемом аппарате погрешность расчетных данных по уравнению (1) с экспериментальными (рис. 1, 2) составила ±15%.

Заключение. Проведен анализ известных конструкций насадочных тепломассообменных аппаратов с нерегулярными и регулярными стационарными насадками, с подвижными и регулярными подвижными насадками. Отмечены их недостатки и предложены конструктивные решения по интесификации проводимых процессов за счет вращательного движения регулярно расположенных в контактной зоне элементов насадки.

Проведены экспериментальные исследования гидравлического сопротивления насадочного слоя с вращающимися насадочными элементами с прямоугольными лопастями при изменении шагов расположения в вертикальном и радиальном направлениях. Отмечено, что при изменении вертикального шага возможно достижение синфазного режима при котором происходит совпадение времени формирования вихрей и времени пролета вихрей от одного насадочного элемента к другому по направлению движения газового потока. В результате суммирования мощности вновь образованных вихрей происходит большая работа по дроблению поступающей жидкости, созданию высокоразвитой межфазной поверхности, что эффективно сказывается на проводимых процессах.

При изменении радиального шага подтверждено наличие критического шага, при котором происходит перестройка механизма формирования вихрей. До критического расстояния определяющим частоту формирования вихрей является величина зазора между соседними в ряду насадочными элементами, а после него ширина обтекаемых элементов.

Получена методика расчета гидравлического сопротивления аппарата с вращающимися насадочными элементами с прямоугольными лопастями, учитывающая процессы формирования и взаимодействия вихрей за насадочными элементами.

Список литературы

1. Городилов, А.А. Интенсификация процесса тепломассообмена в контактных аппаратах с регулярной насадкой [Текст]: дис. …канд. техн. наук. / А.А. Городилов. – М., 2016. – 142 с.
2. Каган, А.М. Контактные насадки промышленных тепломассообменных аппаратов [Текст] / А.М. Каган, А.Г. Лаптев, А.С. Пушнов, М.И. Фарахов. – Казань: Отечество, 2013. – 454 с.

3. Балабеков, О.С. Расчет и конструирование тепломассообменных и пылеулавливающих аппаратов с подвижной и регулярной насадкой [Текст] / О.С. Балабеков, А.А. Волненко. – Шымкент, 2015. – 184 с.
4. Волненко, А.А. Научные основы разработки и расчета вихревых массообменных и пылеулавливающих аппаратов [Текст]: дис. … докт. техн. наук / А.А. Волненко. – Шымкент, 1999. – 300 с.
5. Кумисбеков, С.А. Гидродинамика и массообмен в аппарате с регулярной пластинчатой вибрирующей насадкой [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / С.А. Кумисбеков. – Шымкент, 1999. – 261 с.
6. Корганбаев, Б.Н. Гидродинамика и тепло-массообмен в аппаратах с регулярно вращающимися насадками [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Б.Н. Корганбаев. – Шымкент, 1999. – 261 с.
7. Исмаилов, Х.Б. Гидродинамика и массообмен в аппарате с регулярными вибрирующими спиральными насадками [Текст]: дис. … канд. техн. наук / Х.Б. Исмаилов. – Шымкент. 2006. – 140 с.
8. Волненко, А.А. Аппарат с насадкой [Текст] / А.А. Волненко, С.С. Серманизов, О.С. Балабеков, А.И. Мустафина, Б.Т. Жубаниязов, А.Н. Рубцов // Патент РК 1478, МКИ B01D 53/20. Опубл. 15.12.94. Бюл. №4.
9. Волненко, А.А. Аппарат с насадкой [Текст] / А.А. Волненко, А.И. Мустафина, С.С. Серманизов, Б.С. Пахомов // А.с. 1678437 СССР, МКИ В 01 J 19/32. Опубл. 23.09.91. Бюл. №35.
10. Волненко, А.А. Аппарат с насадкой [Текст] / А.А. Волненко, А.И. Мустафина, С.С. Серманизов, Б.Т. Жубаниязов, О.С. Балабеков, Л.Д. Пляцук // А.с. 1741884 СССР, МКИ В 01 J 19/32. Опубл. 23.06.92. Бюл. №23.
11. Есенов, Т.С. Тепломассообменный аппарат [Текст] / Т.С. Есенов, А.А. Волненко, Н.С. Бекибаев, С.С. Серманизов, О.С. Балабеков, Н.Т. Сейтханов // Предварительный патент РК 8045, МКИ B01D 19/32. Опубл. 15.10.1999. Бюл. №10.
12. Волненко, А.А. Аппарат с насадкой для тепломассообмена и пылеулавливания [Текст] / А.А. Волненко, А.С. Сериков, Д.К. Камалбек, А.А. Абжапбаров, Ж. Серикулы, Б.Н. Корганбаев, Д.К. Жумадуллаев // Патент РК 36475, МКИ B01D 53/20, 47/14. Опубл. 24.11.2023. Бюл. №47.
13. Балабеков, О.С. Гидродинамика, массообмен и пылеулавливание при противоточных и прямоточных двухфазных капельных и пленочных течениях в слое подвижной насадки [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук / О.С. Балабеков. – М., 1985. – 430 с.
14. Серманизов, С.С. Гидродинамика, массообмен и пылеулавливание при обтекании регулярно размещенных насадочных тел [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук / С.С. Серманизов. – М., 1990. – 319 с.
15. Серикулы, Ж. Разработка и расчет тепломассообменных аппаратов с подвижной насадкой с учетом масштабного перехода [Текст]: дис. … доктора PhD / Ж. Серикулы. – Шымкент, 2015. – 141 с.
16. Балабеков, О.С. Закономерность взаимодействия вихрей, возникающих при отрывном обтекании потоком газа или жидкости дискретно расположенных вдоль него тел [Текст] / О.С. Балабеков, В.Ф. Петин // Свидетельство о научном открытии №144. – М.: Международная ассоциация авторов научных открытий, 2000.
17. Балабеков, О.С. Закономерность формирования параллельно движущихся вихревых струй при течении потока газа или жидкости через систему поперек к нему расположенных дискретных источников [Текст] / О.С. Балабеков, А.А. Волненко, С. Пралиев, Б.Н. Корганбаев, М.О. Балабекова, С.В. Викторов // Свидетельство о научном открытии №269. – М.: Международная ассоциация авторов научных открытий, 2004.
18. Рамм, В.М. Абсорбция газов [Текст]: 2-е изд. перераб. и доп. / В.М. Рамм. – М.: Химия, 1976. – 656 с.

Материал поступил в редакцию 17.06.24.

А.А. Волненко[1],А. Сериков[1], А.А. Абжапбаров[1], А.Э. Левданский[2], Д.К. Жумадуллаев[1]

[1]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан
[2]Беларусь мемлекеттік технологиялық университеті, Минск қ., Беларусь

ТҰРАҚТЫ АЙНАЛМАЛЫ САПТАМАСЫ БАР ЖЫЛУ МАССА АЛМАСУ АППАРАТЫНДАҒЫ ЭНЕРГИЯ ШЫҒЫНДАРЫНА ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ ӘСЕРІН ТАЛДАУ

Аңдатпа. Тұрақты емес және тұрақты стационарлық саптамалардың, жылжымалы және үнемі жылжымалы саптамалардың белгілі конструкцияларын олардың кемшіліктерін анықтаумен және оларды жаңғырту жолдарын белгілеумен қолдану талданған.

Тік және радиалды бағытта орналасу қадамдары өзгерген кезде тікбұрышты қалақтары бар айналмалы саптама элементтері бар саптама қабатының гидравликалық кедергісін эксперименттік зерттеу жүргізілді. Тік қадам өзгерген кезде жоғары дамыған фазааралық бетке қол жеткізуге және жүргізілетін процестердің тиімділігіне жағымды әсер ететін қалыптасқан құйындар қуатының өсуімен сипатталатын жалпы фазалық режимге қол жеткізуге болатындығы атап өтілді. Көршілес саптамалар арасындағы қашықтықты радиалды бағытта бір қатарда өзгерткен кезде сыни қадамның болуы расталды, онда құйындылардың пайда болу механизмі қайта құрылады. Критикалық қадамға дейін құйындылардың пайда болу жиілігі қатардағы іргелес саптама элементтері арасындағы алшақтық мөлшерімен, содан кейін жеңілдетілген элементтердің енімен анықталады.

Тік бұрышты жүздері бар айналмалы саптама элементтері бар аппараттың гидравликалық кедергісін есептеу теңдеуі алынды, саптама элементтерінің артындағы құйындардың пайда болуы мен өзара әрекеттесу процестерін ескереді және жылу-масса алмасу аппаратындағы энергия шығынын сипаттайды.

Түйінді сөздер: жылу-масса алмасу аппараты, тұрақты айналмалы саптама, гидравликалық кедергі, эквивалентті диаметр, тік қадам, радиалды қадам, жалпы режим.

A.A. Volnenko[1], A. Serikov[1], A.A. Abzhapbarov[1], A.E. Leudanski[2], D.K. Zhumadullayev[1]

[1]M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF DESIGN PARAMETERS ON ENERGY CONSUMPTION IN A HEAT AND MASS TRANSFER APPARATUS WITH A REGULAR ROTATING NOZZLE

Abstract. The use of known designs of irregular and regular stationary nozzles, movable and regularly movable nozzles has been analyzed, their shortcomings have been identified and ways of their modernization have been established.

An experimental study of the hydraulic resistance of a packed layer with rotating packed elements with rectangular blades was carried out when changing the location steps in the vertical and radial directions. It is noted that when changing the vertical step, it is possible to achieve an in-phase regime, characterized by an increase in the power of the formed vortices, which has a beneficial effect on achieving a highly developed interphase surface and the efficiency of the processes being carried out. The presence of a critical step is confirmed when the distances between adjacent packings in the same row in the radial direction change, at which a restructuring of the vortex formation mechanism occurs. The frequency of vortex formation before the critical step is determined by the size of the gap

between adjacent packed elements in a row, and after it by the width of the streamlined elements.

An equation has been obtained for calculating the hydraulic resistance of an apparatus with rotating packed elements with rectangular blades, which takes into account the processes of formation and interaction of vortices behind the packed elements and characterizes the energy consumption in the heat and mass transfer apparatus.

Keywords: heat and mass exchange device, regular rotating nozzle, hydraulic resistance, equivalent diameter, vertical pitch, radial pitch, in-phase mode.

References

1. Gorodilov A.A. Intensifikatsiya protsessa teplomassoobmena v kontaktnykh apparatakh s regulyarnoy nasadkoy [Intensification of the heat and mass transfer process in contact devices with regular packing]: Diss. … Candidate of Technical Sciences. – Moscow, 2016. – 142 p. [in Russian].
2. Kagan A.M., Laptev A.G., Pushnov A.S., Farakhov M.I. Kontaktnyye nasadki promyshlennykh teplomassoobmennykh apparatov [Contact nozzles for industrial heat and mass transfer devices]. – Kazan: Fatherland, 2013. – 454 p. [in Russian].
3. Balabekov O.S., Volnenko A.A. Raschet i konstruirovaniye teplomassoobmennykh i pyleulavlivayushchikh apparatov s podvizhnoy i regulyarnoy nasadkoy [Calculation and design of heat and mass transfer and dust collecting devices with a movable and regular nozzle]. – Shymkent, 2015. – 184 p. [in Russian].
4. Volnenko, A.A. Nauchnyye osnovy razrabotki i rascheta vikhrevykh massoobmennykh i pyleulavlivayushchikh apparatov [Scientific foundations for the development and calculation of vortex mass transfer and dust collecting devices]: Dis. ... Doctor of Technical Sciences. – Shymkent, 1999. – 300 p., [in Russian].
5. Kumisbekov, S.A. Gidrodinamika i massoobmen v apparate s regulyarnoy plastinchatoy vibriruyushchey nasadkoy [Hydrodynamics and mass transfer in an apparatus with a regular plate vibrating packing]: Diss. … Candidate of Technical Sciences. – Shymkent, 1999. – 261 p., [in Russian].
6. Korganbayev, B.N. Gidrodinamika i teplo-massoobmen v apparatakh s regulyarno vrashchayushchimisya nasadkami [Hydrodynamics and heat and mass transfer in apparatuses with regularly rotating packing]: Diss. … Candidate of Technical Sciences. – Shymkent, 1999. – 261 p., [in Russian].
7. Ismailov, KH.B. Gidrodinamika i massoobmen v apparate s regulyarnymi vibriruyushchimi spiral'nymi nasadkami [Hydrodynamics and mass transfer in an apparatus with regular vibrating spiral packing]: Diss. … Candidate of Technical Sciences. – Shymkent. 2006. – 140 p., [in Russian].
8. Volnenko, A.A., Sermanizov, S.S., Balabekov, O.S., Mustafina, A.I., Zhubaniyazov, B.T., Rubtsov, A.N. Apparat s nasadkoy [Apparatus with packing] // Patent RK 1478, MKI B01D 53/20. Published 12/15/94. Bulletin No. 4, [in Russian].
9. Volnenko, A.A., Mustafina, A.I., Sermanizov, S.S., Pakhomov, B.S. Apparat s nasadkoy [Apparatus with packing] // A.s. 1678437 SSSR, MKI V 01 J 19/32. Published. 23.09.91. Bulletin No. 35, [in Russian].
10. Volnenko, A.A., Mustafina, A.I., Sermanizov, S.S., Zhubaniyazov, B.T., Balabekov, O.S., Plyatsuk, L.D. Apparat s nasadkoy [Apparatus with packing] // A.s. 1741884 SSSR, MKI V 01 J 19/32. Published 23.06.92. Bulletin No. 23, [in Russian].
11. Yesenov, T.S., Volnenko, A.A., Bekibayev, N.S., Sermanizov, S.S., Balabekov, O.S., Seytkhanov, N.T. Teplomassoobmennyy apparat [Heat and mass transfer apparatus] // Preliminary patent RK 8045, MKI B01D 19/32. Published 15.10.1999. Bulletin No. 10, [in Russian].
12. Volnenko, A.A., Serikov, A.S., Kamalbek, D.K., Abzhapbarov, A.A., Serikuly, ZH., Korganbayev, B.N., Zhumadullayev, D.K. Apparat s nasadkoy dlya teplomassoobmena i pyleulavlivaniya [Apparatus with packing for heat and mass

transfer and dust collection] // Patent RK 36475, MKI B01D 53/20, 47/14. Published 24.11.2023. Bulletin No. 47, [in Russian].

13. Balabekov, O.S. Gidrodinamika, massoobmen i pyleulavlivaniye pri protivotochnykh i pryamotochnykh dvukhfaznykh kapel'nykh i plenochnykh techeniyakh v sloye podvizhnoy nasadki [Hydrodynamics, Mass Transfer, and Dust Collection in Counter-Current and Co-Current Two-Phase Droplet and Film Flows in a Layer of Movable Packing]: Dis. ... Doctor of Engineering Sciences. – Moscow, 1985. – 430 p., [in Russian].
14. Sermanizov, S.S. Gidrodinamika, massoobmen i pyleulavlivaniye pri obtekanii regulyarno razmeshchennykh nasadochnykh tel [Hydrodynamics, Mass Transfer, and Dust Collection in Flows Around Regularly Placed Packed Bodies]: Dis. ... Doctor of Technical Sciences. – Moscow, 1990. – 319 p., [in Russian].
15. Serikuly, ZH. Razrabotka i raschet teplomassoobmennykh apparatov s podvizhnoy nasadkoy s uchetom masshtabnogo perekhoda [Development and Calculation of Heat and Mass Transfer Apparatus with Movable Packing Taking into Account the Scale Transition]: Dis. ... PhD. – Shymkent, 2015. – 141 p., [in Russian].
16. Balabekov, O.S., Petin, V.F. Zakonomernost' vzaimodeystviya vikhrey, voznikayushchikh pri otryvnom obtekanii potokom gaza ili zhidkosti diskretno raspolozhennykh vdol' nego tel [Regularity of interaction of vortices arising during separated flow of gas or liquid around discrete bodies located along it] // Certificate of scientific discovery No. 144. – Moscow: International association of authors of scientific discoveries, 2000, [in Russian].
17. Balabekov, O.S., Volnenko, A.A., Praliyev, S., Korganbayev, B.N., Balabekova, M.O., Viktorov, S.V. Zakonomernost' formirovaniya parallel'no dvizhushchikhsya vikhrevykh struy pri techenii potoka gaza ili zhidkosti cherez sistemu poperek k nemu raspolozhennykh diskretnykh istochnikov [Regularity of formation of parallel moving vortex jets during flow of gas or liquid through a system of discrete sources located across it] // Certificate of scientific discovery No. 269. – Moscow: International association of authors of scientific discoveries, 2004, [in Russian].
18. Ramm, V.M. Absorbtsiya gazov [Absorption of gases]: 2nd ed. revised and add. – Moscow: Chemistry, 1976. – 656 p., [in Russian].

ҒТАМР 61.74.99

Ж.И. Сатаева[1] – *негізгі автор*, ©
Н.С. Машанова[2], М.Е. Смағулова[3], Н.Д. Құндызбаева[4], Б.Т. Рзаев[5]

[1]PhD, [2]Техн. ғылым. д-ры, [3]Хим. ғылым. канд., [4]Техн. ғылым. канд., [5]Магистр

ORCİD
[1]https://orcid.org/0000-0001-8327-3474 [2]https://orcid.org/0000-0001-8664-5173
[3]https://orcid.org/0000-0001-5793-0813 [4]https://orcid.org/0000-0002-6346-5986
[5]https://orcid.org/0009-0002-9607-9106

[1,2,3,4,5]«Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК, Астана қ., Қазақстан

@ *[1]julduz.kaynar@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/RHXO1856

ЗЫҒЫР САБАНЫНАН АЛЫНҒАН ЦЕЛЛЮЛОЗАНЫ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Қағаз өнеркәсібінің шикізат базасын кеңейту қажеттілігіне байланысты бұл зерттеуде жаңа екіншілік өнімдерден алатын шикізат ретінде Қазақстанда кең өндірілетін зығырды жинағаннан кейін қалатын зығыр сабаны зерттелді. Ғалымдардың ғылыми зерттеулерінің нәтижелері әдебиеттерде көрсеткендей, зығыр сабақтары целлюлозаны алу үшін жоғары сапалы шикізат ретінде дәлелденген. Бұл мақалада зығыр сабанынан альфа целлюлозасы жоғары целлюлоза өнімін алу бойынша кейбір зерттеу нәтижелері берілген. Қауіпсіз улы химиялық реагенттер мен процестерді пайдаланатын барлық үнемді, энергияны үнемдейтін технологиялар бүгінгі күні өзекті болып табылады. Ылғалға төзімді макулатураны реагентті-сілтілі өңдеуді пайдалану есебінен жеделдетіп еріту кезінде алынған Т21 маркалы картонның қайталама шикізатының 20%-ы зығыр сабанынан жасалған талшықтардың беріктігі сілтілі өңдеудің ұзағырақ кезінде алынған қайталама талшықтардың тиісті беріктігінен 6%-ға жоғары екені анықталды. Микросуреттерді талдау талшықтардың жоғары құрамын, сондай-ақ берік материал үшін тор жасайтын ұзын талшықтарды көрсетеді. 30% NaOH ерітіндісімен өңделген ұсақталған зығыр сабан целлюлоза бөлшектерінің гранулометриялық құрамы d10 = 31,781 нм ең жақсы нәтиже көрсетті, өйткені талшықтың диаметрі неғұрлым аз болса, қағаздың беріктігі мен тегіс құрылымы соғұрлым жоғары болады.

Тірек сөздер: зығыр сабаны, целлюлоза, модификация, лигнинді жою, экстракция, жыртылу ұзындығы, растрлық электронды микроскопиялық (РЭМ) зерттеулер.

Сатаева, Ж.И. Зығыр сабанынан алынған целлюлозаны зерттеу [Мәтін] / Ж.И. Сатаева, Н.С. Машанова, М.Е. Смағулова, Н.Д. Құндызбаева, Б.Т. Рзаев // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.287-298. https://doi.org/10.55956/RHXO1856

Кіріспе. Қазіргі уақытта целлюлозаны алу үшін шикізат қылқан жапырақты және қатты ағаш болып табылады. Алайда, көптеген шөптесін өсімдіктер – дәнді дақылдардың сабаны, зығыр өндірісінің қалдықтары және т.б. целлюлозаны өндіруге арналған ауқымды лигноцеллюлоза шикізаты бола алады [1].

Целлюлозаны тұтынудың артуы оны алу үшін жаңа балама шикізат көздерін іздеуге әкеледі. Құрамында целлюлоза бар шикізаттың перспективалы көздері ауыл шаруашылығының өсімдік қалдықтары болып табылады. Целлюлоза мөлшері 35-45% болатын өсімдік қалдықтарын қолдану [2] олардың қол жетімділігіне, жыл сайынғы жаңартылуына, арзандығына, сондай-ақ оларды ұтымды пайдаланудың шешілмеген мәселесіне байланысты.

Құрамында целлюлоза бар шикізат ретінде дәнді өсімдіктердің қалдықтарын қолдану көп мақсатты целлюлозаның жетіспеушілігін шеше алады және көлемі халық шаруашылығы өнімдерін өнеркәсіптік алу үшін жеткілікті ағаш емес өсімдік шикізатын пайдалану мүмшкіншілігін кеңейтеді [3].

Целлюлоза негізінен сульфатты [4], сульфитті [5] әдістермен және олардың модификацияларымен [6] алынады. Целлюлоза қағаз өндірісінде және талшықтарды, қабыршатардды, мембраналарды, ұнтақтарды, сорбциялық материалдарды және басқа да сұранысқа ие өнімдерді алу үшін химиялық өңдеуде қолданылады [7-9]. Целлюлоза өндірісінің ұлғаюы және қоршаған ортаны қорғауға қойылатын талаптардың қатаюы жақын арада күкірт пен хлор қосылыстарын қолданатын технологиялардан бас тарту қажеттілігін тудырады. Бұл қоршаған ортаға онша қауіпті емес балама жою жолдарын іздеуді ынталандырады. Целлюлозаны өндірудің түбегейлі жаңа, экологиялық таза технологиялары құрамында целлюлоза бар шикізат лигнинін экологиялық таза реагенттермен – молекулалық оттегімен немесе сутегі асқын тотығымен жою әдістеріне негізделген [10-13].

Майлы зығыр Қазақстан үшін перспективалы дақыл болып табылады, ҚР АШМ егіс алқаптарын талдау деректері бойынша, соңғы 10 жылда (2013-2022 ж.ж.), бірқатар басқа техникалық дақылдармен салыстырғанда, майлы зығыр дақылдары айтарлықтай өскенін көрсетеді – 3,8 мың гектардан 1345 мың гектарға дейін [14].

Өз кезегінде, майлы зығырдың сабақтарында (сабандарында) құрамында 20-дан 24%-ға дейін талшықты материал бар. Статистика деректері бойынша сабанның орташа өнімділігі – 10 ц/га, егіс алқаптарынан орташа есеппен 1,1 млн. тонна майлы зығыр сабаны алынды. Сонымен қатар, отандық кәсіпорындарда майлы зығырдың сабақтарының массасын өңдеудің кешенді технологиясының болмауына байланысты Қазақстанда жыл сайын 110 мың тонна талшық жоғалады (орташа шығу кезінде 20%) [15], ол өрістерде өртеніп, өрт қаупі мен экологиялық ластану көзі бола отырып, қоршаған ортаға орасан зор зиян келтіреді.

Целлюлоза – планетадағы ең көп таралған зат және өсімдіктердің жасуша қабырғаларының негізгі құрамдас бөлігі. Өсімдік талшықтарының негізгі компоненттеріне целлюлоза, гемицеллюлоза және лигнин жатады [16-18]. Осыған байланысты соңғы жылдары табиғи талшықтардан целлюлозаны алуға қызығушылық артып келеді [19].

Зығыр талшығын целлюлозаға терең өңдеу кезінде (механикалық және химиялық тазартудан кейін) соңғы өнімнің «шығымы» 60%-дан аспайды. Целлюлозаны алу процесіндегі тағы бір маңызды мәселе-бастапқы шикізаттағы лигнин мөлшері, ол нашар жойылатыны белгілі. Ағаштың түріне байланысты ондағы лигнин мөлшері 40% дейін жетеді [19]. Зығыр талшықтарында лигнин мөлшері 1-ден 5%-ға дейін, діңшеде (сабақтарының ағаш бөліктері) 32%-дан аспайды [20]. Жоғарыда келтірілген деректер қоршаған ортаға өңделуі қиын лигнинді азайту арқылы целлюлоза өндіру үшін зығырды пайдаланудың артықшылықтары туралы айтуға мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта дүние жүзінде целлюлоза-қағаз өнеркәсібі өндірісінің 92%-ға жуығы жұмсақ немесе қатты ағаштарға тәуелді, оның ішінде дүние жүзіндегі қағаз және картон өндірісінің 8%-ға жуығы ауыл шаруашылығы қалдықтарына негізделген [21].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеу барысында «Найдоровское» ЖШС Қарағанды облысынан жиналған ауыл шаруашылығы қалдықтары – зығыр сабан пайдаланылды. Кейбір зерттеу нәтижелері іске асырылып жатқан жоба аясында орындалған жұмыста көрсетілген [22].

Жұмыстың басында зерттеу үшін зығырдың сабандары ұзындығы 1-2 см-ге дейін ұсақталды. Сондай-ақ, қатты тұрмыстық қалдықтардан қайталама шикізат – Т21 маркалы картон пайдаланылды. Алдын ала ұсақталған картон бір күн бойы суға малынған және барлық шикізатты өңдеуден бұрын дайын суспензиямен араластырылған.

Зертханалық зерттеулер жүргізу үшін келесі реагенттер қажет болып пайдаланылды: натрий гидроксиді (NaOH); сутегі асқын тотығы (H_2O_2); сірке қышқылы (CH_3COOH); азот қышқылы (NNO_3) [22].

Зығыр сабаны барлық қоздырғыштарды жою, сондай-ақ гемицеллюлозаға байланысты қышқылдарды ыдырату және материалды целлюлоза мен лигнинге бөлу үшін сілтілі ерітіндіге малынған (гидролизделген).

Зығыр сабанынан алынған целлюлоза азот қышқылды және сілтілі әдістермен зертханалық жағдайда С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің базасында алынды. Ағаш емес өсімдік шикізатынан техникалық целлюлозаны алу үш кезеңде жүргізілді:

1. Азот қышқылының 0,2-1-4% ерітіндісінде 95-98°С температурада 120 минут пісіру;
2. 20% натрий гидроксиді ерітіндісімен 96°С температурада 60 минут бойы сілтілі пісіру;
3. Тотықтырғыш-органосольв ерітіндісімен 95-98°С температурада 120 минут өңдеу.

Пісіру аяқталғаннан кейін алынған техникалық целлюлоза бейтарап реакция пайда болғанға дейін тазартылған сумен жуылды, картон целлюлозасымен араластырылды, содан кейін шарикті диірменмен өңделді.

Целлюлозаның адгезиялық қасиеттерін жақсарту үшін қоспаны модификацияланған желатин ерітіндісімен өңдеп, тәжірибелік қағаз үлгілерін ағарту және нығайту үшін крахмал пайдаланды.

Алынған қоспадан қағаз үлгілері BN-8053-01A маркалы құю машинасының көмегімен дайындалды, онда артық ылғалды кетіру және берілген режимдерде басу процестері жүреді. Дайын қағаз парақтары BN-DZ01 маркалы жоғары жылдамдықты кептіргіште кептірілді.

Субмикрометрлік диапазондағы электронды микроскоп энергия-дисперсиялық микроталдау жүйесі бар сканерлеуші электронды микроскопта (үлгі дайындаусыз) жүргізілді. Үлкен үлкейту кезінде дайын үлгінің беткі суреті >х3000 құрайды. Үнтақтар немесе ұсақталған бөліктер түріндегі сынамалар таңбаланған полиэтилен пакеттерге қойылды.

Сынамалар JEOL фирмасының JXA-8230 растрлық электронды микроскоп-микроанализаторының заттық үстеліндегі жез ұстағыштарға үлгі ұстағышының кесіндісімен бірдей етіп орнатылды. Осылайша, барлық сынамаларды бақылау мен өлшеудің бірдей эксперименттік шарттары жасалды. Монтаж перпендикулярға мүмкіндігінше жақын электрондар шоғырына қатысты сынамалардың ережелеріне сәйкес келді.

Үлгілердің суреттерін алу 20 кВ үдеткіш кернеуде, электронды сәуленің тогы 1-ден аз және №3 және 4 апертуралық диафрагмаларда жүзеге асырылды. Мұндай кішігірім үлкейту жағдайлары микрон мен жүздеген микронға дейінгі бөлшектерді, ал үлкен үлкейту кезінде субмикрон бөлшектерін сенімді бақылауды және тіркеуді қамтамасыз етеді.

Зерттеу нәтижелері. Зерттеулер нәтижесінде сегіз зығыр сабан қағаз үлгілері алынды:

1-ші үлгі: бақылау;

2-ші үлгі: 30% NaOH ерітіндісімен өңделген зығыр сабан;

3-ші үлгі: 20% NaOH ерітіндісімен өңделген зығыр сабан;

4-ші үлгі: 1% HNO_3 ерітіндісімен және 25% NaOH ерітіндісімен өңделген зығыр сабан;

5-ші үлгі: 4% HNO_3 ерітіндісімен және 25% NaOH ерітіндісімен өңделген зығыр сабан;

6-шы үлгі: 25% NaOH ерітіндісімен өңделген бидай сабаны;

7-ші үлгі: 25% NaOH ерітіндісімен өңделген күріш сабаны;

8-ші үлгі: қатты тұрмыстық қалдық – картон.

Зерттеу барысында зығыр сабанын өңдеуге дейін және оңдеуден кейін алынған үлгілердің физика-химиялық көрсеткіштері, атап айтқанда α-целлюлозаның, лигниннің массалық үлесі, күлділігі және шығымдылығы анықталды (1-кесте).

Кесте 1

Өңдеуден бұрын және кейін компоненттер құрамының физика-химиялық көрсеткіштері

Зығыр сабаны өңдеуге дейін және кейін	Зығыр сабаны компоненттерінің құрамы			
	α-целлюлоза, % МемСТ 6840-78	Лигнин, % МемСТ 11960-79	Күлділігі, %	Шығымы, %
Зығыр сабаны	52,4	24,6	23,0	100
Барлық өңдеуден кейін	67,7	4,1	8,5	77,3

Дайындалған қағаз «Метротест» өндірген РЭМ-I-5-А-1-1 үзуші машинасында сыналды. Әртүрлі шикізаттан жасалған кез келген қағаздың беріктігі қысқа мерзімді жүктемелер арқылы өлшенеді. Бұл процесс күштің статистикалық теориясы тұрғысынан қарастырылады. Кез келген қағаздың созылу күшін тұрақты шама ретінде сипаттауға болады. Қағаз жолағының жарылуы оған түсірілген F созу күштерінің әсерінен болады. Қағаз парағының талшықтары жолақтың бойлық осіне әртүрлі бұрыштарда орналасқан. Өлшеу кезінде құрылғының күшіне ұшыраған кезде талшықтар арасындағы байланыстар созылу кезінде біртіндеп жойылады. Ең әлсіз талшықтар алдымен әлсіреп, жарылып кете бастайды. Соның салдарынан пайда болған жарықтар күшейе бастайтыны белгілі. Кернеулерді қайта бөлуден кейін олар негізгіге айналады. Белгілі бір уақытта қағаз жолағы үзіледі. Сондықтан әлсіз талшықтар қағазды жырту процесінің қоздырғышы болып табылады және оның үзілуін тізбекті реакция түрі ретінде қарастыруға болады [22].

Үзілу ұзындығы – бұл өз салмағымен үзілетін тұрақты ені бар қағаз жолағының есептік максималды ұзындығы. Қағаздың үзілу ұзындығымен қатар қағаздың ұзаруы да көрсетіледі. Бұл үзілгенге дейінгі қағаз үлгісінің ұзындығының пайыздық өзгерісі. Ұзарту қағаздың серпімділігін сипаттайды. Беріктік шегіне созылу өнімі үзіліс жұмысы деп аталады. Жыртылған жұмыс

неғұрлым көп болса, баспа машинасындағы қағаздың өткізгіштігі соғұрлым жақсы болады [22]. Құймалардың үзілу ұзындығына арналған сынақтар 2 және 3-кестелерде нәтиже көрсетті. График түріндегі құйманың үзіліс ұзындығы 1-суретте көрсетілген.

Кесте 2

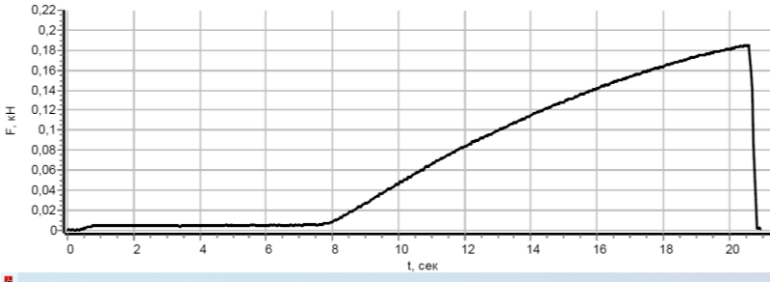
Үзуші машинадағы сынақ нәтижелері

Үлгілер №	Материал: 40 гр целлюлоза, NaOH		Материал: 45 гр целлюлоза, HNO_3		Материал: 40 гр целлюлоза, HNO_3	
	11	09	24	23	20	21
1	0,10758	0,11131	0,06839	0,06385	0,19968	0,18490
2	0,09269	0,10280	0,07826	0,04796	0,19222	0,14563
3	0,08125	0,09987	0,08314	0,06361	0,16670	0,17091
4	0,10555	0,10254	0,07470	0,06159	0,19596	0,16964
5	0,10064	0,09641	0,07039	0,06099	0,19115	0,16772
6	0,10203	0,09478	0,05606	0,05905	0,18712	0,14134
7	0,11817	0,09713	0,04481	0,06814	0,19060	0,19201
8	0,10503	0,09415	0,08676	0,07820	0,15667	0,19128
Орташа	0,079106	0,101618	0,070314	0,062924	0,185013	0,170429
Орташа квадраттық ауытқу (ОКА), қайталама	0,007195	0,010904	0,014014	0,008505	0,015113	0,019195
Салыстырмалы ОКА, %	9,095787	10,73061	19,93028	13,51629	8,168861	11,26306

Кесте 3

МемСТ 13525.1-79 5.3-тармағына сәйкес есептелген үзіліс ұзындығы

	Материал: 40 гр целлюлоза, NaOH		Материал: 45 гр целлюлоза, HNO_3		Материал: 40 гр целлюлоза, HNO_3	
Үлгілер №	11	09	24	23	20	21
F, кН	0,079106	0,101618	0,070314	0,062924	0,185013	0,170429
l_0, мм	90	90	90	90	90	90
m, г	0,78	0,78	0,79	0,99	0,84	0,94
L, (Н×м)/г	9,1	11,7	8,0	5,7	19,8	16,3

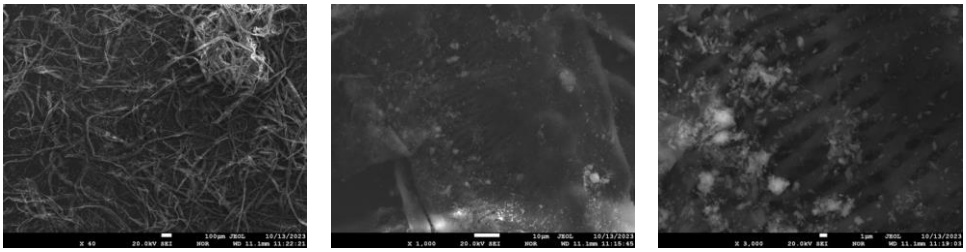


Сурет 1. Қағаздың үзілу ұзындығы

Растрлық электронды-микроскопиялық (РЭМ) зерттеу үшін таңдалған сынамалардың барлық учаскелері үшін екінші реттік электронды бақылау

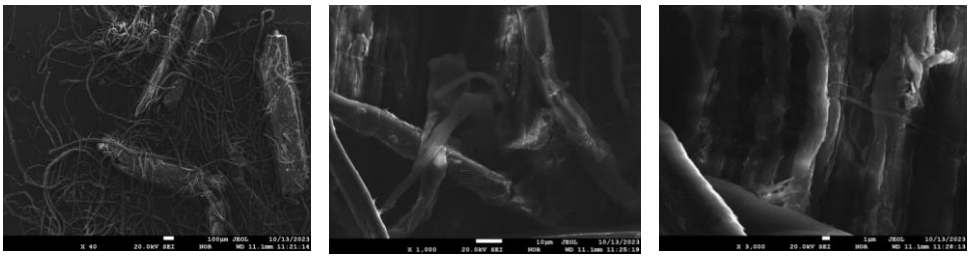
және түсіру режимі (SEI) қолданылды. JPEG форматындағы микрофото файлдарының атауы бақылау (түсіру) режимін және үлкейтуді көрсетеді [22].

Кескіндерді салыстыру және микроқұрылымды сипаттау үшін X 40 (жоспардан тыс), X 1000 және X 3000 үлкейту арқылы әр сынама үшін 3 микрограф алынды (сурет 2-7).



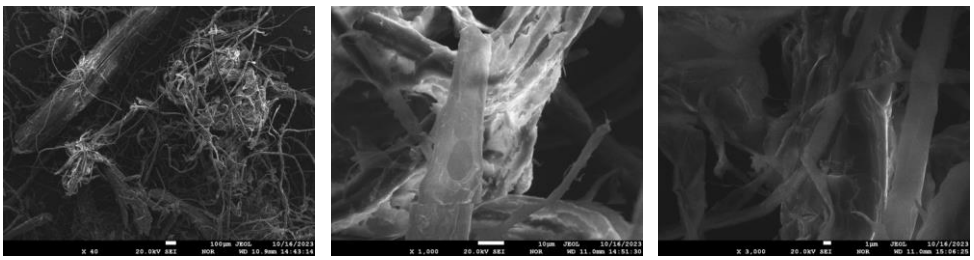
X 40 X 1000 X 3000

Сурет 2. Бақылау қағазы үлгісінің микрофотосуреттері



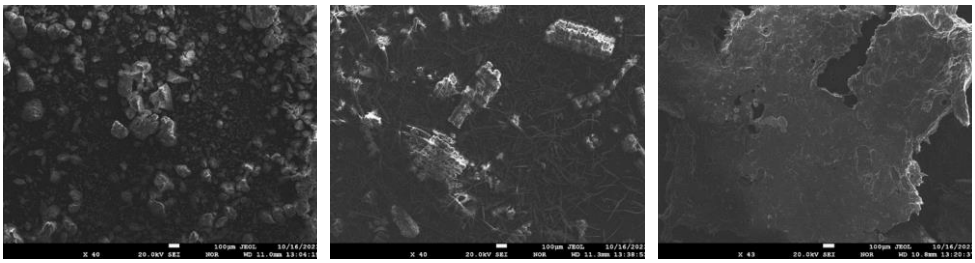
X 40 X 1000 X 3000

Сурет 3. №2 қағаз үлгісінің микрофотосуреттері



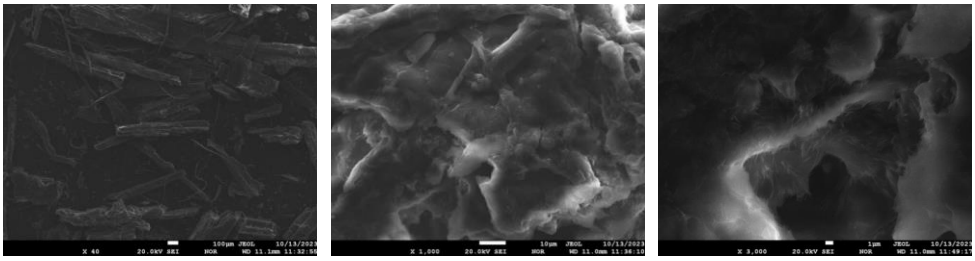
X 40 X 1000 X 3000

Сурет 4. №3 қағаз үлгісінің микрофотосуреттері



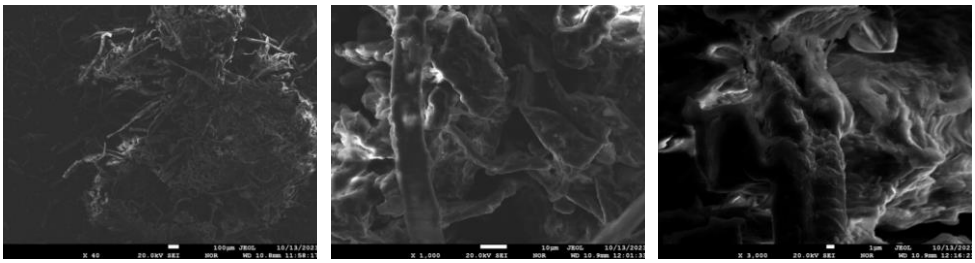
а б в

Сурет 5. Микрофотосүреттер: а – №4 қағаз үлгісі;
б – №5 қағаз үлгісі; в – №6 қағаз үлгісі



X 40 X 1000 X 3000

Сурет 6. №7 қағаз үлгісінің микрофотосуреттері



X 40 X 1000 X 3000

Сурет 7. №8 қағаз үлгісінің микрофотосуреттері

Микросуреттерді талдау целлюлоза талшығының ішіндегі талшық шоғырларының құрылымы мен орналасуын көрсетеді [22]. Целлюлоза талшықтары бір-біріне параллель, тураланған және жабылған. Бұл талшықтардың, сондай-ақ берік материал үшін тор жасайтын ұзын талшықтардың жоғары құрамын көрсетеді.

Зерттеу нәтижелерін талқылау. 1-кестедегі деректер алдын ала лигнинді жоюды пайдалану таза талшықты өнімдерге әкелгенін растайды. Лигнин мөлшері негізінен 5 есеге жуық төмендеді: 24,6-дан 4,1%-ға дейін. Зығыр сабанындағы талшықты өнімдер 4,1% күлдің ең төменгі мәндерімен сипатталғанын атап өткен жөн. Алынған мәліметтерді талдау зығыр сабанынан лигнинді жоюдың үш сатылы әдісін қолдану одан әрі қағазды қалыптастыру үшін целлюлозаның жоғары өнімін алуға мүмкіндік беретінін көрсетеді.

Аморфты аймақтардағы гликозидтік байланыстардың үзілуі қышқыл гидролизімен алдын ала өңдеуден туындайды. Гидролиз кезінде аморфты гемицеллюлоза механикалық деструкциядан айырмашылығы қант мономерлеріне дейін ыдырайды, онда кристалды жерлерде целлюлоза талшықтары да ыдырайды. Гемицеллюлоза жойылғаннан кейін бетінің ауданы ұлғаяды және тері тесіктері кеңейіп, ферментативті өңдеуге мүмкіндік береді. Сілтілік өңдеу полисахарид-лигнин байланыстарын гидролиздейді, лигнинді жояды және целлюлозаның кристалдылығын төмендетеді [22].

Минералды компоненттер мен лигниннің бір бөлігі сілтілі ерітіндімен өңделгенде жойылады, бұл лигнин көмірсутекті материалдың құрылымын қопсытуға көмектеседі және целлюлоза матрицасының гидролизіне әкеледі. Кейбір целлюлозды емес компоненттер сабаннан гидролиз кезінде жойылады, нәтижесінде целлюлоза концентрациясы 70% дейін жетеді. Бидай мен күріш сабанынан алынған целлюлоза үлгілерінің негізгі қасиеттері бірдей. Ол целлюлоза талшығындағы байланыстарды әлсірету және бұзу арқылы жұмыс істейді. Целлюлоза ұсақталған кезде гидроксилдерге қол жеткізу артады, бұл

целлюлоза талшықтарының кеңеюіне әкеледі. Ісіну талшық ішіндегі байланыстарды бұзу немесе әлсірету процесін күшейтуге көмектеседі [22].

Ылғалға төзімді макулатураны реагентті-сілтілі өңдеуді пайдалану есебінен жеделдетіп еріту кезінде алынған 20% қайталама талшықты картонмен зығыр сабанынан жасалған талшықтардың беріктігі ұзағырақ сілтілі өңдеу кезінде алынған қайталама талшықтардың тиісті беріктігінен 6% жоғары екені анықталды.

Растрлық электронды-микроскопиялық (РЭМ) зерттеу нәтижелері бойынша №1 үлгі бақылау үлгісі ені 30 мкм-ге дейін ұзын шатастырылған талшықтары бар зат болып табылады. Үлкен үлкейту кезінде талшықтардың торлы-фибриллярлық құрылымы анықталды. Талшықтарда микроннан аз мөлшерде ұсақ бөлшектердің көп мөлшері байқалады (2-сурет).

№2 үлгі – талшықтардың екі түрі бар зат: ені 30 мкм-ге дейін және қысқа және кең (0,33 мм-ге дейін) талшықтар түрінде [22]. Үлкен үлкейтулерде қалыңдығы шамамен 0,1 мкм болатын талшықтардың сегменттік-буындық және жұқа құрылымы анықталды (3-сурет).

№3 үлгі – талшықтардың екі түрі бар зат: ені шамамен 15 мкм болатын ұзын, шатастырылған талшықтар түрінде және ұштары «сынған» түрге ие қысқа және кең (0,3 мм-ге дейін) талшықтар түрінде. Үлкен үлкейтулерде қалыңдығы 0,1 мкм болатын талшықтардың сегменттік-буындық және жұқа құрылымы анықталды (4-сурет).

№4 үлгі – тармақталған жиектері бар бөлшектер болып табылады, олар бір-бірімен байланысты ұсақ (шамамен 3 мкм) бөлшектердің болуымен сипатталады (5а-сурет).

№5 үлгі – талшықтардың екі түрі бар зат: ені шамамен 6 мкм болатын ұзын, шатастырылған талшықтар түрінде және қысқа (1 мм-ге дейін) және кең (0,4 мм-ге дейін) талшықтар түрінде, олардың ұштары біркелкі сынықтар түрінде болады (5б-сурет).

№6 үлгі – ені 50 мкм-ге дейінгі ұзын талшықтары бар зат (5в-сурет).

№7 үлгі – талшықтардың екі түрі бар зат: ені шамамен 10 мкм болатын ұзын, шатастырылған талшықтар түрінде және қысқа (1 мм-ге дейін) және кең (130 мм-ге дейін) талшықтар түрінде, олардың ұштары біркелкі сынықтар түрінде болады (аз ғана ерекшеліктерді қоспағанда). Үлкен үлкейтулерде ұзындығы 1 мкм-ге дейін және қалыңдығы 0,1 мкм-ге дейін «шаштар» түріндегі микрожарықтары бар қабатты құрылым және талшықтардың өте жұқа құрылымы анықталды (6-сурет) [22].

№8 үлгі – ені 50 мкм-ге дейін ұзын талшықтары бар зат, үлкен үлкейтулерде сегменттік-буын құрылымы анықталды (7-сурет).

Қорытынды. Бұл зерттеудің нәтижелері зығыр сабанын лигноцеллюлозды шикізат ретінде пайдалану мүмкіндігін растайды, өйткені екіншілік қалдықтар ретінде айтарлықтай көлемдер бар, бұл бүкіл әлем бойынша ауыл шаруашылығы өндірушілері үшін үлкен проблемаларды тудырады. Таза, жасыл целлюлоза-қағаз өнеркәсібі үшін ресурс шығындарын азайтатын, экологиялық шығындарды азайтатын және табысты арттыратын жаңа технологиялар қажет.

Әдебиеттер тізімі

1. Пен, Р.З. Делигнификация растительного сырья пероксидом водорода: экологический аспект [Текст] / Р.З. Пен, А.В. Бывшев, А.А. Полютов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2008. – Вып. 4. – С. 278-280.

2. Кузнецов, Б.Н. Состав и применение растворимых продуктов каталитической окислительной делигнификации соломы пшеницы [Текст] / Б.Н. Кузнецов, И.Г. Судакова, Н.В. Гарынцева, Н.М. Иванченко // Характеристики образцов целлюлозы из соломы злаковых, полученных гидротропным способом, и результаты их исследования в качестве субстратов для ферментативного гидролиза. Химия в интересах устойчивого развития. – 2011. – № 19. – С. 527-533.
3. Денисова, М.Н. Характеристики образцов целлюлозы из соломы злаковых, полученных гидротропным способом, и результаты их исследования в качестве субстратов для ферментативного гидролиза [Текст] / М.Н. Денисова // Ползуновский вестник. – 2016. – №4(1). – С. 170-173.
4. Непенин, Ю.Н. Технология целлюлозы. Производство сульфатной целлюлозы [Текст] / Ю.Н. Непенин. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 600 с.
5. Непенин, Ю.Н. Технология целлюлозы. Производство сульфитной целлюлозы [Текст] / Ю.Н. Непенин. – М.: Лесная промышленность, 1976. – 624 с.
6. Фенгел, Д. Древесина: химия, ультраструктура, реакции [Текст] / Д. Фенгел, Г.М. Вегенер. – М.: Лесная пром-сть, 1988. – 512 с.
7. Kartik T., Murugan R. Characterization and analysis of lignocellulosic fiber from the seeds of the plant Pergulariadaemia for textile applications // Fiber. Polym, 2013. Vol. 14. P. 465-472.
8. Hoenich N.A. Cellulose for Medical Applications: Past, Present, and Future // BioResources, 2006. Vol. 1, No. 2. P. 270-280.
9. Kamel S. Ali N., Jahangir K., El-Gendy A. Pharmaceutical Significance of Cellulose: A Review // EXPRESS Polymer Letters, 2008. Vol. 2, No. 11. P. 758-778.
10. Oksman, K., Sain, M. Cellulose Nanocomposites: Processing, Characterization, and Properties. – San Diego: American Chemical Society, 2006. – 256 p.
11. Kuznetsov B.N., Kuznetsova S.A., Danilov V.A., Yatsenkova O.V., Petrov A.V. Agreen one-step process of obtaining microcrystalline cellulose by catalytic oxidation of wood // Reac. Kinet. Mech. Cat, 2011. V. 104. No. 2. P. 337-343.
12. Митрофанов, Р.Ю. Гидротропный метод получения целлюлозы из мискантуса [Текст] / Р.Ю. Митрофанов, В.В. Будаева, М.Н. Денисова, Г.В. Сакович // Химия растительного сырья. – 2011. – № 1. – С. 25-32.
13. Denisova M.N., Budaeva V.V., Pavlov I.N. Pulps isolated from Miscanthus, oat hulls, and intermediate flax straw with sodium benzoate // The Korean Journal of Chemical Engineering, 2015. Vol. 32, No. 2. P. 202-205.
14. Бюро национальной статистики, агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://stat.gov.kz/ru/. Дата обращения 12.05.23.
15. Mukhambet Y., Shah Dh., Tatkeyeva G., Sarbassov Y. Slow pyrolysis of flax straw biomass produced in Kazakhstan: Characterization of enhanced tar and high-quality biochar // Fuel, 2022. Vol. 324, Part B. P. 124676.
16. Feleke K, Thothadri G, Beri Tufa H, Rajhi AA, Ahmed GMS. Extraction and Characterization of Fiber and Cellulose from Ethiopian Linseed Straw: Determination of Retting Period and Optimization of Multi-Step Alkaline Peroxide Process // Polymers (Basel), 2023. Vol. 15, No. 2. P. 469.
17. Manian A.P., Cordin M., Pham T. Extraction of cellulose fibers from flax and hemp: a review // Cellulose, 2021. Vol. 28. P. 8275–8294.
18. Gurukartik Babu B., Prince Winston D., Centamaray Kannan P., Saravanakumar S., Sanjay M. Investigation of the characteristics and physico-chemical properties of a new natural fiber from Phaseolus vulgaris // Nat. Fibers, 2019. Vol. 16. No. 1035–1042.
19. Sjostrom E. Wood Chemistry: Fundamentals and Applications. – Elsevier, 2013. – 293 p.
20. Макаров И.С. Новое гидратцеллюлозное волокно из льняной целлюлозы [Текст] / И.С. Макаров, Л.К. Голова, М.И. Виноградов, Ю.А. Егоров, В.Г. Куличихин, Ю.М. Михайлов // Российский химический журнал. – 2020. – Т. 64. – №. 1. – С. 13-21.
21. Fahmy Y., Fahmy T.Y., Mobarak F., El-Sakhawy M., Fadl M. Agricultural residues (wastes) for manufacture of paper, board, and miscellaneous products: Background

overview and future prospects // International Journal of ChemTech Research, 2017. Vol. 10, No. 2. P. 424-448.
22. Ибжанова, А.А. Биоыдырайтын қаптама өндіру технологиясының ғылыми-техникалық негіздерін әзірлеу және КО ТР 005/2011 сәйкес жаңа өнімді стандарттау [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kazatu.edu.kz/pages/nauka/dissertacionnye-sovety. Дата обращения 03.04.24.

Мақала Қазақстан Республикасының бағдарламалық-нысаналы қаржыландырудың ғылыми-техникалық бағдарламасы аясында жазылған: IRN BR12967830 «Тамақ өнімдері өндірісінің және экологиялық таза қаптаманың тиімділігін, қауіпсіздігін, ресурстарын үнемдеуді арттыру мақсатында техникалық реттеу құралдарын әзірлеу".

Материал редакцияға 18.06.24 түсті.

Ж.И. Сатаева[1], Н.С. Машанова[1], М.Е. Смагулова[1], Н.Д. Кундызбаева[1], Б.Т. Рзаев[1]

[1]РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», г. Астана, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ЛЬНЯНОЙ СОЛОМЫ

Аннотация. В связи с необходимостью расширения сырьевой базы для бумажной промышленности в данном исследовании изучалась солома, которая остается как вторичный продукт после сбора семян масличного льна, широко производимого в Казахстане. Как показывают результаты научных исследований ученых в литературе, стебли льна зарекомендовали себя как высококачественное сырье для получения целлюлозы. В данной статье представлены некоторые результаты исследований по производству высокоальфа-целлюлозных продуктов из льняной соломы. Сегодня актуальны все экономически эффективные, энергосберегающие технологии с использованием безопасных токсичных химических реагентов и процессов. Установлено, что прочность волокон из соломы льна с 20% вторичного сырья картона марки Т21, полученных при ускоренном роспуске влагопрочной макулатуры за счет использования ее реагентно-щелочной обработки на 6% выше соответствующей прочности вторичных волокон, полученных при более длительной щелочной обработке. Анализ микрофотографий показывает свидетельствует о более высоком волокне содержания волокон, а также длинные волокна, которые создают решетку для более прочного материала. Гранулометрический состав частиц измельченной целлюлозы из соломы льна, обработанная 30%-ым раствором NaOH показывал наилучший результат D10 = 31,781нм, так как чем меньше диаметр волокна, тем выше прочность и гладкая структура бумаги

Ключевые слова: побочный продукт, солома льна, целлюлоза, модификация, делигнификация, экстракция, разрывная длина, растровые электронно-микроскопические (РЭМ) исследования, лазерный анализ частиц.

Zh.I. Satayeva[1], N.S. Mashanova[1], M.E. Smagulova[1], N.D. Kundyzbayeva[1], B.T. Rzayev[1]

[1]RSE "Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology", Astana, Kazakhstan,

STUDY OF CELLULOSE FROM FLAX STRAW

Abstract. Due to the need to expand the raw material base for the paper industry, this study examined the straw that remains as a secondary product after harvesting the

seeds of oilseed flax, which is widely produced in Kazakhstan. As the results of scientific research by scientists in the literature show, flax stalks have established themselves as high-quality raw materials for the production of cellulose. This article presents some research results on the production of high-alpha cellulosic products from flax straw. Today, all cost-effective, energy-saving technologies using safe toxic chemicals and processes are relevant. It has been established that the strength of fibers from flax straw with 20% recycled cardboard grade T21, obtained by accelerated dissolution of moisture-resistant waste paper through the use of its reagent-alkaline treatment, is 6% higher than the corresponding strength of recycled fibers obtained by longer-term alkaline treatment. Analysis of micrographs shows evidence of higher fiber content, as well as longer fibers, which create a lattice for a stronger material. The particle size distribution of crushed cellulose particles from flax straw treated with a 30% NaOH solution showed the best result D10 = 31.781 nm, since the smaller the fiber diameter, the higher the strength and smooth structure of the paper

Keywords: by-product, flax straw, cellulose, modification, delignification, extraction, breaking length, scanning electron microscopy (SEM) studies, laser particle analysis.

References

1. Pen R.Z., Byvshev A.V., Polyutov A.A. Delignifikatsiya rastitel'nogo syr'ya peroksidom vodoroda: ekologicheskiy aspekt [Delignification of plant materials with hydrogen peroxide: environmental aspect] // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], 2008. Vol. 4. P. 278-280 [in Russian].
2. Kuznetsov B.N. Sudakova I.G., Garyntseva N.V., Ivanchenko N.M. Sostav i primeneniye rastvorimykh produktov kataliticheskoy okislitel'noy delignifikatsii solomy pshenitsy [Composition and application of soluble products of catalytic oxidative delignification of wheat straw] // Kharakteristiki obraztsov tsellyulozy iz solomy zlakovykh, poluchennykh gidrotropnym sposobom, i rezul'taty ikh issledovaniya v kachestve substratov dlya fermentativnogo gidroliza. Khimiya v interesakh ustoychivogo razvitiya [Characteristics of cellulose samples from cereal straw obtained by the hydrotropic method and the results of their study as substrates for enzymatic hydrolysis. Chemistry for Sustainable Development], 2011. No. 19. P. 527-533 [in Russian].
3. Denisova, M.N. Kharakteristiki obraztsov tsellyulozy iz solomy zlakovykh, poluchennykh gidrotropnym sposobom, i rezul'taty ikh issledovaniya v kachestve substratov dlya fermentativnogo gidroliza [Characteristics of cereal straw cellulose samples obtained by the hydrotropic method and the results of their study as substrates for enzymatic hydrolysis] // Polzunovskiy vestnik. [Polzunovsky bulletin], 2016. No. 4(1). P. 170-173 [in Russian].
4. Nepenin, YU.N. Tekhnologiya tsellyulozy. Proizvodstvo sul'fatnoy tsellyulozy [Cellulose technology. Production of sulfate cellulose]. – Moscow: Forestry industry, 1990. – 600 p. [in Russian].
5. Nepenin, YU.N. Tekhnologiya tsellyulozy. Proizvodstvo sul'fitnoy tsellyulozy [Cellulose technology. Production of sulfite cellulose]. – Moscow: Forestry industry, 1976. – 624 p. [in Russian].
6. Fengel, D., Vegener, G.M. Drevesina: khimiya, ul'trastruktura, reaktsii [Wood: chemistry, ultrastructure, reactions]. – Moscow: Forestry industry, 1988. – 512 p. [in Russian].
7. Kartik T., Murugan R. Characterization and analysis of lignocellulosic fiber from the seeds of the plant Pergulariadaemia for textile applications // Fiber. Polym, 2013. Vol. 14. P. 465-472.
8. Hoenich N.A. Cellulose for Medical Applications: Past, Present, and Future // BioResources, 2006. Vol. 1, No. 2. P. 270-280.
9. Kamel S. Ali N., Jahangir K., El-Gendy A. Pharmaceutical Significance of Cellulose: A Review // EXPRESS Polymer Letters, 2008. Vol. 2, No. 11. P. 758-778.

10. Oksman, K., Sain, M. Cellulose Nanocomposites: Processing, Characterization, and Properties. – San Diego: American Chemical Society, 2006. – 256 p.
11. Kuznetsov B.N., Kuznetsova S.A., Danilov V.A., Yatsenkova O.V., Petrov A.V. Agreen one-step process of obtaining microcrystalline cellulose by catalytic oxidation of wood // Reac. Kinet. Mech. Cat, 2011. V. 104. No. 2. P. 337-343.
12. Mitrofanov R.YU., Budayeva V.V., Denisova M.N., Sakovich G.V. Gidrotropnyy metod polucheniya tsellyulozy iz miskantusa [Hydrotropic method for obtaining cellulose from miscanthus] // Khimiya rastitel'nogo syr'ya [Chemistry of plant raw materials], 2011. No. 1. P. 25-32 [in Russian].
13. Denisova M.N., Budaeva V.V., Pavlov I.N. Pulps isolated from Miscanthus, oat hulls, and intermediate flax straw with sodium benzoate // The Korean Journal of Chemical Engineering, 2015. Vol. 32, No. 2. P. 202-205.
14. Bureau of National Statistics, Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan [Electronic resource]. – Access mode: https://stat.gov.kz/ru/. Date of request 12.05.23.
15. Mukhambet Y., Shah Dh., Tatkeyeva G., Sarbassov Y. Slow pyrolysis of flax straw biomass produced in Kazakhstan: Characterization of enhanced tar and high-quality biochar // Fuel, 2022. Vol. 324, Part B. P. 124676.
16. Feleke K, Thothadri G, Beri Tufa H, Rajhi AA, Ahmed GMS. Extraction and Characterization of Fiber and Cellulose from Ethiopian Linseed Straw: Determination of Retting Period and Optimization of Multi-Step Alkaline Peroxide Process // Polymers (Basel), 2023. Vol. 15, No. 2. P. 469.
17. Manian A.P., Cordin M., Pham T. Extraction of cellulose fibers from flax and hemp: a review // Cellulose, 2021. Vol. 28. P. 8275–8294.
18. Gurukartik Babu B., Prince Winston D., Centamaray Kannan P., Saravanakumar S., Sanjay M. Investigation of the characteristics and physico-chemical properties of a new natural fiber from Phaseolus vulgaris // Nat. Fibers, 2019. Vol. 16. No. 1035–1042.
19. Sjostrom E. Wood Chemistry: Fundamentals and Applications. – Elsevier, 2013. – 293 p.
20. Makarov I.S., Golova L.K., Vinogradov M.I., Yegorov YU.A., Kulichikhin V.G., Mikhaylov YU.M. Novoye gidrattsellyuloznoye volokno iz l'nyanoy tsellyulozy [New Hydrated Cellulose Fiber from Flax Pulp] // Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal [Russian Chemical Journal], 2020. Vol. 64, No. 1. P. 13-21 [in Russian].
21. Fahmy Y., Fahmy T.Y., Mobarak F., El-Sakhawy M., Fadl M. Agricultural residues (wastes) for manufacture of paper, board, and miscellaneous products: Background overview and future prospects // International Journal of ChemTech Research, 2017. Vol. 10, No. 2. P. 424-448.
22. Ibzhanova, A.A. Development of scientific and technical foundations of biodegradable packaging production technology and standardization of new products in accordance with CU TR 005/2011 [Electronic resource]. – Access mode: https://kazatu.edu.kz/pages/nauka/dissertacionnye-sovety.

МРНТИ 61.01.91

А.Т. Кабылбекова[1] – *основной автор*, ©
Е. Тілеуберді[2], Х.И. Акбаров[3], К.К. Сырманова[4], А.С. Унгарбаева[5], Е.К. Онгарбаев[6], Е.И. Иманбаев[7]

[1,5]Докторант, [2]Ведущий научный сотрудник, ассоциированный профессор, [3,4]Д-р техн. наук, профессор, [6]Зав. лаборатории нефтехимических процессов, профессор, [7]Ведущий научный сотрудник

ORCID *[1]https://orcid.org/0000-0003-4167-6800 [2]https://orcid.org/0000-0001-9733-5015 [4]https://orcid.org/0000-0002-1468-6440 [6]https://orcid.org/0000-0002-0418-9360 [7]https://orcid.org/0000-0001-8273-0020*

[1,5]Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан
[2,6,7]Институт проблем горения, г. Алматы, Казахстан
[2]Казахский Национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан
[3]Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, г. Ташкент, Республика Узбекистан
[4]Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан
[6]КазНУ им. Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

@ *[1]aika_kabil@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/GNNV1003

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МОДИФИКАТОРОВ В БИТУМНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

Аннотация. Возможность получения разнообразных технически ценных материалов на основе полимеров привело к увеличению удельного потребления полимеров в мире и данный показатель продолжает увеличиваться. Экономия и рациональное использование сырьевых, топливно-энергетических и других материальных ресурсов предусматривает повышение эффективности использования вторичных материальных ресурсов. Установлено, что в настоящее время проблема переработки отходов полимерных материалов обретает актуальное значение не только с позиции охраны окружающей среды, но и связана с тем, что в условиях дефицита полимерного сырья пластмассовые отходы становятся мощным сырьевым и энергетическим ресурсом.

Выявлено, что переработка различных видов вторичного полимерного сырья развита недостаточно и, необходимо внедрять новые технологии повышения уровня его использования. Для достижения этих целей, а также предотвращение загрязнения окружающей среды миллионами тонн полимерных отходов необходимо решить основные вопросы этой проблемы: организация сбора отходов производства и отходов сферы потребления; разделение полимерных отходов на категории, подлежащие переработке или утилизации; выбор необходимых методов модификации для улучшения качества вторичного полимерного сырья. Модифицирование различными полимерными добавками, позволит регулировать свойство сырья и битумов с получением товарных битумов улучшенного качества.

В статье рассмотрен обзор полимеров – модификаторов битума, повышающих прочностные показатели, водостойкость, улучшающих деформативную способность материала во всем интервале эксплуатационных температур.

Показана возможность улучшения физико-механических свойств нефтяных битумов, что позволит получать полимербитумные вяжущие с улучшенными пластичностью, теплостойкостью и низкотемпературными свойствами, а также расширить ресурсы для производства дорожных битумов.

Ключевые слова: полимер, модификатор, полимерные отходы, битум, дорожная отрасль, качество.

Кабылбекова, А.Т. Эффективность использования полимерных модификаторов в битумных композициях [Текст] / А.Т. Кабылбекова, Е. Тілеуберді, Х.И. Акбаров, К.К. Сырманова, А.С. Унгарбаева, Е.К. Онгарбаев, Е.И. Иманбаев // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – Б.299-316. https://doi.org/10.55956/GNNV1003

Введение. В настоящее время производство полимеров представляет собой одну из наиболее динамично развивающихся отраслей промышленности. К 2030 году рост производства полимеров прогнозируется до 812 млрд. долл. США. Мировое потребление только двух базовых полимеров в 2022 году составило 207 млн тонн (42% – полипропилен, 58% – полиэтилен). К 2025 году рост прогнозируется на 26 млн тонн. Темп строительства новых производственных мощностей ускорился. Лидером по производству по-прежнему остается США. Но Китай ежегодно наращивает собственные мощности, и уже стал вторым по объему выпуска базовых полимеров. В развитых странах удельное потребление полимерных материалов достигло 85-90 кг на человека в год и продолжает расти. Это связано с тем, что полимеры позволяют создавать разнообразные материалы с ценными техническими характеристиками. Благодаря своим уникальным физико-химическим, конструкционным и технологическим свойствам, полимерные материалы находят широкое применение в различных сферах, включая промышленность и медицину.

С увеличением производства полимерных изделий различного назначения становится все более актуальной проблема их утилизации. Полимеры, которые уже вышли из эксплуатации, обычно отправляются на захоронение, но из-за их практически неразлагаемой природы они наносят серьезный вред окружающей среде.

Одним из решений может быть использование переработанных полимеров в качестве модификатора битума. Это позволит создать полимерно-битумное вяжущее, которое, в отличие от обычного битума, будет обладать более широким диапазоном рабочих температур и эластичными свойствами.

Проблема повышения качества битумов и асфальтобетонов является одной из приоритетных в дорожной отрасли всех стран.

Эффективность использования дорожных покрытий, изготовленных на полимерно-битумных вяжущих (ПБВ), подтверждается зарубежным опытом. Например, в США расходы на эксплуатацию дорожных участков, построенных с применением ПБВ, за 20 лет оказались на 10-30% ниже, чем там, где использовался обычный битум. На Аляске доля покрытий на ПБВ вплотную подошла к 50%. В Китае битумные вяжущие с 2000 года стали обязательными при строительстве новых высокоскоростных дорог.

Обсуждение научных результатов. *Улучшение эксплуатационных свойств битума модифицирующими полимерными добавками*. На земле на данный момент более сорока миллионов километров дорог из асфальта, но асфальт недолговечен и каждому государству постоянно приходится тратить

налоги на его ремонт только представьте в какую сумму обходиться 1 триллион 600 миллионов тонн нового асфальта. На сегодняшний день одна из острых проблем в дорожном строительстве – получение качественного и долговечного дорожного покрытия. Автомобильные дороги в нашей стране служат в 2-3 раза меньше, чем в европейских странах. Срок службы дорог может быть увеличен при использовании полимерных материалов, увеличивающих эластичность асфальтового покрытия. При этом снижается образование колеи летом и уменьшается образование трещин в зимних условиях. Это способствует увеличению безопасности движения автомобилей и росту срока службы дорожных покрытий.

Качество битума в значительной степени определяет качество и сроки службы дорожных асфальтобетонных покрытий, поскольку все характерные особенности свойств асфальтобетона как термопластичного материала определяются свойствами битума. Например: статистический анализ показывает, что продолжительность эксплуатации дорожного покрытия в составе минерального битума составляет всего 50-70% от стандартных проходов. Термическая стабильность битумных материалов также низкая, что ограничивает использование изделий из них как жарким летом, так и зимой, особенно в районах с экстремальным континентальным климатом. Нефтехимические битумы имеют низкие характеристики с точки зрения альтернативной деформации. Общий вид нефтяного битума приведен на рисунке 1.

Рис. 1. Общий вид нефтяного битума

Все эти недостатки приводят к снижению долговечности материалов, в которых они являются связующим и пропитывающим компонентом [1-3].

Современные требования строительства к качественным материалам предполагают использование доступного и экономичного сырья, способного обеспечить высокие эксплуатационные характеристики дорожных покрытий. Введение полимерных модификаторов в битум позволяет расширить температурный диапазон его применения, повысив устойчивость материала к экстремальным температурам и улучшив его адгезионные свойства. Асфальтобетон, обогащенный полимерами, демонстрирует повышенную прочность, водостойкость и улучшенные деформационные характеристики в широком диапазоне эксплуатационных температур [4-5].

Модифицирующие полимерные добавки. Ключевыми критериями при выборе полимерных добавок для модификации битумов выступают эксплуатационные характеристики готовой продукции, совместимость и

технологичность взаимодействия битумов с полимерами, а также доступность и стоимость самих модифицирующих компонентов.

Полимеры, используемые в сочетании с битумом, делятся на 4 группы в зависимости от их механических свойств и нагревательного поведения:

Эластомеры. Они упругие. При нагревании до точки плавления разлагаются. Эластомеры, например, включают полибутадиен, полиуретан, полиизопрен (каучук) [6-8].

Термопласты (пластомеры). При нагревании они становятся пластичными. Их можно нагреть до того, как они станут жидкими, а после охлаждения снова нагреть и придать форму. Добавление термопласта к битуму может увеличить вязкость композиции. К ним относятся полиэтилен, полистирол, поливинилхлорид и этиленвинилацетат (EVA), применяемые для модификации битума около 30 лет [9]. Добавление пластомеров увеличивает вязкость и жесткость битумов при нормальных рабочих температурах (от 30°C до 60°C), однако пластомеры не влияют на эластичность модифицированных битумов. При нагревании улучшенных битумов пластомерами наблюдается тенденция к разделению битумной и полимерной фаз, то есть такие битумы нестабильны при хранении, поэтому их нужно готовить непосредственно перед использованием на асфальтовом заводе [10].

К числу используемых чистых полиолефинов относятся полиэтилен и сополимеры, такие как сополимер этилена и винилацетата (EVA) и другие. Эти материалы увеличивают жесткость битума во всем температурном диапазоне и повышают его устойчивость к постоянным деформациям. Однако такие модификаторы не улучшают свойства битума при низких температурах (хотя это не всегда проявляется в испытаниях на предел прочности по Фраасу). Специалисты из Бразилии и Австралии также обнаружили, что вяжущие материалы, модифицированные EVA, демонстрируют низкое сопротивление растрескиванию даже при умеренных температурных условиях [11-12].

Термоэластопласты (термопластичные эластомеры) обладают свойствами как эластомеров, так и термопластов. Они остаются пластичными в битуме во время приготовления и уплотнения смеси, а при эксплуатации покрытия проявляют упругие свойства, придавая вяжущему эластичность [13].

Термоэластичные искусственные материалы размягчаются при температурах выше обычных рабочих и демонстрируют хорошую деформируемость. Эти полимеры обладают упругими свойствами, такими как восстановление первоначальных размеров после воздействия механических нагрузок или повышения температуры. Среди них блок-сополимеры SBS стали основным модификатором битума. По оценкам, на их долю приходится более 65% рынка, тогда как оставшаяся часть менее 35% делится между десятком других полимеров. SBS блок-сополимеры могут образовывать поперечные межмолекулярные связи с молекулами асфальтена битума, формируя трехмерные структуры, которые обеспечивают сопротивление деформации при высоких температурах, устойчивость к трещинам при низких температурах и высокую усталостную прочность [14-15].

Термореактивные смолы – это сшитые полимеры, которые формуются и обрабатываются до стадии сшивания. После завершения процесса сшивания изменить их форму невозможно. Примерами являются эпоксидная смола и поликарбонат [16].

Помимо модификации битума физическими процессами, также существуют случаи химических реакций, таких как вулканизация,

происходящих при производстве модифицированных вяжущих. Модификация битума может осуществляться не только синтетическими полимерами, но и натуральной каучуковой пудрой или латексами.

Наиболее доступные и сравнительно недорогие полимерные материалы, устойчивые к термоокислительной деструкции и производимые химическими предприятиями стран СНГ, включают в себя сополимеры этилена с пропиленом, бутилкаучуки и полиэтилен, которые относятся к классу полиолефинов [17-18]. Полиэтилен (ПЭ) является одним из самых распространенных полимеров. Его свойства могут значительно различаться в зависимости от условий полимеризации, таких как температура, давление, реакционная среда и тип катализатора. Полиэтилен может быть как низкомолекулярным и воскообразным, так и высокомолекулярным. Он также оказывает влияние на характеристики полимер-битумных композиций. Например, полиэтилен с молекулярной массой 500-1000 практически не изменяет свойства таких композиций. Однако полиэтиленовый воск с молекулярной массой 1000-10000 существенно увеличивает температуру размягчения и снижает температуру хрупкости [19].

Постоянно растущие требования к качеству и эксплуатационным характеристикам битумных материалов уже не могут быть удовлетворены только за счет оптимизации выбора сырья и совершенствования технологий его производства. В таких случаях применяется их модификация. Одними из наиболее распространенных методов являются использование наполнителей, поверхностно-активных веществ, а также полимерных добавок или производственных отходов полимеров. Среди добавок, модифицирующих битум, можно выделить различные поверхностно-активные вещества, которые улучшают адгезионные свойства битумов, а также полимеры, каучуки и резину, способствующие улучшению деформационных характеристик. Кроме того, могут использоваться добавки в виде тонкодисперсных порошков или волокон, которые оказывают структурирующее и стабилизирующее воздействие на битум. Существует множество методов введения в битум различных модифицирующих компонентов, включая адгезионные добавки, полимеры, резиновую крошку, природные битумы, серу и различные структурирующие и стабилизирующие компоненты [20-23].

Однако, рассматривая вопрос доступности термопластичных полимеров, их стоимости, стоимости конечного продукта перспективным является вопрос применения отходов полимеров, в частности полиэтиленовых отходов для модификации битумных вяжущих (рис. 2, 3). Вторичному ПЭНП свойственны невысокая адгезия, водонепроницаемость, высокая химическая устойчивость. Тонкий слой такого материала достаточно прозрачен. Отходы полиэтилена образуются ежедневно. Повсеместное использование полимера на производствах, строительных площадках, складах, магазинах или в быту обеспечивает огромное количество ненужного мусора. Его доля составляет более 9% в общей массе загрязнений на планете.

Рис. 2. Фотография вторичного полиэтилена (ПЭНП)

Рис. 3. Внешний вид образцов вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТФ)

В работе Г.А. Бонченко [24] с целью решения вопроса о применении вторичного (постаревшего) полиэтилена в асфальтобетонных смесях были проведены экспериментальные исследования физико-механических свойств полиэтилена низкой плотности (пленка сельскохозяйственного назначения, бывшая в употреблении 6-8 месяцев) и полиэтилена высокой плотности (упаковочный материал и тара). В таблице 1 представлены Физико-механические показатели первичного и вторичного ПЭ.

Таблица 1

Физико-механические показатели первичного и вторичного ПЭ [24]

№	Показатель	Первичный ПЭ		Вторичный ПЭ	
		ПЭНП	ПЭВП	ПЭНП	ПЭВП
1.	Предел прочности при растяжении, МПа	16	22-45	8,8-10	14-29
2.	Относительное удлинение при разрыве, %	600-800	300-500	170-220	100-250
3.	Морозостойкость, °С	-70 и ниже		-40…-50	-30…-40

Результаты исследований, приведенные в таблице 1, показали, что вторичный полиэтилен сохраняет достаточно высокие прочностные и деформационные показатели и может использоваться в качестве модифицирующей добавки к битумам.

Разделение полиэтилена на продукты низкого и высокого давления является неточным, т.к. при высоком давлении (7000 атм) можно получать полиэтилен линейной структуры, свойства которого подобны свойствам полиэтилена низкого давления.

Физико-механические свойства полиэтилена разной плотности приведены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-механические свойства полиэтилена [25]

Свойства	Виды полиэтилена			
	А	Б	В	Г
Плотность, кг/м^3	320-330	935-950	960	940-955
Предел прочности, МПа: – при растяжении	8,4-17,5	19,5-38,5	28-35	18-28,5
– при сжатии	12,5-21,0	–	–	–
– при изгибе	12,0-17		–	
Относительное удлинение, %	150-600	100-800	200-400	200-380
Молекулярный вес	1500-35000	25000 100000	30000 140000	-
Примечание: А – полиэтилен, полученный полимеризацией этилена в газовой фазе; Б – то же, в присутствии катализатора Циглера; В – то же, в присутствии катализатора Филлипса; Г – то же, под давлением 7000 атм.				

Анализ производства полимеров в Республике Казахстан. По данным источника GreonEnergy [26] максимальное потребление базового полимерного сырья в РК зафиксировано в 2013-2014 годах – около 300 тыс. тонн в год. В 2015 г. оно сократилось до 255 тыс. тонн: после девальвации подорожал импорт, снизился спрос у производителей полуфабрикатов и готовых пластиковых изделий. В минувшем году рынок начал восстанавливаться: рост переработки ПЭ и ПП подстегнул общее потребление, которое выросло до 271 тыс. тонн (рис. 4).

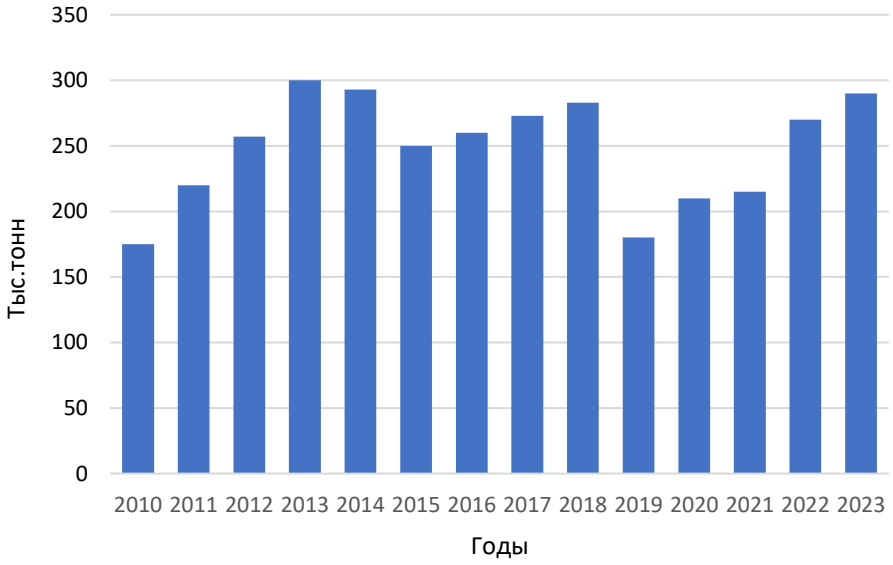


Рис. 4. Потребление полимеров в Республике Казахстан (2010-2023 г.г.)

По данным источника GreonEnergy [26] рынок РК еще очень далек от насыщения, если сравнивать с мировыми показателями. Среднедушевое потребление полиэтилена в Казахстане составляет 6 килограммов на одного человека, что в два раза меньше российского показателя и в пять раз меньше, чем в странах Европы. По полипропилену разница еще больше – в 4 и 12 раз, соответственно. Отрасль демонстрирует быстрый рост. За последние пять лет внутренний спрос на полимеры увеличился более чем в два раза и сейчас

составляет около 240 тысяч тонн, из которых 67 тысяч тонн приходится на полипропилен, а 173 тысячи тонн – на полиэтилен. По оценкам экспертов, среднегодовой рост рынка полимеров в Казахстане составил 4%, и к 2030 году ожидается почти двукратное увеличение спроса на полипропилен и полиэтилен, превысив отметку в 400 тысяч тонн в год [27].

В Республике Казахстан вследствие деятельности химических предприятий накопилось значительное количество промышленных отходов [28-29]. Основная часть этих отходов состоит из химических веществ. Структура пластиковых отходов по типам полимеров представлена на рисунке 5.

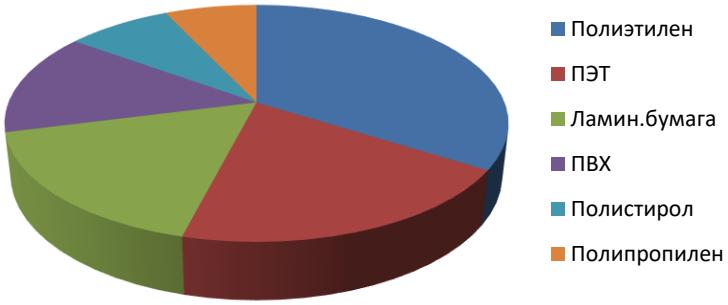


Рис. 5. Структура пластиковых отходов по видам полимеров

В промышленных развитых странах уже на протяжении десятилетий применяется технология улучшения битума с помощью полимерных добавок. Внедрение битумов, модифицированных полимерами и специальными добавками, связано с разработкой новых асфальтобетонных смесей. Помимо технических аспектов, выбор технологии определяется экономическими факторами, которые играют ключевую роль. Различные виды дорожных покрытий предъявляют разные требования к процессу производства. С экономической точки зрения, это не всегда способствует достижению более высокого качества дорожного покрытия. Лишь когда технология становится экономически эффективной, можно извлечь из нее максимум пользы и обеспечить её широкое применение.

Стоимость полимербитумов прямо пропорциональна количеству добавленного полимера, который, в свою очередь, влияет на качество готового продукта. В настоящее время, основная доля мирового потребления битума приходится на обычные битумы. Даже в пределах одной страны процентное соотношение может изменяться из года в год. Согласно данным Европейской ассоциации асфальтового покрытия, в большинстве европейских стран за последние три года доля полимербитумов в общем объеме битума, используемого для дорожного строительства, обычно составляет менее 20% [27-29].

Перспективы использования полимерно-битумных вяжущих. Модифицированные битумы считаются наиболее предпочтительными вяжущими для создания защитных и гидроизоляционных слоев в покрытиях искусственных сооружений, благодаря их способности выдерживать повышенные изгиб и растяжение, вызванные условиями эксплуатации этих конструкций.

Сейчас до 90% производимых в мире товарных битумов потребляется дорожной отраслью. Но обычный битум не подходит для дорог, испытывающих значительные нагрузки. Поэтому качество битума повышают за счет регулирования его характеристик с помощью модифицирующих добавок. Среди новых материалов, используемых в качестве покрытия, во всем мире самым лучшим признан асфальтобетон, приготовленный на основе полимерно-битумных вяжущих. В мире накоплен значительный опыт применения в строительстве и ремонте дорожных покрытий материалов на основе битума и модификаторов. В России доля полимерно-битумных вяжущих в дорожном строительстве не превышает 5% против 15% в США, Индии, Китае и почти 20% в европейских странах. Это негативно сказывается на качестве наших автомобильных дорог.

Экономичным и технологичным способом улучшения характеристик асфальтобетонных покрытий автодорог является частичная замена битума переработанным пластиком, которая позволит решить проблему загрязнения окружающей среды и улучшит практические характеристики дорожного покрытия Актуальная тенденция ресурсосбережения в производстве дорожных конструкций реализуется комплексной утилизацией полимерных отходов, которые позволяют усилить гидрофобность и износостойкость асфальтобетонных полотен. Рост популярности пластиковых дорог по планете повлек за собой появление новых проектов отличных от изначальной технологии. Каждая страна имеет свои особенности. В Индии до сих пор работают по технологии предложенной Раджагопалан Васудеван. Специалисты используют отсортированный очищенный и измельченный пластик. Его расплавляют и потом добавляют горячему битума. Далее нагретую до 160 градусов смесь выливают на камне или заполняют ею выбоины в дороге. Битума в такой смеси не более 10 процентов. Укладка производится классическим способом с использованием асфальтоукладчика.

А вот голландская компания VolkerWessels немного подредактировала индийскую технологию, ее особенность – это еще большее количество пластиковых отходов. Из вторсырья отливаются плиты с пустотами. Потом прокладывают коммуникации и устанавливают разные датчики их укладывают на подушку из уплотненного песка. Что позволяет значительно сократить время дорожных работ [30].

Модифицированные битумы имеют значительно более высокую стоимость по сравнению с обычными битумами, используемыми в дорожном строительстве. Решение об их применении зависит от различных факторов, таких как тип и конструкция дорожного покрытия, климатические условия, особенности выполнения работ и экономическая ситуация. Однако использование модифицированных битумов позволяет снизить эксплуатационные расходы на обслуживаемые участки дорог благодаря увеличению межремонтных интервалов.

ПБВ является трехкомпонентной системой, поэтому изменение качества одного из компонентов неизбежно влечет за собой изменение качества самого ПБВ.

Наиболее существенные изменения, в частности изменение марки ПБВ при заданном составе, могут иметь место при изменении марки исходного битума или типа его дисперсной структуры.

Полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) – материалы на основе традиционных битумов с добавлением полимеров типа СБС (стирол-бутадиен-стирол) и пластификатора.

ПБВ по сравнению с традиционным битумом имеет лучшие показатели качества:

- повышенную сопротивляемость к деформации;
- улучшенные свойства при высоких и низких температурах;
- повышенное сопротивление износу.

Были сформулированы принципы выбора компонентов для получения полимерно-битумных вяжущих (ПБВ), которые приведены в таблице 3.

Соблюдение этих принципов позволяет получить однородные ПБВ при минимальных затратах, свойства которого можно регулировать в широких пределах.

Таблица 3

Принципы выбора компонентов ПБВ [31]

№	Принципы выбора компонентов ПБВ
1	Совместимость
2	Кинетическая устойчивость – плотности компонентов не должны отличаться от плотности ПБВ более чем на 10%
3	Максимально допустимый размер зародыша частицы дисперсной фазы не должен превышать 100 нанометров
4	Эластичная структурная сетка в ПБВ должна образовываться во всем объеме при минимальном содержании полимера
5	Должна быть обеспечена возможность одновременного повышения теплостойкости и трещиностойкости ПБВ
6	Требуемые нормы по токсичности, пожаробезопасности и технологичности должны быть не ниже, чем для битумов

Полимерно-модифицированные битумы классифицируют в зависимости от применяемой в их составе группы полимера и значения показателя глубины проникания иглы при температуре 25°С в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Марки полимерно-модифицированного битумов [32]

Группа полимеров	Обозначение марки	Глубина проникания иглы при температуре 25°С, 0,1 мм
Блок-сополимеры типа СБС	ПМБ 100/130	101-130
	ПМБ 70/100	71-100
	ПМБ 50/70	51-70
	ПМБ 35/50	35-50

Модификация битума полимером качественно изменяет свойства вяжущего, причем необходимое для этого количество полимера составляет всего несколько процентов (как правило, 2,5-6%). Благодаря этому, можно добиться радикального улучшения свойств, вяжущего при его умеренном удорожании [33-38].

Основная цель добавления полимера в битум заключается в снижении температурной чувствительности вяжущего, то есть в увеличении его жесткости в летний период и уменьшении в зимний. Вторая цель – придание вяжущему эластичности, что позволяет ему восстанавливать первоначальные размеры и форму после значительных деформаций. Если эти цели достигнуты, то дорожно-строительный материал на основе полимерно-битумного вяжущего (ПБВ) будет обладать повышенной устойчивостью к остаточным

деформациям (колеи) в летний период, поперечным температурным трещинам зимой, а также повышенной устойчивостью к усталостным трещинам при многократных изгибах.

Однако выбор модифицированного битума зачастую представляет собой сложную задачу из-за множества возможных вариантов модификации.

Проблемой модификации нефтяных битумов полимерами начали заниматься давно. Первые упоминания об использовании полимеров (натурального каучука) для улучшения свойств битумов относятся к прошлому веку. Затем стали применять битумы, модифицированные резиновой крошкой (гидроизоляционный материал «Бризол» и др.) [39]. В настоящее время наибольший интерес вызывает применение эластомеров и синтетических термоэластопластов, например, дивинил-стирольного термоэластопласта, поскольку они обладают высокими низкотемпературными деформационными характеристиками и придают таковые битуму [40].

Заключение. Таким образом, к настоящему времени почти все основные типы промышленных полимеров -линейных термопластов, эластомеров (каучуков), термоэластопластов и ряд олигомеров (эпоксидные, фурановые и др. смолы) опробованы в качестве модификаторов нефтяных битумов. Результаты неравноценны, хотя и в большинстве случаев положительны в плане улучшения отдельных технических свойств.

Задача оптимизации состава битумно-полимерных композиций различного назначения становится все более актуальной. Это обусловлено необходимостью достижения баланса между техническими характеристиками (технологическими и эксплуатационными, включая долговечность) и экономическими аспектами, особенно учитывая значительно более высокую стоимость полимеров по сравнению с битумом. Основной задачей в оптимизации битумно-полимерных композиций является обеспечение совместимости и взаиморастворимости битума и полимера. Совместимость зависит от таких факторов, как химическая природа полимера, его молекулярная масса и применяемая технология, а также от химического и группового состава битума, особенно его мальтеновой фракции. В настоящий момент исследования в этой области ограничены, что связано со сложностью строения битумов и трудностью идентификации их компонентов.

Действительно, появилось много новых технологий в дорожном строительстве благодаря улучшению битумов добавкой небольшого количества полимера. В среднем добавки полимеров позволяют в 1,4-1,8 раза улучшить основные показатели битума. Применение полимеров в качестве модификаторов дорожного битума позволяет заметно улучшить качество дорожного асфальтобетона в покрытиях, увеличить их сдвигоустойчивость, морозо- и трещиностойкость, водостойкость.

Установлено, что полимерные модификаторы позволяют в 5-10 раз повысить срок службы не только дорожных, но и кровельных покрытий, доведя межремонтный цикл эксплуатации до 15-25 лет вместо 2-5 лет для покрытий из традиционных битумных материалов. Тем самым, значительно экономятся материальные, трудовые и энергетические ресурсы, уменьшается материалоемкость покрытий за счет снижения количества слоев в ковре (для кровельных материалов) от 3-5 для традиционных материалов до 1-2 – для полимер-битумных.

Список литературы

1. Мукаев, И.С. Исторические аспекты использования нефтяных битумов в производстве асфальтобетонных смесей: На примере дорожно-строительных предприятий г. Уфы [Текст]: дисс. … канд. техн. наук: 07.00.10 / И.С. Мукаев. – Уфа, 2020. – 24 с.
2. Гохман, Л.М. Совершенствование нормативных требований к дорожным органическим вяжущим материалам в странах СНГ [Текст] / Л.М. Гохман // Сборник статей и докладов ежегодной научной сессии «Ассоциация исследователей асфальтобетона». – М.: МАДИ (ГТУ), 2018. – С. 12-21.
3. Сырманова, К.К. Товарные нефтепродукты [Текст]: учебник / К.К. Сырманова, Т.В. Ривкина. – Шымкент: Издательство «Әлем», 2016. – 191 с.
4. Евдокимова, Н.Г. Разработка научно-технологических основ производства современных битумных материалов как нефтяных дисперсных ситсем [Текст]: дис. д-р. техн. наук: [?] / Н.Г. Евдокимова. – Москва. 2015. – 417 с.
5. Ахмадова, Х.Х. Модифицирование битумов различными добавками – как способ улучшения качества дорожных битумов [Текст] / Х.Х. Ахмадова, А.А. Ибрагимов, Ж.Т. Хадисова, Э.У. Идрисова // Актуальные теории, концепции, прикладной характер современных научных исследований: сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2019. – С. 104-109.
6. Князев, Ю.В. Использование полимерных материалов для модификации дорожного вяжущего [Текст] / Ю.В. Князев, В.В. Буданцев, В.А. Фролов, С.А. Меркулов // Молодой ученый. – 2015. – № 12 (92). – С. 198-200.
7. Муллахметов, Н.Р. Модификация дорожных битумов каучуком [Текст] / Н.Р. Муллахметов, А.Ф. Кемалов, Р.А. Кемалов, Р.Н. Костромин // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 7. – С. 467-468.
8. Лукша, О.В. Модифицирование окисленного битума стирол-будадиен-стирольными сополимерами различного строения [Текст] / О.В. Лукша, О.Н. Опанасенко, Н.П. Крутько, Ю.В. Лобода // Журнал прикладной химии. – 2006. – Т.79. – № 6. – С. 1030-1034.
9. Cheremisinoff N. Condenced Enciclopedia of Polymer Engineering Terms. – Oxford: Butterworth Heinemann, 2015. – 362 p.
10. Gooch J.W. Encyclopedic Dictionary of Polymers: Volume 2. – New York: Springer Wien, 2017. – 1237 p.
11. Kurenkov V.F. Acrylamide polymers // Handbook of engineering polymeric materials, 1997. P. 61-72.
12. Belyaev P.S. Solving the problem of recycling polymer wastes by using them in the process of modifying road binders // Construction materials, 2013. No. 10. P.38-41.
13. Zhu J., Birgisson B., Kringos N. Polymer modification of bitumen: achievements and problems // Euro. Polym. J., 2014. No. 54. P. 18-38.
14. Wolfson S.I., Khakimullin Yu.N., Zakirova L.Yu., Khussainov A.D., Wolfson I.S., Makarov D.B., Khozin V.G. Modification of bitumen as a way to improve their performance properties // Bulletin of Technological University. Chemical Technology, 2016. Vol. 19, No. 17. P. 29-33.
15. Ouyang Q., Cheng L., Wang H., Li K. Mechanism and kinetics of the stabilization reactions of itaconic acid-modified polyacrylonitrile // Polymer Degradation & Stability, 2016. Vol. 93 (8). P. 1415-1421.
16. Panfilov D.A., Dvorko I.M. The Effect of Oligoethers Based on Secondary Polyethylene Terephthalate and Oligopropylene Diolon the Properties of Novolac Compounds // Polymer Science, Series D, 2018. Vol. 11, No. 2. P. 169-173.
17. Alekseeva K.D. Determination of the structure of the substance synthesized based on polycarbonate and aliphatic polyamine // Chemistry of Organoelement Compounds and Polymers 2019, 2019. P. 269.
18. Maharaj R., Maharaj C., Mahase M. The performance and durability of polyethylene terephthalate and crumb rubber-modified road pavement surfaces // Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology, 2019. Vol. 35 (1). P. 3-22.

19. Syrmanova K., Kaldybekova Zh., Agabekova A., Baizhanova Sh., Tuleuov R., Khaldun Al Azzam, El-Sayed N., Bounoua N. Modification of Petroleum Bitumen with Secondary Polyethylene in the Presence of Vermiculite Indones // J. Chem., 2024. Vol. 24 (2). P. 530-542.
20. Belova N.A., Strakhova N.A., Tsamaeva P.S. Improving the production technology of bitumen for road surfaces // Bulletin of Dagestan State Technical University. Technical science, 2016. Vol. 42, No. 3. P. 144-154.
21. Колышева, Е.О. Получение полимерно-битумных вяжущих [Текст] / Е.О. Колышева, Н.Г. Евдокимова, Г.М. Гайнуллина // Сборник «Наука. Технология. Производство – 2014»: материалы Международной научно-технической конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2014. – С. 8-10.
22. Lima M.S.S., Hajibabaei, M., Thives, L. P., Haritonovs, V., Buttgereit, A., Queiroz, C., & Gschösser, F. Environmental potentials of asphalt mixtures fabricated with red mud and fly ash // Road Materials and Pavement Design, 2021.Vol. 22. P. S690-S701.
23. Сырманова, К.К. Влияние модифицирующих добавок на свойства жидких композиций на основе отечественного нефтяного битума [Текст] / К.К. Сырманова, Н.С. Жумабай, К.А. Ахметова // Труды международной научно-практической конференции «Ауэзовские чтения – 19: 30 лет независимости Казахстана». – Шымкент: ЮКУ им. М. Ауэзова, 2021. – Т. 9. – С. 355-359.
24. Бонченко, Г.А. Асфальтобетон. Сдвигоустойчивость и технология модифицирования полимером [Текст] / Г.А. Бонченко. – М.: Машиностроение, 1994. – 176 с.
25. Промышленные технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tehnology-pro.ru/fiziko-mekhanicheskie-svojstva-polietilena.html.
26. Внутреннее потребление и переработка полимеров: перспективы развития нефтегазохимической отрасли РК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://informburo.kz/stati/vnutrennee-potreblenie-i-pererabotka-polimerov-ucastniki-rynka-obsudili-perspektivy-razvitiya-neftegazoximiceskoi-otrasli-rk
27. Сырманова, К.К. Анализ использования полимерно-битумных вяжущих в Казахстане и за рубежом [Текст] / К.К. Сырманова, Ж.К. Алипбекова, Е.Т. Боташев // Труды международной научно-практической конференция «Ауэзовские чтения-17: новые импульсы науки и духовности в мировом пространстве». – Шымкент, 2019. – С. 280-283.
28. Битумный рынок – рост, тенденции, влияние covid-19 и прогнозы (2023–2028 ГГ.) Мировой рынок битума. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://newchemistry.ru/printletter.php?n_id=6963.
29. Почему мы не делаем дороги из пластика? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=vnunvA4d6nM.
30. Гохман, Л.М. Битумы, полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон, полимерасфальтобетон [Текст]: учебно-методическое пособие. – М.: ЗАО «ЭКОН-ИНФОРМ», 2008. – 117 с.
31. Полимерно-модифицированные битумы. Технические условия [Текст]. – [?], 2017.
32. Caputo P, Abe AA, Loise V, Porto M, Calandra P, Angelico R, Oliviero Rossi C The Role of Additives in Warm Mix Asphalt Technology: An Insight into Their Mechanisms of Improving an Emerging Technology // Nanomaterials (Basel), 2020. Vol. 10 (6). P. 1202.
33. Lima M.S.S., Thives L.P., Haritonovs V., Gschösser F. The Influence of Alternative Fillers on the Adhesive Properties of Mastics Fabricated with Red Mud // Materials (Basel), 2020. Vol. 13(2). P. 484.
34. Галдина, В.Д. Улучшение свойств дорожных битумов добавками полимерных модификаторов [Текст] / В.Д. Галдина, Н.А. Гриневич, Ю.В. Соколов // Тез. докл. II Международной науч.-техн. конференции «Автомобильные дороги Сибири». – Омск: Изд-во СибАДИ, 2016. – С. 129-131.
35. Гохман, Л.М. Совершенствование нормативных требований к дорожным органическим вяжущим материалам в странах СНГ [Текст] / Л.М. Гохман // Сборник статей и докладов ежегодной научной сессии «Ассоциация исследователей асфальтобетона». – М.: МАДИ (ГТУ), 2018. – С. 12-21.

36. Cheremisinoff N. Condenced Enciclopedia of Polymer Engineering Terms. – Oxford: Butterworth Heinemann, 2015. – 362 p.
37. Kurenkov V.E Handbook of Engineering Polymeric Materials. Ch. 3. Morganville. – N.J.: Marcel Dekker, 2017. – 61-72 p.
38. Mohan J., Kavitha R. Efficacy and Safety Evaluation of Bresol Tablet in Allergic Rhinitis – A Double Blind Placebo Controlled Clinical Study // International Journal of Science and Research (IJSR), 2013. Vol. 4, Issue 6. P. 462-468.
39. Белова, Н.А. Совершенствование технологии производства битума для дорожного покрытия [Текст] / Н.А. Белова, Н.А. Страхова, П.С. Цамаева // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2016. – Том 42. – №3. – С. 144-154.
40. Дошлов, О.И. Полимерно-битумное вяжущее - высокотехнологическая основа для асфальта нового поколения [Текст] / О.И. Дошлов, Е.Г. Спешилов // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – №6. – С. 140-144.

Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки МНВО РК по программе BR21882255 «Разработка новых способов переработки тяжелых нефтей, нефтяных остатков, нефтебитуминозных пород, окисления гудрона с добавкой модификаторов для расширения производства битумов» и AP19679034 «Разработка технологии получения битумных материалов для дорожной отрасли с утилизацией полимерных отходов в технологическом процессе».

Материал поступил в редакцию 18.07.24.

А.Т. Кабылбекова[1], Е. Тілеуберді[2,3], Х.И. Акбаров[4], К.К. Сырманова[5], А.С. Унгарбаева[6], Е.К. Онгарбаев[2,6], Е.И. Иманбаев[2]

[1]М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан
[2]Жану проблемалары институты, Алматы қ., Қазақстан
[3]Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан
[4]Ұлықбек мырза атындағы Өзбекстан ұлттық университеті, Ташкент қ., Өзбекстан Республикасы
[5]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан
[6]әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

БИТУМ КОМПОЗИЦИЯЛАРЫНДА ПОЛИМЕРЛІ МОДИФИКАТОРЛАРДЫ ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІ

Аңдатпа. Полимерлер негізінде әртүрлі техникалық құнды материалдарды алу мүмкіндігі әлемде полимерлердің нақты тұтынылуының артуына әкелді және бұл көрсеткіш өсуде. Шикізат, отын-энергетика және басқа да материалдық ресурстарды үнемдеу және ұтымды пайдалану қайталама материалдық ресурстарды пайдалану тиімділігін арттыруды көздейді. Қазіргі уақытта полимерлі материалдардың қалдықтарын қайта өңдеу проблемасы қоршаған ортаны қорғау тұрғысынан ғана емес, сонымен қатар полимерлі шикізат тапшылығы жағдайында пластикалық қалдықтардың құатты шикізат пен энергетикалық ресурсқа айналуымен байланысты екендігі анықталды.

Қайталама полимерлі шикізаттың әртүрлі түрлерін қайта өңдеу жеткіліксіз дамығаны анықталды және оны пайдалану деңгейін арттырудың жаңа технологияларын енгізу қажет. Осы мақсаттарға қол жеткізу үшін, сондай-ақ миллиондаған тонна полимерлі қалдықтардың қоршаған ортаның ластануын

болдырмау үшін осы мәселенің негізгі мәселелерін шешу қажет: өндіріс қалдықтары мен тұтыну қалдықтарын жинауды ұйымдастыру; полимерлі қалдықтарды қайта өңдеуге немесе кәдеге жаратуға жататын санаттарға бөлу; екінші полимерлі шикізаттың сапасын жақсарту үшін қажетті модификация әдістерін таңдау, әр түрлі полимерлі қоспалармен модификациялау шикізат пен битумдардың қасиеттерін жақсартылған сапалы тауарлық битумдарды алу арқылы реттеуге мүмкіндік береді.

Мақалада беріктік индикаторларын, суға төзімділікті арттыратын, жұмыс температурасының бүкіл интервалында материалдың деформациялық қабілетін жақсартатын битум модификаторларының полимерлеріне шолу қарастырылады.

Мұнай битумдарының физика-механикалық қасиеттерін жақсарту мүмкіндігі көрсетілген, бұл икемділігі, жылуға төзімділігі және төмен температуралық қасиеттері жақсартылған полимербитум тұтқырларын алуға, сондай-ақ жол битумдарын өндіру үшін ресурстарды кеңейтуге мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: полимер, модификатор, полимер қалдықтары, битум, жол саласы, сапа.

A.T. Kabylbekova[1], E. Tileuberdi[2.3], H.I. Akbarov[4], K.K. Syrmanova[5], A.S. Ungarbayeva[6], E.K. Ongarbayev[2.6], E.I. Imanbayev[2]

[1]Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan
[2]Institute of Combustion Problems, Almaty, Kazakhstan
[3]Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
[4]National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan
[5]M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[6]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF POLYMER MODIFIERS IN BITUMEN COMPOSITIONS

Abstract. The possibility of obtaining a variety of technically valuable polymer-based materials has led to an increase in the specific consumption of polymers in the world and this indicator continues to increase. Saving and rational use of raw materials, fuel and energy and other material resources provides for an increase in the efficiency of the use of secondary material resources. It has been established that at present the problem of recycling waste polymer materials is gaining urgent importance not only from the standpoint of environmental protection, but also due to the fact that in conditions of shortage of polymer raw materials, plastic waste becomes a powerful raw material and energy resource.

It has been revealed that the processing of various types of secondary polymer raw materials is not sufficiently developed and it is necessary to introduce new technologies to increase the level of its use. To achieve these goals, as well as to prevent environmental pollution by millions of tons of polymer waste, it is necessary to solve the main issues of this problem: organization of collection of industrial and consumer waste; division of polymer waste into categories to be recycled or disposed of; selection of the necessary modification methods to improve the quality of secondary polymer raw materials. Modification with various polymer additives will allow you to adjust the properties of raw materials and bitumen to obtain commercial bitumen of improved quality.

The article provides an overview of bitumen modifier polymers that increase strength, water resistance, and improve the deformability of the material over the entire range of operating temperatures.

The possibility of improving the physical and mechanical properties of petroleum bitumen is shown, which will allow obtaining polymer bitumen binders with improved

ductility, heat resistance and low-temperature properties, as well as expand resources for the production of road bitumen.

Keywords: polymer, modifier, polymer waste, bitumen, road industry, quality.

References

1. Mukayev, I.S. Istoricheskiye aspekty ispol'zovaniya neftyanykh bitumov v proizvodstve asfal'tobetonnykh smesey: Na primere dorozhno-stroitel'nykh predpriyatiy g. Ufy [Historical aspects of the use of petroleum bitumen in the production of asphalt concrete mixtures: On the example of road construction enterprises of the city of Ufa]: diss. … Cand. of Engineering Sciences: 07.00.10. – Ufa, 2020. – 24 p., [in Russian].
2. Gokhman, L.M. Sovershenstvovaniye normativnykh trebovaniy k dorozhnym organicheskim vyazhushchim materialam v stranakh SNG [Improving regulatory requirements for road organic binders in the CIS countries] // Sbornik statey i dokladov yezhegodnoy nauchnoy sessii “Assotsiatsiya issledovateley asfal'tobetona” [Collection of articles and reports of the annual scientific session “Association of Asphalt Concrete Researchers”]. – M.: MADI (STU), 2018. – P. 12-21, [in Russian].
3. Syrmanova, K.K., Rivkina T.V. Tovarnyye nefteprodukty [Commercial oil products]: textbook. – Shymkent: Publishing House “Alem”, 2016. – 191 p., [in Russian].
4. Yevdokimova, N.G. Razrabotka nauchno-tekhnologicheskikh osnov proizvodstva sovremennykh bitumnykh materialov kak neftyanykh dispersnykh sitsem [Development of scientific and technological foundations for the production of modern bitumen materials as oil dispersed systems]: dis. … Dr. of Engineering Sciences: [?]. – Moscow. 2015. – 417 p., [in Russian].
5. Akhmadova, KH.KH., Ibragimov, A.A., Khadisova, ZH.T., Idrisova, E.U. Modifitsirovaniye bitumov razlichnymi dobavkami – kak sposob uluchsheniya kachestva dorozhnykh bitumov [Modification of bitumen with various additives – as a way to improve the quality of road bitumen] // Aktual'nyye teorii, kontseptsii, prikladnoy kharakter sovremennykh nauchnykh issledovaniy: sbornik nauchnykh statey po itogam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Actual theories, concepts, applied nature of modern scientific research: collection of scientific articles based on the results of the International scientific and practical conference]. – St. Petersburg.: Publishing house St. Petersburg State University of Economics, 2019. – P. 104-109, [in Russian].
6. Knyazev YU.V., Budantsev V.V., Frolov V.A., Merkulov S.A. Ispol'zovaniye polimernykh materialov dlya modifikatsii dorozhnogo vyazhushchego [Use of polymeric materials for modification of road binder] // Molodoy uchenyy [Young scientist], 2015. No. 12 (92). P. 198-200, [in Russian].
7. Mullakhmetov N.R., Kemalov A.F., Kemalov R.A., Kostromin R.N. Modifikatsiya dorozhnykh bitumov kauchukom [Modification of road bitumen with rubber] // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of Kazan Technological University], 2010. No. 7. P. 467-468, [in Russian].
8. Luksha O.V., Opanasenko O.N., Krut'ko N.P., Loboda YU.V. Modifitsirovaniye okislennogo bituma stirol-budadiyen-stirol'nymi sopolimerami razlichnogo stroyeniya [Modification of oxidized bitumen with styrene-budadiene-styrene copolymers of different structures] // Zhurnal prikladnoy khimii [Journal of Applied Chemistry], 2006. Vol. 79. No. 6. P. 1030-1034, [in Russian].
9. Cheremisinoff N. Condenced Enciclopedia of Polymer Engineering Terms. – Oxford: Butterworth Heinemann, 2015. – 362 p.
10. Gooch J.W. Encyclopedic Dictionary of Polymers: Volume 2. – New York: Springer Wien, 2017. – 1237 p.
11. Kurenkov V.F. Acrylamide polymers // Handbook of engineering polymeric materials, 1997. P. 61-72.
12. Belyaev P.S. Solving the problem of recycling polymer wastes by using them in the process of modifying road binders // Construction materials, 2013. No. 10. P.38-41.

13. Zhu J., Birgisson B., Kringos N. Polymer modification of bitumen: achievements and problems // Euro. Polym. J., 2014. No. 54. P. 18-38.
14. Wolfson S.I., Khakimullin Yu.N., Zakirova L.Yu., Khussainov A.D., Wolfson I.S., Makarov D.B., Khozin V.G. Modification of bitumen as a way to improve their performance properties // Bulletin of Technological University. Chemical Technology, 2016. Vol. 19, No. 17. P. 29-33.
15. Ouyang Q., Sheng L., Wang H., Li K. Meshanism and kinetiss of the stabilization reastions of itasonis asid-modified polyasrylonitrile // Polymer Degradation & Stability, 2016. Vol. 93 (8). P. 1415-1421.
16. Panfilov D.A., Dvorko I.M. The Effect of Oligoethers Based on Secondary Polyethylene Terephthalate and Oligopropylene Diolon the Properties of Novolac Compounds // Polymer Science, Series D, 2018. Vol. 11, No. 2. P. 169-173.
17. Alekseeva K.D. Determination of the structure of the substance synthesized based on polycarbonate and aliphatic polyamine // Chemistry of Organoelement Compounds and Polymers 2019, 2019. P. 269.
18. Maharaj R., Maharaj C., Mahase M. The performance and durability of polyethylene terephthalate and crumb rubber-modified road pavement surfaces // Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology, 2019. Vol. 35 (1). P. 3-22.
19. Syrmanova K., Kaldybekova Zh., Agabekova A., Baizhanova Sh., Tuleuov R., Khaldun Al Azzam, El-Sayed N., Bounoua N. Modification of Petroleum Bitumen with Secondary Polyethylene in the Presence of Vermiculite Indones // J. Chem., 2024. Vol. 24 (2). P. 530-542.
20. Belova N.A., Strakhova N.A., Tsamaeva P.S. Improving the production technology of bitumen for road surfaces // Bulletin of Dagestan State Technical University. Technical science, 2016. Vol. 42, No. 3. P. 144-154.
21. Kolysheva Ye.O., Yevdokimova N.G., Gaynullina G.M. Polucheniye polimerno-bitumnykh vyazhushchikh [Preparation of polymer-bitumen binders] // Sbornik «Nauka. Tekhnologiya. Proizvodstvo – 2014»: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii [Collection “Science. Technology. Production – 2014”: Proceedings of the International Scientific and Technical Conference]. – Ufa: Publishing House of Ufa State Petroleum Technical University, 2014. – P. 8-10, [in Russian].
22. Lima M.S.S., Hajibabaei, M., Thives, L. P., Haritonovs, V., Buttgereit, A., Queiroz, C., & Gschösser, F. Environmental potentials of asphalt mixtures fabricated with red mud and fly ash // Road Materials and Pavement Design, 2021.Vol. 22. P. S690-S701.
23. Syrmanova, K.K., Zhumabay, N.S., Akhmetova, K.A. Vliyaniye modifitsiruyushchikh dobavok na svoystva zhidkikh kompozitsiy na osnove otechestvennogo neftyanogo bituma [Influence of modifying additives on the properties of liquid compositions based on domestic petroleum bitumen] // Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii “Auezovskiye chteniya – 19: 30 let nezavisimosti Kazakhstana” [Proceedings of the international scientific and practical conference “Auezov Readings - 19: 30 years of independence of Kazakhstan”]. – Shymkent: M.Auezov South Kazakhstan University, 2021. – Vol. 9. – P. 355-359, [in Russian].
24. Bonchenko, G.A. Asfal'tobeton. Sdvigoustoychivost' i tekhnologiya modifitsirovaniya polimerom [Asphalt concrete. Shear resistance and polymer modification technology]. – Moscow: Mechanical Engineering, 1994. – 176 p., [in Russian].
25. Industrial technologies [Electronic resource]. – Access mode: https://tehnology-pro.ru/fiziko-mekhanicheskie-svojstva-polietilena.html.
26. Domestic consumption and processing of polymers: prospects for the development of the petrochemical industry of the Republic of Kazakhstan [Electronic resource]. – Access mode: https://informburo.kz/stati/vnutrennee-potreblenie-i-pererabotka-polimerov-ucastniki-rynka-obsudili-perspektivy-razvitiya-neftegazoximiceskoi-otrasli-rk
27. Syrmanova, K.K., Alipbekova, ZH.K., Botashev, Ye.T. Analiz ispol'zovaniya polimerno-bitumnykh vyazhushchikh v Kazakhstane i za rubezhom [Analysis of the use of polymer-bitumen binders in Kazakhstan and abroad] // Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsiya “Auezovskiye chteniya-17: novyye impul'sy

nauki i dukhovnosti v mirovom prostranstve" [Proceedings of the international scientific and practical conference "Auezov Readings-17: New Impulse of Science and Spirituality in the World Space"]. – Shymkent, 2019. – P. 280-283, [in Russian].
28. Bitumen market – growth, trends, impact of covid-19 and forecasts (2023–2028) World bitumen market. [Electronic resource]. – Access mode: http://newchemistry.ru/printletter.php?n_id=6963.
29. Why don't we make roads out of plastic? [Electronic resource]. – Access mode: https://www.youtube.com/watch?v=vnunvA4d6nM.
30. Gokhman, L.M. Bitumy, polimerno-bitumnyye vyazhushchiye, asfal'tobeton, polimerasfal'tobeton [Bitumens, polymer-bitumen binders, asphalt concrete, polymer asphalt concrete]: tutorial. – Moscow: ZAO «EKON-INFORM», 2008. – 117 p., [in Russian].
31. Polimerno-modifitsirovannyye bitumy. Tekhnicheskiye usloviya [Polymer-modified bitumens. Technical conditions]. – [?], 2017. [in Russian].
32. Caputo P, Abe AA, Loise V, Porto M, Calandra P, Angelico R, Oliviero Rossi C The Role of Additives in Warm Mix Asphalt Technology: An Insight into Their Mechanisms of Improving an Emerging Technology // Nanomaterials (Basel), 2020. Vol. 10 (6). P. 1202.
33. Lima M.S.S., Thives L.P., Haritonovs V., Gschösser F. The Influence of Alternative Fillers on the Adhesive Properties of Mastics Fabricated with Red Mud // Materials (Basel), 2020. Vol. 13(2). P. 484.
34. Galdina, V.D., Grinevich, N.A., Sokolov, YU.V. Uluchsheniye svoystv dorozhnykh bitumov dobavkami polimernykh modifikatorov [Improving the properties of road bitumens by adding polymer modifiers] // Tez. dokl. II Mezhdunarodnoy nauch.-tekhn. konferentsii "Avtomobil'nyye dorogi Sibiri" [Abstract of the report of the II International scientific and technical conference "Motorways of Siberia"]. – Omsk: SibADI Publishing House, 2016. – P. 129-131, [in Russian].
35. Gokhman, L.M. Sovershenstvovaniye normativnykh trebovaniy k dorozhnym organicheskim vyazhushchim materialam v stranakh SNG [Improvement of regulatory requirements for organic road binders in the CIS countries] // Sbornik statey i dokladov yezhegodnoy nauchnoy sessii "Assotsiatsiya issledovateley asfal'tobetona" [Collection of articles and reports of the annual scientific session "Association of Asphalt Concrete Researchers"]. – Moscow: MADI (STU), 2018. – P. 12-21, [in Russian].
36. Cheremisinoff N. Condenced Enciclopedia of Polymer Engineering Terms. – Oxford: Butterworth Heinemann, 2015. – 362 p.
37. Kurenkov V.E Handbook of Engineering Polymeric Materials. Ch. 3. Morganville. – N.J.: Marcel Dekker, 2017. – 61-72 p.
38. Mohan J., Kavitha R. Efficacy and Safety Evaluation of Bresol Tablet in Allergic Rhinitis – A Double Blind Placebo Controlled Clinical Study // International Journal of Science and Research (IJSR), 2013. Vol. 4, Issue 6. P. 462-468.
39. Belova N.A., Strakhova N.A., Tsamayeva P.S. Sovershenstvovaniye tekhnologii proizvodstva bituma dlya dorozhnogo pokrytiya [Improving the technology of bitumen production for road surfaces] // Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki [Bulletin of the Dagestan State Technical University. Technical sciences], 2016. Vol. 42. No.3. P. 144-154, [in Russian].
40. Doshlov O.I., Speshilov Ye.G. Polimerno-bitumnoye vyazhushcheye - vysokotekhnologicheskaya osnova dlya asfal'ta novogo pokoleniya [Polymer-bitumen binder - a high-tech base for new generation asphalt] // Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Bulletin of the Irkutsk State Technical University], 2013. No. 6. P. 140-144, [in Russian].

IRSTI 61.13.15

B.T. Tazhibayeva[1] – *main author,*
L.M. Musabekova[2], A.M. Brener[3]
V.G. Golubev[4], L.M. Ulyev[5], Z. Kobeyeva[6]

[1]*PhD student,* [2,3,4,5]*Doctor of Technical Sciences,* [6]*PhD*

ORCİD
[1]*https://orcid.org/0009-0007-2973-0065* [2]*https://orcid.org/0000-0001-8712-2446*
[3]*https://orcid.org/0000-0001-7041-0177* [4]*https://orcid.org/0000-0001-7370-3872*
[5]*https://orcid.org/0000-0002-2732-6444* [6]*https://orcid.org/0000-0002-7471-5098*

[1,3,4,6]*M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan*
[2]*South Kazakhstan Medical Academy, Shymkent, Kazakhstan*
[5]*Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

@ [1]*mleyla@bk.ru*

©

https://doi.org/10.55956/NTYA6347

SIMULATION OF SUSPENSIONS SEDIMENTATION INTO VESSELS AND THROUGH-FLOWING DEVICES

Abstract. The two novel models of sedimentation of polydisperse suspensions have been submitted. The first model has been developed for the sedimentation of a polydisperse suspension in a vessel. This model is a development of the general model developed in the authors previous works, based on a continuous distribution function. Use a continuous function of particle size distribution of the dispersed phase allows us to buid the model in the form of a diffusion-type equation with source terms. The second model is devoted to describing the process of sedimentation of a polydisperse suspension in a flow-through systems. A concept has been developed for calculating the distribution of the dispersed phase in the flow leaving the apparatus based on a pricipally new methodology of boundary deposition curves. The developed models make it possible to calculate the evolution of the position of the sedimentation front and the sediment surface both along the height of the vessel and along longitudinal coordinate of the through-flowing apparatuses. An expressions and computer code for calculating the evolution of the sedimentation fronts have been developed, that is of importance for calculating the kinetics of sedimentation of polydisperse suspensions.

Keywords: model of sedimentation, polydisperse suspensions, gravitational sedimentation, boundary deposition curves, sedimentation in through-flowing systems.

Tazhibayeva B.T., Musabekova L.M., Brener A.M., Golubev V.G., Ulyev L.M., Kobeyeva Z. Simulation of suspensions sedimentation into vessels and through-flowing // Mechanics and Technology / Scientific journal. – 2024. – No.3(85). – P.317-327. https://doi.org/10.55956/NTYA6347

Introduction. Sedimentation processes are extremely widespread both in nature [1] and in various technological processes [2]. These are processes and phenomena in various nature bodies of water: from rivers and lakes – to seas and oceans [3]; volcanic events, mudflows [4], groundwater flow [5] and seepage through dams [6]. These are also phenomena that occur in living nature: from micro [7] to macro levels [8]. In industry, these are processes occurring in devices for the production and purification of target technological suspensions [9], as well as during

the purification of emissions [10]. Sedimentation processes play an important role in pharmacology [11] and medicine, at the level of drug production [12] and laboratory analysis [13] and even therapeutic techniques [14].

It is necessary to distinguish between the characteristics of sedimentation in stationary reservoirs and in flow-through systems and apparatuses.

Sedimentation processes are widely spread in nature and are also an important part of various technological processes [15]. At the same time, sedimentation, especially when it comes to polydisperse suspensions, is accompanied by various attendant processes, and it can occur in different modes [16], which makes it a very complex problem to construct adequate mathematical models that are convenient for use in engineering calculations [17]. In the case of a bidisperse suspension, the kinetic curve of sedimentation consists of three linear sections [18]. However, such a model cannot be developed for the case when aggregation of different fractions can be possible [19]. If the division into a conditionally coarse and conditionally fine fraction does not provide a correct description of the fractional composition of the suspension, then the model [18] does not work. In the case of highly concentrated dispersions, in addition to the possibility of aggregation of fractions, it is also necessary to take into account the mutual influence of different fractions on the rate of aggregation of each other [20]. Therefore, the problem of theoretical description of sedimentation of highly concentrated dispersions [21] is far from a satisfactory solution [22]. Engineering models should not be too complex, adequately describing the quantitative regularities of the process [23], and provide correct estimates of the control parameters [24], which is very important for the optimal calculation of equipment [25]. In this paper, a macroscopic sedimentation model based on the particle distribution function in a polydisperse suspension [26] is proposed for discussion.

The results obtained can be applied to fluids with suspensions of fairly coarse particles in a turbulent flow regime [21]. During the sedimentation of fine particles in slow flows, the role of flow velocity fluctuations on the intensity of sedimentation increases [22]. During the sedimentation of fine particles in slow flows, the role of flow velocity fluctuations on the intensity of sedimentation increases [23]. The work demonstrates that the presence of a horizontal velocity shear can further influence this vertical transport [24]. The work devotes to experimental investigation of sediment accumulation impacts the operational efficiency of water pumps [25]. The first mentioned model allows calculating the diffusion coefficient during sedimentation of a highly concentrated polydisperse suspension in a vessel taking into account the constraint of movement of various fractions of the dispersed phase [23]. Although attempts to construct such models have been made previously [25], further work is required to develop a generalized mathematical description and identify the main control parameters of the model.

In the presented work, a generalized model for difficult sedimentation not accompanied by aggregation in the dispersed phase is developed. An analysis of the presented model as applied to sedimentation with mutual aggregation of various fractions will be carried out and presented in subsequent publications.

The first submitted in the paper model devotes to describing sedimentation process into vessels. This model basically corresponds to the model developed earlier and described in the previous authors work [26], developing it, however, somewhat. The second model in this work devotes to describing the process of sedimentation in a through-flowing apparatuses. This model is original, and it is submitted for the first time in the paper.

Materials and methods. The diffusion model of sedimentation is based on the idea that, due to the different sedimentation rates of different fractions, several fronts of suspension sedimentation are formed. In this case, there are two main moving free boundaries: the sedimentation front S and the surface of the forming layer of sediment H^*. A further generalization of the model for describing the sedimentation of polydisperse suspensions is based on a diffusion-type equation. A similar equation for each i-th conditional density ρ_i of the fraction has the form [26]:

$$\frac{\partial \rho_i}{\partial t} = D_{eff(i)} \frac{\partial^2 \rho_i}{\partial y^2} + I(\rho_i) \tag{1}$$

Here $D_{eff(i)}$ is the effective fractional diffusion coefficient, determined taking into account the deposition rate of each fraction; $I(\rho_i)$ is the source function, due to the transition of particles from one conditional phase to another, namely, from suspension to the layer of sediment. The appropriate control equation reads:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = D_{eff} \frac{\partial^2 \rho}{\partial y^2} + I(\rho) \tag{2}$$

In order to describe process in the case of a continuous particle size distribution function $f(d)$ the following average diffusion coefficient can be used:

$$D_{eff} = \frac{1}{\bar{\rho}} \int_d D_{eff}(d) \rho(d) f(d) d(d) \tag{3}$$

According to [26], the conditional driving force of the sedimentation process can be represented in the form of a gradient law:

$$F_{sed} \sim \frac{\partial \rho}{\partial y} = k\rho\left(\rho - \rho^*\right) \tag{4}$$

In order to match the gradient law with the diffusion relation it shoud be assumed that the source function $I(\rho)$ becomes zero at some hypothetical intermediate suspension density $0 < \rho_s < \rho^*$ corresponding to the density of high concentrated suspension nearby the interface between suspension and sediment [26]. In this zone the rates of different fractions sedimentation are almost the same [27]:

$$I(\rho) = -\gamma\rho(\rho - \rho_s)\left(\rho - \rho^*\right) \tag{5}$$

It should be noted that additional studies will be required to assess the impact of the accuracy of determining the parameters of the distribution function on the errors in calculating the kinetics of sedimentation and the dynamics of the sedimentation front. A somewhat different approach is developed in this paper to create a sedimentation model in flow-through devices. The new model is based on the following assumptions:

1. First, it is possible to clearly identify a certain finite number of fractions that differ in order, i.e. in size.

2. Secondly, it is assumed that the composition of the dispersed phase is homogeneous, i.e. all particles of the solid phase carried away by the flow consist of one substance.

3. Thirdly, the partial concentration of the solid phase is not too high. Then, the mutual influence of different fractions on the intensity of their sedimentation can be neglected. Note that this assumption is not critical, and the model built further can be developed without this assumption. However, in this work, such an assumption is made to facilitate a clear description of the structure of the novel model. Some considerations on this issue are given below in the work.

4. Fourth, it is assumed that the shape coefficients of different particles do not differ significantly. Thus, it is possible to accept a uniform dependence of both the coefficient of particle entrainment by the flow and the parameters that determine the settling rate of particles on the order of particles, i.e. on their characteristic size.

5. Fifthly, the distribution of particles of various fractions at the entrance to the apparatus is assumed to be uniform over the entire inlet cross-section. Thus, the partial distribution function in each local region of the input section is the same.

From the five main premises highlighted above, in turn, the provisions of the concept for constructing a model follow: Its own deposition front can be constructed for each fraction. This follows from first, third and fifth assumptions. The second and fourth assumptions make it possible to use uniform calculated dependencies for calculating deposition fronts of various fractions.

Problem statement and model concept.

1. In the stationary mode, there are formed certain curves, which can be denoted as fraction clarification or sedimentation fronts [28].

2. There is a fraction whose extreme clarification front extends from the initial cross-section to the lower point of the final cross-section of the through-flowing apparatus. This front denotes the finest fraction of those particles that are completely deposited along the apparatus and do not fall into the suspension flow leaving the apparatus $r_1 > r_2 > r_3 > r_4 > r_5$. The plot C_3 is shown in Figure 1.

3. The clarification fronts of finest fractions do not end at the lowest point of the apparatus. Therefore, particles of such fractions leave the apparatus together with a flowing stream.

4. Let the symbol $C_{i_{cr}}$ denotes the front of clarification of the critical fraction (i.e., the finest of the fractions that are completely deposited in the volume of the apparatus and are not represented in the flow leaving the apparatus).

5. Thus, the breakthrough of a fraction of order $i \le i_{cr}$ into the flow leaving the apparatus occurs in the "band" between the two boundary deposition curves (Fig. 2): C_i^f and C_i^0. The lower boundary curve C_i^0 for a given fraction *i*represents the trajectory of a particle of this fraction, entering the working volume of the apparatus at a certain point below the upper left point and exiting the apparatus at the lower right point of the outlet section.

6. Let the symbol $C_{i_{\min}}$ denotes the front of clarification of the finest from all fractions in the mixture. Then the average concentration of any fraction from the interval $i_{\min} \le i \le i_{cr}$ at the outlet of the apparatus for the case of a discrete distribution of fractions uniform over the inlet section can be described by the formula

$$\left\langle C_i^f \right\rangle = \frac{S_i^0 C_i^0}{\sum_{j=i_{\min}}^{i_{cr}} C_j^0 S_j^0} \tag{6}$$

7. If, in addition, the rate of sedimentation of the fractions weakly depends on the distance to the lower wall (bottom) of the apparatus, and it depends on the fraction order only, then the sedimentation fronts will be straight lines. Then the previous formula can be rewritten as:

$$\left\langle C_i^f \right\rangle = \frac{S_i^f C_i^0}{\sum_{j=i_{\min}}^{i_{cr}} C_j^0 S_j^f} \tag{7}$$

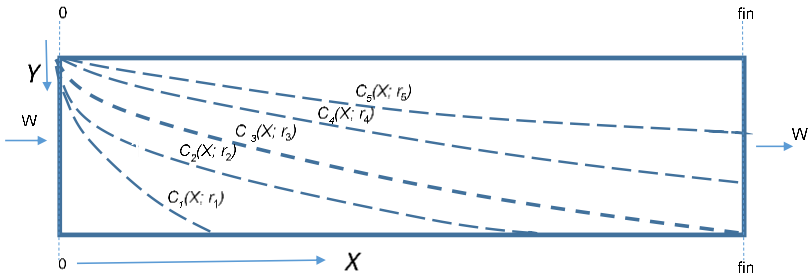


Fig. 1. Typical plots for the boundary deposition curves

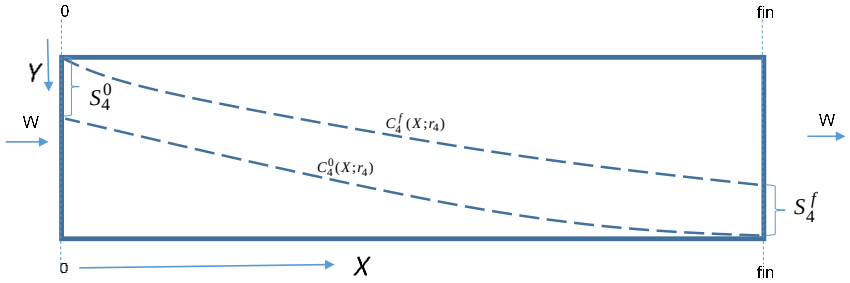


Fig. 2. Typical plots for the top and bottom deposition curves applying to given particle order

This assumption can be more or less acceptable for low-concentration dispersions.

Model analysis and discussion. According to [26] without fractions aggregation the problem solution can be look for in the form of a traveling front with a certain speed W_f :

$$W_f = \frac{ds}{dt} = -\frac{(\partial\rho/\partial t)_s}{(\partial\rho/\partial s)_t} \tag{8}$$

where s is the position of the suspension front.

With the help of self-similar variable $\eta = s - W_f t$ equation (5) can be rewritten as:

$$D_{eff}\frac{d^2\rho}{d\eta^2}+W_f\frac{d\rho}{\partial\eta}+I(\rho)=0 \tag{9}$$

Then (6) can be rearranged as follows:

$$\frac{d^2\rho}{d\eta^2}=2k\rho\frac{d\rho}{d\eta}-k\rho^*\frac{d\rho}{d\eta} \tag{10}$$

From (6), (7), it follows:

$$\frac{d^2\rho}{d\eta^2}=k^2\rho\left(\rho-\rho^*\right)\left(2\rho-\rho^*\right) \tag{11}$$

From the compatibility conditions of relations (4), (6) and (7) it follows [19]:

$$k=\sqrt{\gamma/\left(2D_{eff}\right)} \tag{12}$$

Here, the following relation is correct [26]:

$$W_f=\sqrt{2D_{eff}\gamma}\left(\frac{\rho^*}{2}-\rho_s\right) \tag{13}$$

As a result, we obtain the equation for describing the suspension density in moving coordinate system:

$$\frac{d\rho}{d\eta}=\sqrt{\frac{\gamma}{2D_{eff}}}\rho\left(\rho-\rho^*\right) \tag{14}$$

Program algorithm.

1. Each subsequent movement of the particle is calculated based on its previous position. For each step, we use the particle's current coordinates (u[i-1] and v[i-1]) to calculate the next coordinates.

2. Direction selection: At each step, a random change is generated for horizontal (du) and vertical (dv) movement. These values can be -1, 0, or +1, which corresponds to moving left, staying still, or moving right horizontally, and similarly up, staying still, or down vertically. The movement of a particle inside a rectangle measuring 500 by 100 cells. The particle starts its path from the uppermost left corner and moves as follows: vertical component + horizontal component. The graph shows each step of the particle, and the Y-axis is inverted to visually correspond to the movement starting from the top corner.

Main code fragment on language Python:

```
Def simulate_particle_movement(rows, cols, r, ug, v0, u0, num_steps=500):
   x, y = u0, v0  # Start at initial positions
   path = [(x, y)]
   horizontal_steps = 0
   vertical_steps = 0
  for _ in range(num_steps):
      dv = random.choice([-1, 0, 1])  # Vertical step
```

```
    du = random.choice([-1, 0, 1])  # Horizontal step
  v = max(0, min(rows+1, y + r + dv))  # Ensure v stays within bounds
  u = max(0, min(cols+1, x + ug + du))  # Ensure u stays within bounds
  if dv != 0:
  vertical_steps += 1
  if du != 0:
  horizontal_steps += 1
  path.append((u, v))
    x, y = u, v
print("Horizontal Steps:", horizontal_steps)
print("Vertical Steps:", vertical_steps)
return path
```

Research results and discussions. Below the results of an analysis applying to the model of sedimentation into the vessels have been submitted. In the case of the constant effective diffusion coefficient and parameter γ, the solution of Eq (14):

$$\rho = \frac{\rho^*}{2}\left[1 - \text{th}\left(\frac{1}{2}k\rho^*\eta + \ln\left(\frac{\rho_0}{\rho^*}\right)\right)\right] \tag{15}$$

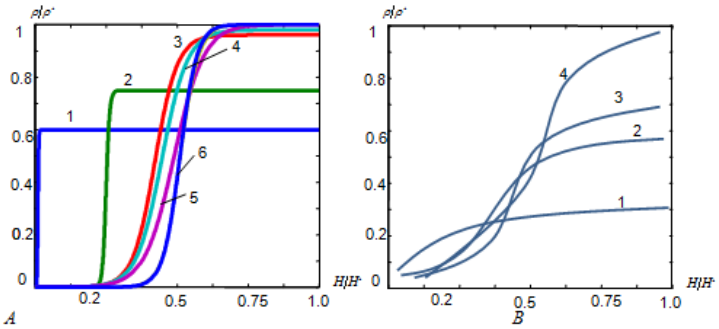
Replacing the self-similar variable η, (15) can be transformed as follows [26]:

$$\rho = \frac{\rho^*}{2}\left[1 - \text{th}\left(\frac{1}{2}\sqrt{\frac{\gamma}{2D_{eff}}}\rho^*\left(s - W_f t\right) + \ln\left(\frac{\rho_0}{\rho^*}\right)\right)\right] \tag{16}$$

Thus, the main novel solution of the submitted diffusion model reads:

$$\rho = \frac{\rho^*}{2}\left[1 - \text{th}\left(\frac{1}{2}\sqrt{\frac{\gamma}{2D_{eff}}}\rho^*\left(s - \sqrt{2\gamma D_{eff}}\left(\frac{\rho^*}{2} - \rho_s\right)t\right) + \ln\left(\frac{\rho_0}{\rho^*}\right)\right)\right] \tag{17}$$

The main results of numerical experiments according to the diffusional model are depicted in Figure 3.

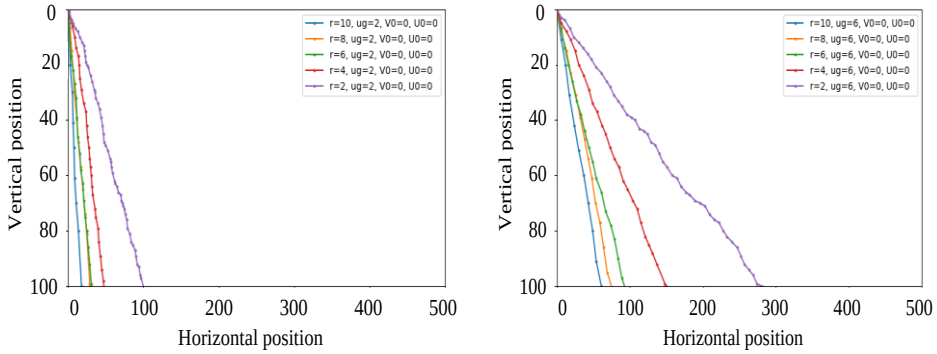


A – main results [26] according to Eq.(17); dimensionless time variable $\tau = tD_{eff}/H^2$: *1* – $\tau = 5$; *2* – $\tau = 10$; *3* – $\tau = 15$; *4* – $\tau = 20$; *5* – $\tau = 25$; *6* – $\tau = 35$; *B* – main data for water suspension of wolframite particles with medium diameter of 2 mm [1].

Fig. 3. Typical time evolution plots of suspension density with height

The initial state of the suspension is represented as a density $\rho_0/\rho^* = 0.65$ uniformly distributed over the height [26]. The patterns observed in the numerical experiment are in a good agreement with the known experimental data [1].

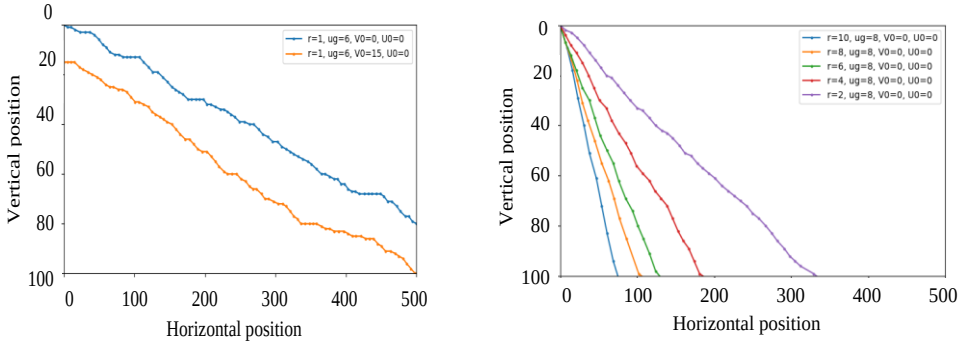
Below the main previous results of an analysis applying to the model of sedimentation into the through-flowing apparatuses have been submitted (Fig. 4, 5).



A *B*

A – Conventional horizontal entraining velocity U_g=2; *B* – Conventional horizontal entraining velocity U_g=6.

Fig. 4. Typical boundary deposition curves in through-flowing systems for different entraning velocities



A *B*

A – Conventional particle order r=1 for conventional entraining velocity U_g=6; *B* – Various conventional particles orders for horizontal entraining velocity U_g=8

Fig. 5. Typical boundary deposition curves in through-flowing systems for different particles orders

Conclusion. The models submitted in this paper give the possibility for calculating the sedimentation characteristics of polydisperse suspensions required for engineering methods applying to two fundamental cases, namely: both for sedimentation in vessels and for this process in through-flowing systems. The data obtained as a result of the model analysis and numerical experiments are in good agreement with the known experimental data. A fairly simple and effective program

code has been developed for a novel sedimentation model in a flow system. The use of the developed models will allow for calculating the sedimentation kinetics with other various initial data. For reliable practical application, this model will require further research in order to identify the control parameters for specific physicochemical systems.

References

1. Burt, R.O. Gravity concentration methods // Mineral processing design. – Dordrecht: Springer Netherlands, 1987. – 106-137 p.
2. Bürger R., Concha F., Tiller F.M. Applications of the phenomenological theory to several published experimental cases of sedimentation processes // Chemical Engineering Journal, 2000. Vol. 80. P. 105-117.
3. Bürger R., Karlsen K.H., Towers J.D. Mathematical model and numerical simulation of the dynamicsof flocculated suspensions in clarifier–thickeners // Chemical Engineering Journal, 2005. Vol. 111. P. 119-134.
4. Chebbi R. Non-Colloidal Batch Sedimentation // Journal of Chemical Engineering of Japan, 2007. Vol. 40 (12). P. 1031-1035.
5. García M.H. (Ed) Sedimentation Engineering, Processes // Measurements, Modeling, and Practice, ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice, 2007. P. 110.
6. Hernando L., Omari A., Reungoat D. Experimental study of sedimentation of concentrated mono-disperse suspensions: Determination of sedimentation modes // Powder Technology, 2014. Vol. 258. P. 265-271.
7. Kondrat'ev A.S., Naumova E.A. Calculation of the velocity of obstructed settling of monodisperse solid particles in a newtonian liquid // Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 2004. Vol. 38 (6). P. 586-591.
8. Kondrat'ev A.S., Naumova E.A. Calculation of the Hindered Settling of a Bimodal Mixture of Solid Particles in a Newtonian Liquid // Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 2007. Vol. 41 (2). P. 228-232.
9. Lee K., Kim T., Rajniak P., Matsoukas T. Compositional distributions in multicomponent aggregation // Chemical Engineering Science, 2008. Vol. 63. P. 1293-1303.
10. Lippert M.C., Woods A.W. Experiments on the sedimentation front in steady particle-driven gravity currents // Journal of Fluid Mechanics, 2020. Vol. 889. P. A20(1)-A20(20).
11. Maki R., Tabe Y., Yamamoto T., Takemura H., Sawada T., Esaki T., Ohsaka A. Accuracy study of a novel alternate method measuring erythrocyte sedimentation rate for prototype hematologyanalyzerCelltac α+ // International Journal of Laboratory Hematology, 2021. Vol. 43 (4). P. 588-596.
12. Massah M., Khamehchi E., Mousavi-Dehghani S. A., Dabir B., Tahan H. N. A new theory for modeling transport and deposition of solid particles in oil and gas wells and pipelines // International Journal of Heat and Mass Transfer, 2020. Vol. 152. P. 119568.
13. Mitchell P.J., Spence M.A., Aldridge J., Kotilainen A.T., Diesing M. Sedimentation rates in the Baltic Sea: A machine learning approach // Continental Shelf Research, 2021. Vol. 214. P. 104325.
14. Nocoń W. Quantitative monitoring of batch sedimentation based on fractional density changes // Powder Technology, 2016. Vol. 292. P. 1-6.
15. Pavlenko I., Ochowiak M., Agarwal P., Olszewski R., Michalek B., Krupińska A. Improvement of mathematical model for sedimentation process // Energies, 2021. Vol. 14 (15). P. 4561.
16. Schleiss A.J., Franca M.J., Juez C., De Cesare G. Reservoir sedimentation, Journal of Hydraulic Research, 2016. Vol. 54 (6). P. 595-614.
17. Taye M.A. Sedimentation rate of erythrocyte from physics prospective // The European Physical Journal E, 2020. Vol. 43 (3). P. 19-25.

18. Wallwork J.T., Pu J.H., Kundu S., Hanmaiahgari P., Pandey M., Satyanaga A., Khan M.A., Wood A. Review of Suspended Sediment Transport Mathematical Modelling // Fluids, 2022. Vol. 7. P. 23.
19. Zaslavskiĭ G.M., Sagdeev R.Z., Usikov D.A., Chernikov A.A. Weak chaos and quasi-regular patterns // Cambridge Nonlinear Science Series, Cambridge, 1992.
20. Berzi D., Fraccarollo L. Intense sediment transport: Collisional to turbulent suspension // Physics of Fluids, 2016. Vol. 28 (2).
21. Xoshimov S., Atakulov D., Yalgashev O., Komilov S., Boykulov J. Evaluation of sedimentation of water reservoirs with modern technologies // In E3S Web of Conferences, 2023. Vol. 365. P. 03033.
22. Guazzelli É., Hinch J. Fluctuations and instability in sedimentation // Annual review of fluid mechanics, 2011. Vol. 43. P. 97-116.
23. Yang A. J., Olsthoorn J., Timmermans M.L. Sedimentation in particle-laden flows with and without velocity shear // Physics of Fluids, 2023. Vol. 35 (8).
24. Wang H., Tai Y., Huang L., Yang C., Jing H. Analyzing Water and Sediment Flow Patterns in Circular Forebays of Sediment-Laden Rivers // Sustainability, 2023. Vol. 15 (24). P. 16941.
25. Hamidifar H., Nones M., Rowinski P.M. Flood modeling and fluvial dynamics: A scoping review on the role of sediment transport // Earth-Science Reviews, 2024. Vol. 253. P. 104775.
26. Brener A., Tazhibayeva B., Golubev V., Dairabay D. Diffusion Model of Polydisperse Sedimentation // Chemical Engineering Transactions, 2023. Vol. 103. P. 733-738.
27. Pfeiffer B.F., de Freitas Dewes M., da Veiga A.B.G. Technological advances in the clinical laboratory: A patent search on erythrocyte sedimentation rate (ESR) devices // World Patent Information, 2024. Vol. 76. P. 102263.
28. Wang K., Yang H., Chang Y., Huang W., Xia J. Phosphorus release and distribution in sediment resuspension systems under disturbing conditions // Chemosphere, 2024. Vol. 142386.

Material received on 26.06.24.

Б.Т. Тажибаева[1], Л.М. Мусабекова[2], А.М. Бренер[1], В.Г. Голубев[1], Л.М. Ульев[3], З.С. Кобеева[1]

[1]М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан
[2]Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы, Шымкент қ., Қазақстан
[3]Томск политехникалық университеті, Томск қ., Ресей

ЫДЫСТАРДАҒЫ ЖӘНЕ АҒЫНДЫҚ ҚҰРЫЛҒЫЛАРДАҒЫ СУСПЕНЗИЯЛАРДЫ ТҰНДЫРУДЫ МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа. Полидисперсті суспензияларды тұндырудың екі жаңа моделі ұсынылған. Бірінші модель ыдыста полидисперсті суспензияны тұндыру үшін жасалған. Бұл модельдегі тәсілдің жаңалығы полидисперсті суспензияны фракциялардың дискретті жиынтығы ретінде емес, бөлшектердің дисперсті фазаның өлшемдері бойынша үздіксіз таралу функциясы арқылы анықтауға болатын жағдайда тұндыру моделін жалпылау болып табылады. Мұны бастапқы терминдермен толықтырылған диффузиялық типтегі теңдеу негізінде жасау ұсынылады. Екінші модель ағынды жүйелердегі полидисперсті суспензияның шөгу процесін сипаттауға арналған. Шекаралық тұндыру қисықтарын құрудың түбегейлі жаңа әдістемесі негізінде аппараттан шығатын ағындағы дисперсті фазаның таралуын есептеу тұжырымдамасы жасалды. Әзірленген модельдер шөгінді фронт пен жауын-шашын бетінің эволюциясын ыдыстың биіктігі бойынша да, ағындық аппараттардың бойлық координаты бойынша да есептеуге мүмкіндік береді. Тұндыру фронттарының

эволюциясын есептеу үшін өрнектер мен компьютерлік бағдарлама жасалды, бұл полидисперсті суспензиялардың тұндыру кинетикасын есептеу үшін маңызды.

Тірек сөздер: тұндыру моделі, полидисперсті суспензиялар, гравитациялық тұндыру, шекаралық тұндыру қисықтары, ағындық жүйелердегі тұндыру.

Б.Т. Тажибаева[1], Л.М. Мусабекова[2], А.М. Бренер[1], В.Г. Голубев[1], Л.М. Ульев[3], З.С. Кобеева[1]

[1]Южно-Казахстанский университет имени М. Ауезова, г.Шымкент, Казахстан
[2]Южно-Казахстанская медицинская академия, г.Шымкент, Казахстан
[3]Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕДИМЕНТАЦИИ СУСПЕНЗИЙ В СОСУДАХ И ПРОТОЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Аннотация. Представлены две новые модели седиментации полидисперсных суспензий. Первая модель была разработана для осаждения полидисперсной суспензии в сосуде. Новизна подхода в данной модели заключается в том, что дано обобщение модели седиментации на случай, когда полидисперсную суспензию можно задать не как дискретный набор фракций, а с помощью непрерывной функции распределения частиц по размерам дисперсной фазы. Предлагается делать это на основе уравнения диффузионного типа, дополненного исходными членами. Вторая модель посвящена описанию процесса седиментации полидисперсной суспензии в проточных системах. Разработана концепция расчета распределения дисперсной фазы в потоке на выходе из аппарата на основе принципиально новой методики построения кривых граничного осаждения. Разработанные модели позволяют рассчитывать эволюцию положения фронта седиментации и поверхности осадков как по высоте сосуда, так и по продольной координате проточных аппаратов. Разработаны выражения и компьютерная программа для расчета эволюции фронтов седиментации, что важно для расчета кинетики седиментации полидисперсных суспензий.

Ключевые слова: модель седиментации, полидисперсные суспензии, гравитационная седиментация, граничные кривые осаждения, седиментация в проточных системах.

ҒТАМР 61.31.29

Х.Р. Садиева[1] – *негізгі автор,*
А.К. Қожахан[2], Ш.Н. Кубекова[3], Г.З. Жанасова[4], И.К. Әлімғалиев[5], Ж.М. Ныгметов[6]

[1]Техн. ғылым. канд., доцент, [2,3]Техн. ғылым. канд., қауымдас. профессор, [4]Магистрант, [5]Технолог, [6]Инженер

ORCİD *[1]https://orcid.org/0000-0002-8925-8053 [2]https://orcid.org/0000-0001-9006-8997 [3]https://orcid.org/0000-0001-8665-9970*

[1,4]М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан
[2]әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан
[3]К.И. Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан
[5,6]«Атик» ЖШС, Атырау қ., Қазақстан

@ *[1]xalipa71@mail.ru*

©

https://doi.org/10.55956/IAQL7532

АЗОТТЫ-ФОСФОРЛЫ-КҮКІРТТІ КЕШЕНДІ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ СИНТЕЗДЕП АЛУ

Аңдатпа. Мұнайдан бөлінген күкіртқұрамды заттардың химиялық құрамын химиялық және физико-химиялық әдістер арқылы зерттеу. Зерттелген күкіртқұрамды заттарды NPK(S) және NP(S) тыңайтқыштарын алуға қолдану.

Тірек сөздер: кешенді минералды тыңайтқыштар, мұнай күкірті, азотты-фосфорлы күкіртті, кешенді тыңайтқыштар.

Садиева, Х.Р. Азотты-фосфорлы-күкіртті кешенді тыңайтқыштарды синтездеп алу [Мәтін] / Х.Р. Садиева, А.К. Қожахан, Ш.Н. Кубекова, Г.З. Жанасова, И.К. Әлімғалиев, Ж.М. Ныгметов // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.328-337. https://doi.org/10.55956/IAQL7532

Кіріспе. Күкіртқұрамды заттардың химиялық қасиеттеріне химиялық сараптама жасап, химиялық құрамын анықтау керек. Оларды шикізат есебінде тыңайтқыш алуға қосып, сұйық комплексті тыңайтқыштар алынады. Сонымен қатар азотты-фосфорлы-күкіртқұрамды қоспалы тыңайтқыштар алынады. Дайын болған азотты-фосфорлы-күкіртті тыңайтқыш өнімдеріне физика-химиялық сараптама жүргізіледі.

Бұл жұмыстың өзектілігі: әрбір территориядағы топырақ құрамдары әртүрлі болады. Кейбір жердегі топырақтың қышқылдылығы pH-5,0-6,0 көрсетіп тұрады. Осы аймақтағы топыраққа қандай элемент жетіспейді, сол элементтерді қоса отырып, қоспалы тыңайтқыштар дайындап, қолданған жағдайда, топырақ құнарлы болып, өсімдіктерге пайдалы болады.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Күрделі кешенді тыңайтқыштарға ұлттық стандарт бойынша химиялық сараптама жүргізу. NPS тыңайтқыштарын алуға қолдану үшін рецептура жасау. Дайын өнімге химиялық сараптама жасау.

Зерттеуге алынған өнімдер: аммофос (моноаммофос, диаммофос), амииакты селитра, мұнайдан бөлінген күкірт.

Химиялық және физика-химиялық әдістер: титриметрлік, фотоколориметриялық, NEX CGII Rigau компаниясының рентгентфлуоресценсиялық спектроскопиялық әдіс.

Зерттеу нәтижелері. Күкіртқұрамды заттардың химиялық құрамын зерттей келе, пайдалану аясын кеңейту және NPK(S) және NP(S) тыңайтқыштар жасау үшін алдын ала химиялық құрамы зерттелген күкіртқұрамды заттарды қосып пайдалану.

Күкірт ең маңызды ауыл шаруашылығы және өнеркәсіптік шикізат материалдарының бірі болып табылады және стратегиялық өнім болып есептеледі. Қазіргі уақытта қарапайым күкірттің көп бөлігі тұзсыздандыру процесінде мұнай мен газ өндіруден алынатын жанама өнім ретінде алынады.

Күкірт-күкірт қышқылын өндірудің негізгі көзі, әлемдегі ең көп қолданылатын химиялық зат. Күкірт қышқылы химия және өңдеу өнеркәсібіндегі көптеген процестерде маңызды аралық өнім болып табылады. Күкірт қышқылы сондай-ақ тыңайтқыштар өнеркәсібінде фосфор, азот, калий және сульфат тыңайтқыштарын өндіру үшін пайдаланылады [1]. Күкірт нарығы 2025 жылға қарай 150 млн. тоннаға дейін шоғырланады деп болжануда. Мысалы, Теңіз кен орнының (Атырау обл.) үйінділеріндегі күкірт көлемі қазірдің өзінде 8 млн.тоннадан асқан.

Жоғарыда айтылғанға байланысты, күкірттің структуралық құрамын және физика-химиялық қасиеттерін зерттеу бүгінгі таңда өзекті мәселе болып табылады.

Зерттеу объектісі ретінде Атырау мұнай өңдеу зауыты «АМӨЗ» шыққан техникалық күкірт қарастырылды. Ол сары-жасыл түсті, түйіршік тәрізді зат (1-сурет).

Сурет 1. Техникалық күкірт

Соңғы уақыт аралығында әлеуметтік-экономикалық және экологиялық қауіпті, антропогендік және табиғи апаттар саны артуда. Қазақстанда жылдан-жылға өнеркәсіптік өндіріс дамып келеді. Осыған байланысты қалдықтардың да көлемі артуда.

Сондықтан өндірістік қалдықтарды өңдеу – елдегі өзекті мәселелердің бірі. Ресми мәліметтерге сәйкес, республика аумағында 22 миллиард тонна өндірістік және тұрмыстық қалдық бар. Жылына 700 млн. тонна өндірістік қалдық түзілсе, оның 250 млн. тоннадан астамы зиянды. Бұған қоса тұрмыстық қатты қалдықтардың 97%-ы құрамына қарай іріктелмейді, әрі санитарлық

талаптарға сай келмейтін зоналарға тасталады. Яғни, қалдықтарды қайта өңдеу әлі күнге дейін шешімін таппаған мәселелердің бірі.

Соның ішінде мұнай-газ, химия өнеркәсіптерінен шыққан өндірістік қалдықтар экологиялық қауіп төндіріп, кәсіпорынның экономикасына шығын келтіреді. Атап айтқанда, мұнай өндірісінің қалдығы – күкірттің зияны орасан зор. Қазақстанда күкірттің қалдығы, әсіресе, Атырау және Батыс Қазақстан облыстарында кездеседі.

Мұнай мен ілеспе газда күкірт сутегі шамамен 14%-ға дейін болады. Ілеспе газы бар мұнай зауытқа келіп түскен кезде оны алдымен сепарациялайды, бөлініп шыққан күкірт сутегі Клаус қондырғысына түседі. Аталған апаратта күкірт сутегінен су және күкірт түзіледі. Күкіртті сутегінің жартылай жану реакциясы:

$$2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O.$$

Реакция нәтижесінде түзілген сұйық күкірт түйіршіктеуге жіберіледі немесе цистерналарға, күкірт карталарына құйылады. Қазіргі уақытта күкірт карталарын жоюға бар күшін жұмсалғанына қарамастан далалық аймақтарда ашық ауадағы күкірттің тау тәрізді сарғыш кесектерін кездестіруге болады [4].

Топыраққа өзгерістер енгізу сияқты ауыл шаруашылығы қолданыстары үшін түйіршіктелген күкірт көбінесе артықшылығы бар болып табылады, өйткені оны жағу және топыраққа енгізу жеңіл. Күкірттің физикалық түріне қарамастан тазарту мен өңдеудің дистилляция, сублимация және сүзу сияқты әртүрлі әдістерінің көмегімен жоғары тазалықпен алынуы мүмкін. Сондықтан күкірттің тазалығы міндетті түрде оның физикалық түрімен емес, өндірістің нақты әдістерімен және сапаны бақылаудың қолданылатын шараларымен анықталады.

Күкіртті аралас және қоспалы тыңайтқыштар алу үшін, оның химиялық құрамын химиялық және физика-химиялық әдістермен анықталды.

Талдау жүргізу. (20,0±0,1) г күкірт сынамасын алдын ала қыздырылған және тұрақты массаға жеткізілген ыдысқа салынады.Тостағаншаны электр плитасына орнатады, күкіртті аздап балқытады және өртейді. Күкірт толық жанғанға дейін 30 минут бойы баяу жануы үшін қыздыру температурасын 220°С-қа жуық ұстайды. Содан кейін ыдысты электр пешіне салады, тұрақты массаға дейін (800±10)°С температурада қыздырады, эксикаторда салқындатады және өлшейді.

Нәтижелерді өңдеу. Күлдің массалық үлесі *X*, %, формула бойынша есептеледі:

$$X_2 = \frac{m_1 * 100}{m} \quad (1)$$

мұндағы: m_1 – электр пештерінде қыздырудан кейінгі қалдық массасы, г; m – талданатын сынаманың массасы, г.

Күкірт қышқылына қайта есептеудегі қышқылдардың салмақтық үлесін анықтау.

Әдістің мәні. Әдіс қышқыл заттарды судың көмегімен экстракциялауға және алынған сығындыны фенолфталеиннің қатысуымен калий гидроокисімен немесе натрий гидроокисімен титрлеуге негізделген.

Талдау жүргізу. (50±1) г күкіртті өлшеу нәтижесін граммен үш ондық белгіге дейін дәлдікпен жазып, стаканға салып, 25см^3 этил спиртін құяды және

200см^3 су қосады. Стаканның ішіндегісін араластырады, стаканды сағаттық шынымен жабады және 15-20 минут бойы қайнатып, арасында араластырып отырады. Салқындатқаннан кейін стаканның құрамын қатпарлы қағаз сүзгі арқылы өлшеуіш колбаға сүзеді, ерітіндінің көлемін CO_2 жоқ сумен белгіге дейін жеткізеді және мұқият араластырады. 100см^3 сүзгіні конустық колбаға алады, бюреткадан фенолфталеиннің қатысуымен 1 минут бойы жоғалмайтын ашық қызғылт бояуға дейін калий немесе натрий гидроокисі ерітіндісімен титрлейді. Эквиваленттік нүктесінен (титрлеудің аяқталуы) pH = 8,2-8,3 дейін ала отырып, потенциометр көмегімен титрлеуді жүргізуге рұқсат етіледі.

Зерттеу нәтижелерін талқылау. X_3 күкірт қышқылына есептегенде қышқылдардың массалық үлесі формула бойынша есептеледі:

$$X_3 = \frac{(V_1 - V_2) \cdot K \cdot 0{,}00049 \cdot 250 \cdot 100}{100 \cdot m} \quad (2)$$

мұндағы: V_1 – талданатын ерітіндіні титрлеуге жұмсалған натрий немесе калий гидроксиді ерітіндісінің көлемі, см^3; V_2 – бақылау сынамасының ерітіндісін титрлеуге жұмсалған натрий немесе калий гидроксиді ерітіндісінің көлемі, см^3; 0,00049 ~ натрий немесе калий гидроксиді ерітіндісінің 1см^3 дәл 0,01моль/дм^3 концентрациясына сәйкес келетін күкірт қышқылының массасы, г; m – күкірт сынамасының массасы, г; К – натрий немесе калий гидроксиді ерітіндісінің концентрациясын дәл 0,01 моль/дм^3-ке келтіру үшін түзету коэффициенті.

Органикалық заттардың үлесін салмақтық әдіспен анықтау.

Әдістің мәні. Әдіс (250±10)°С және (800±10)°С температурада сынаманы екі мәрте қыздырғаннан кейін массаның айырмашылығы бойынша қалдықты салмақтық анықтауға негізделген.

Талдау жүргізу. (50±1) г сынаманы алдын ала қыздырылған және өлшенген ыдысқа салады. Сынаманы балқытады және құмды моншада күйдіреді. Содан кейін қалдығы бар ыдысты күкірт іздерін кетіру үшін (250 ± 10)°С температурада 2 сағат бойы қыздырады.Органикалық заттар мен күлден тұратын қалдығы бар ыдысты эксикаторға ауыстырады, салқындатады және өлшейді. Содан кейін тостағанды электр пешіне салады, (800 ± 10)°С температурада тұрақты салмаққа дейін қыздырады, эксикаторда салқындатады және суытады. Барлық өлшеулердің нәтижелері граммен үшінші ондық белгіге дейін жазылады.

Нәтижелерді өңдеу. Органикалық заттардың массалық үлесі X5>%, Қашыр формалары бойынша есептеледі:

$$X_5 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m} \quad (3)$$

мұндағы: m – талданатын сынаманың массасы, г; m_1 – құрамында органикалық заттар мен күл бар қалдықтың массасы, г; m_2 – электр пешінде кальциленгеннен кейінгі қалдық массасы, г.

Талдау нәтижесі үшін екі параллель анықтаманың орташа арифметикалық нәтижесі қабылданады, олардың арасындағы салыстырмалы алшақтық орташа мәннің 30%-на тең рұқсат етілген алшақтық танаспайды.

Талдау нәтижесінің рұқсат етілген салыстырмалы жиынтық қателігінің шегі ± 15%.

Күкірттің массалық үлесін есептеу.

Құрғақ затқа есептегенде күкірттің массалық үлесі Х формула бойынша есептеледі:

$$X = 100 - (X_2 + X_3 + X_5) \quad (4)$$

мұндағы: X_2 – күлдің массалық үлесі, %; X_3 – күкірт қышқылына қайта есептегенде қышқылдардың массалық үлесі, %; X_5 – органикалық заттардың массалық үлесі, %.

1. Күлдің массалық үлесін анықтау.

Күлдің массалық үлесі X_2, %, формула бойынша есептеледі:

$$X_2=\frac{m_1*100}{m} \quad (5)$$

мұндағы: m_1 – электр пештерінде қыздырудан кейінгі қалдық массасы, г; m – талданатын сынаманың массасы, г; m_1= (64,7515-64,7250)=0,0265 г; m =20 г.

$$X_2=\frac{0,0265*100}{20}=0,13\%$$

2. Күкірт қышқылына қайта есептеудегі қышқылдардың массалық үлесін анықтау.

X_3 күкірт қышқылына есептегенде қышқылдардың массалық үлесі формула бойынша есептеледі:

$$X_3 = \frac{(V_1-V_2)\cdot K\cdot 0,00049\cdot 250\cdot 100}{100\cdot m} \quad (6)$$

Мұндағы: V_1 – талданатын ерітіндіні титрлеуге жұмсалған натрий немесе калий гидроксиді ерітіндісінің көлемі, см^3; V_2 – бақылау сынамасының ерітіндісін титрлеуге жұмсалған натрий немесе калий гидроксиді ерітіндісінің көлемі, см^3; 0,00049 ~ натрий немесе калий гидроксиді ерітіндісінің 1см^3 дәл 0,01моль/дм^3 концентрациясына сәйкес келетін күкірт қышқылының массасы, г; m – күкірт сынамасының массасы, г; K – натрий немесе калий гидроксиді ерітіндісінің концентрациясын дәл 0,01 моль/дм^3-ке келтіру үшін түзету коэффициенті.

m-50-V_1 =100; V_2=6,5 pH=8,26 =0,0022 %

3. Органикалық заттардың үлесін салмақтық әдіспен анықтау.

Органикалық заттардың массалық үлесі Х5>%, Қашыр формалары бойынша есептеледі:

$$X_5 = \frac{(m_1-m_2)\cdot 100}{m} \quad (7)$$

мұндағы: m – талданатын сынаманың массасы, г; m_1 – құрамында органикалық заттар мен күл бар қалдықтың массасы, г; m_2 – электр пешінде кальциленгеннен кейінгі қалдық массасы, г. $m1 - m2$=(58,9114-58,8793)=0,0321 г; m =50 г.

$$X_5=\frac{0,0321*100}{50}=0,064\%$$

4. Күкірттің массалық үлесін есептеу.

$$X = 100 - (X_2 + X_3 + X_5) \quad (8)$$

мұндағы: X_2 – күлдің массалық үлесі, %; X_3 – күкірт қышқылына қайта есептегенде қышқылдардың массалық үлесі, %; X_5 – органикалық заттардың массалық үлесі, %.

$$X = 100 - (0,13\% + 0,064\% + 0,0022\%) = 99,80\ \%$$

Нәтижелер қорытындысы бойынша зерттелген күкірт Сорт 9950 жатады (1-кесте).

Кесте 1

Техникалық күкірттің норма көрсеткіштері

Көрсеткіштің атауы	Сорт 9998	Сорт 9995	Сорт 9990	Сорт 9950	Сорт 9920
Күкірттің массалық үлесі, %, кем емес	99,98	99,95	99,90	99,50	99,20
Күлдің массалық үлесі, %, көп емес	0,02	0,03	0,05	0,2	0,5
Күкірт қышқылына қайта есептеудегі қышқылдардың массалық үлесі, %, көп емес	0,01	0,03	0,06	0,25	0,4
Органикалық заттардың массалық үлесі, %, көп емес	0,0015	0,003	0,004	0,01	0,02

Күкірттің химиялық құрамын анықтай келе, тыңайтқыштар қоспасын алу үшін қолданылуға болады деген оймен NP(S) (16:20:12) ара қатынасында кешенді тыңайтқышын күкірт қосып араластыру арқылы алынды. Дайын болған өнімді NP(S) (16:20:12) сынамасын NEX CGII Rigau компаниясының рентгентфлуоресценсиялық спектроскопия аппаратында түсірілді (Алматы қ.), сараптама қорытындысы төмендегі кестеде келтірілген.

Кесте 2

N:P:S-(16:20:12) ара қатынасындағы кешенді тыңайтқыштың рентгентфлуоресценсиялық спектроскопия аппаратында түсірілген қорытынды нәтижесі

№	Компонент тер	Нәтиже бірлігі		Стат. қателік	LLD	LLG	Элемент сызығы	Қарқындылық (cps/mA)
1	2	3		4	5	6		7
1	MgO	NDmass%						
2	Al2O3	2.34	mass%	0.0531	0.127	0.380	RX9:Al-Kα	46.536
3	SiO2	2.51	mass%	0.0210	0.0373	0.112	RX9:Si-Kα	197.881
4	P2O5	40.0	mass%	0.0307	0.0139	0.0416	RX9:P-Kα	13777.360
5	Cl	0.150	mass%	0.0010	0.0013	0.0040	RX9:Cl-Kα	242.607
6	K2O	0.903	mass%	0.0060	0.0036	0.0108	Cu:K-Kα	340.120
7	CaO	1.95	mass%	0.0067	0.0031	0.0092	Cu:Ca-Kα	1230.629
8	TiO2	0.0220	mass%	0.0006	0.0012	0.0035	Cu:Ti-Kα	29.716
9	V2O5	0.0097	mass%	0.0004	0.0008	0.0025	Cu:V-Kα	19.022

2-кестенің жалғасы

1	2	3		4	5	6		7
10	Cr2O3	0.0106	mass%	0.0003	0.0005	0.0015	Cu:Cr-Kα	39.148
11	MnO	0.169	mass%	0.0013	0.0009	0.0026	Mo:Mn-Kα	256.742
12	Fe2O3	1.94	mass%	0.0037	0.0010	0.0031	Mo:Fe-Kα	4237.093
13	Co2O3	0.0081	mass%	0.0006	0.0017	0.0052	Mo:Co-Kα	26.456
14	NiO	0.0121	mass%	0.0002	0.0003	0.0008	Mo:Ni-Kα	61.692
15	CuO	0.0051	mass%	0.0001	0.0002	0.0007	Mo:Cu-Kα	35.753
16	ZnO	0.0159	mass%	0.0002	0.0001	0.0004	Mo:Zn-Kα	158.000
17	Ga2O3	ND	mass%					
18	GeO2	ND	mass%					
19	As2O3	0.0068	mass%	<0.0001	0.0001	0.0004	Mo:As-Kα	133.010
20	SeO2	ND	mass%					
21	Br	ND	mass%					
22	Rb2O	0.0021	mass%	<0.0001	<0.0001	0.0002	Mo:Rb-Kα	91.742
23	SrO	0.0163	mass%	<0.0001	<0.0001	0.0002	Mo:Sr-Kα	731.440
24	Y2O3	0.0125	mass%	<0.0001	0.0001	0.0004	Mo:Y-Kα	599.770
25	Nb2O5	0.0013	mass%	0.0002	0.0004	0.0011	Al:Nb-Kα	1.161
26	MoO3	ND	mass%					
27	RuO2	ND	mass%					
28	Rh2O3	ND	mass%					
29	PdO	ND	mass%					
30	Ag2O	0.0019	mass%	0.0001	0.0001	0.0004	Al:Ag-Kα	3.409
31	CdO	ND	mass%					
32	In2O3	(0.0003)	mass%	0.0001	0.0003	0.0008	Al:In-Kα	0.527
33	SnO2	0.0194	mass%	0.0003	0.0004	0.0011	Al:Sn-Kα	29.365
34	Sb2O3	0.0025	mass%	0.0002	0.0005	0.0014	Al:Sb-Kα	4.090
35	TeO2	0.0089	mass%	0.0003	0.0007	0.0022	Al:Te-Kα	12.864
36	I	(0.0012)	mass%	0.0003	0.0009	0.0028	Al:I-Kα	1.418
37	Cs2O	ND	mass%					
38	BaO	ND	mass%					
39	La2O3	ND	mass%					
41	Pr6O11	ND	mass%					
42	Nd2O3	ND	mass%					
43	HfO2	0.0169	mass%	0.0004	0.0006	0.0017	Mo:Hf-Lα	47.892
44	Ta2O5	ND	mass%					
45	WO3	(0.0009)	mass%	0.0002	0.0006	0.0017	Mo:W-Lα	2.942
46	Ir2O3	ND	mass%					
47	HgO	ND	mass%					
48	Tl2O3	ND	mass%					
49	PbO	0.0014	mass%	0.0001	0.0004	0.0011	Mo:Pb-Lα	17.166
50	Bi2O3	ND	mass%					
51	ThO2	ND	mass%					
52	U3O8	ND	mass%					
53	Au	ND	mass%	<0.0001	0.0002	0.0006	Mo:Au-Lα	0.733
54	Na2O	ND	mass%					
55	Sc2O3	ND	mass%	0.0015	0.0043	0.0129	Cu:Sc-Kα	0.757
56	ZrO2	0.453	mass%	0.0018	0.0003	0.0010	Al:Zr-Kα	429.850
57	ReO2	ND	mass%					
58	Pm2O3	ND	mass%					
59	Sm2O3	ND	mass%					

2-кестенің жалғасы

1	2	3		4	5	6		7
60	Eu2O3	ND	mass%	0.0026	0.0080	0.0239	Mo:Eu-Lα	1.341
61	Gd2O3	ND	mass%					
62	Tb4O7	ND	mass%					
63	Dy2O3	ND	mass%	0.0031	0.0090	0.0270	Cu:Dy-Lα	20.421
64	Ho2O3	ND	mass%					
65	Er2O3	ND	mass%	0.0054	0.0166	0.0498	Cu:Er-Lα	0.025
66	Tm2O3	ND	mass%	0.0011	0.0033	0.0099	Mo:Tm-Lα	0.002
67	Yb2O3	(0.0021)	mass%	0.0005	0.0013	0.0039	Mo:Yb-Lα	4.583
68	Lu2O3	ND	mass%					
69	Po	ND	mass%					
70	Pt	ND	mass%					
71	OsO4	ND	mass%	0.0002	0.0006	0.0018	Mo:Os-Lα	2.211
72	Tc	ND	mass%					
73	S	49.4	mass%	0.0192	0.0006	0.0019	RX9:S-Kα	59931.209

Бастапқы берілген қоспалардың концентрациясы N:P:S-(16:20:12) % қатынаста болса, тәжірибе жүзінде шыққан қатынастар саны N:P:S-(15,04:20:14,07) % пайызды көрсетіп отыр. Оның себебі аммофос өнімінде жоғарғы сорт марка Б құрамындағы табиғи қоспалардың болуы, оның ішінде микроэлементтердің (алюминий, темір, магний, кальций оксидтері мен фосфаттарының және сирек жер элементтерінің аз көлемдегі қоспа пайыздарының қосынды концентрациясының), болуы жоғарыда көрсетілген NEX CGII Rigau компаниясының рентгентфлуорецензиялық спектроскопия аппаратында түсірілген сараптама қорытындысынан көрініп тұр.

Дайындалған (NPS) өнімі СТ РК «Азотты-фосфорлы-калий-күкіртті» тыңайтқышы «Техникалық жағдайдағы» (NPK – удобрение).Технические условия» негізінде 1-2% пайыздық коэффициент корреляция көрсеткішіне сәйкес келеді.

Қорытынды. Осылайша, осы зерттеудің нәтижелері зерттелген күкірт пен басқа құрғақ тыңайтқыштарға негізделген NPK(S) тыңайтқыштарын өндірудің ұсынылған әдісінің әлеуетін көрсетеді. Бұл әдіс өзінің экономикалық және экологиялық орындылығын растап қана қоймайды, сонымен қатар ауыл шаруашылығындағы өндірістік процесстерді одан әрі зерттеуге және оңтайландыруға жаңа мүмкіндіктер ашады. Мұндай инновацияларды енгізу өнімділікті арттыруға және аграрлық сектордың тұрақты дамуына ықпал етуі мүмкін.

Әдебиеттер тізімі

1. Менковский, М.А. Технология серы [Текст] / М.А. Менковский, В.Т. Яворский. – М.: Химия. 2015. – 328 с.
2. Бабкин, В.В. Фосфорные удобрения России [Текст] / В.В. Бабкин, А.А. Бродский. – М.: ТОО«Агрохимпринт», 2012. – 464 с.
3. Maartensdijk S.A. Direct production of granulated superphosphates and PKcompounds from sulphuric acid, phosphoric acid, rock phosphate and potash // Proceedings of the I.S.M.A. technical conference. Hague, Netherlands, 2006. Vol. 977. P. 200-214.
4. Кувшинников, И.М. Минеральные удобрения и соли: свойства и способы их получения [Текст] / И.М. Кувшинников. – М.: Химия, 2017. – 256 с.
5. Андриянова, Е.А. Зависимость слеживаемости минеральных удобрений от условий хранения [Текст] / Е.А. Андриянова, В.В. Соколов, А.Б. Грибков, И.А. Петропавловский // Материалы международной научно-практического

семинара «Роль аналитических служб в обеспечении качества минеральных удобрений и серной кислоты». – М.: НИУИФ, 2015. – 87 с.
6. Бродский, А.А. Получение кормовых фосфатов кальция с использованием барабанного гранулятора-сушилки [Текст] / А.А. Бродский, В.И. Родин, Б.В. Левин и др. // Химическая промышленность сегодня. – 2005. – № 7. – С. 19-22.

Материал редакцияға 27.06.24 түсті.

Х.Р. Садиева[1], А.К. Кожахан[2], Ш.Н. Кубекова[3], Г.З. Жанасова[1], И.К. Алимгалиев[4], Ж.М. Нигметов[4]

[1]Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан
[2]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
[3]Казахский национальный исследовательский технический университет имени Сатпаева, г. Алматы, Казахстан
[4]ТОО «Атик», г. Атырау, Казахстан

СИНТЕЗ АЗОТНО-ФОСФОРНО-СЕРНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ

Аннотация. Исследование химического состава серосодержащих веществ, выделенных из нефти химическими и физико-химическими методами. Использование исслеованных серосодержащих веществ для приготовление NPK(S) и NP(S) удобрений.

Ключевые слова: комплексные минеральные удобрения, нефтяная сера, азотно-фосфорно-серные комплексные удобрения.

Kh.R. Sadiyeva[1], A.K. Kozhakhan[2], Sh.N. Kubekova[3], G.Z. Zhanasova[1], I.K. Alimgaliyev[4], Zh.M. Nigmetov[4]

[1]M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan
[2]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[3]Kazakh National Research Technical University named after Satpaev, Almaty, Kazakhstan
[4]"Atik" LLP, Atyrau, Kazakhstan

SYNTHESIS OF NITROGEN-PHOSPHORUS-SULFUR COMPLEX FERTILIZERS

Abstract. Study of the chemical composition of sulfur-containing substances isolated from oil by chemical and physicochemical methods. Use of the studied sulfur-containing substances for the preparation of NPK(S) and NP(S) fertilizers.

Keywords: complex mineral fertilizers, petroleum sulfur, nitrogen-phosphorus-sulfur complex fertilizers.

References

1. Menkovskiy, M.A., Yavorskiy, V.T. Tekhnologiya sery [Sulfur technology]. – Moscow: Chemistry. 2015. – 328 p., [in Russian].
2. Babkin, V.V., Brodskiy, A.A. Fosfornyye udobreniya Rossii [Phosphorus fertilizers of Russia]. – Moscow: Agrokhimprint LLP, 2012. – 464 p., [in Russian].
3. Maartensdijk S.A. Direct production of granulated superphosphates and PKcompounds from sulphuric acid, phosphoric acid, rock phosphate and potash // Proceedings of the I.S.M.A. technical conference. Hague, Netherlands, 2006. Vol. 977. P. 200-214.

4. Kuvshinnikov, I.M. Mineral'nyye udobreniya i soli: svoystva i sposoby ikh polucheniya [Mineral fertilizers and salts: properties and methods of their production]. – Moscow: Chemistry, 2017. – 256 p., [in Russian].
5. Andriyanova, Ye.A., Sokolov, V.V., Gribkov, A.B., Petropavlovskiy, I.A. Zavisimost' slezhivayemosti mineral'nykh udobreniy ot usloviy khraneniya [Dependence of caking of mineral fertilizers on storage conditions] // Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskogo seminara “Rol' analiticheskikh sluzhb v obespechenii kachestva mineral'nykh udobreniy i sernoy kisloty” [Proceedings of the international scientific and practical seminar “The role of analytical services in ensuring the quality of mineral fertilizers and sulfuric acid”]. – Moscow: NIUIF, 2015. – 87 p., [in Russian].
6. Brodskiy A.A., Rodin V.I., Levin B.V. et al. Polucheniye kormovykh fosfatov kal'tsiya s ispol'zovaniyem barabannogo granulyatora-sushilki [Obtaining feed calcium phosphates using a drum granulator-dryer] // Khimicheskaya promyshlennost' segodnya [Chemical industry today], 2005. No. 7. P. 19-22, [in Russian].

МРНТИ 61.13.21

Ж. Жаксылык[1] – *основной автор*, **Л.М. Мусабекова[2], В.Г. Голубев[3], Л.М. Ульев[4], А.А. Бердалиева[5]**

[1]*Докторант*, [2,3,4]*Д-р техн. наук*, [5]*Канд. техн. наук*

ORCID [1]*https://orcid.org/0009-0003-3306-9055* [2]*https://orcid.org/0000-0001-8712-2446*
[3]*https://orcid.org/0000-0001-7370-3872* [4]*https://orcid.org/0000-0002-2732-6444*
[5]*https://orcid.org/0000-0003-2423-500X*

[1,2,3]*Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан*
[2,5]*Южно-Казахстанская медицинская академия, г. Шымкент, Казахстан*
[4]*Томский Политехнический университет, г. Томск, Россия*

@ [2]*mleyla@bk.ru*

©

https://doi.org/10.55956/UJEL9151

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ИНЕРЦИОННОГО СВОРМИНГА В ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ

Аннотация. Работа фокусируется на моделировании процесса сворминга мелких частиц в потоках, где они распределяются. В работе проведен всесторонний анализ явления сворминга, а также предложены методы для разработки универсальных моделей сворминга, описывающих эти процессы. Выявлено, что существуют три ключевых механизма формирования сворминга в непрерывных потоках дисперсных смесей. Первый механизм связан с изменениями в структуре основного потока внутри устройства, который можно назвать инерционным свормингом. Второй механизм объясняется наличием особых точек или «ловушек», а также притягивающих или отталкивающих центров в устройстве. Третий механизм основывается на взаимодействии между частицами в потоке, что можно охарактеризовать как взаимодействующий сворминг. В исследовании также представлены результаты компьютерного моделирования и численных экспериментов, описывающих сворминг по инерционному механизму, с применением подхода стохастических решеток.

Ключевые слова: сворминг, дисперсные смеси, инерционный сворминг, взаимодействующий сворминг, компьютерное моделирование.

Жаксылык, Ж. Разработка компьютерной модели инерционного сворминга в дисперсных системах [Текст] / Ж. Жаксылык, Л.М. Мусабекова, В.Г. Голубев, Л.М. Ульев, А.А. Бердалиева // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – Б.338-346. https://doi.org/10.55956/UJEL9151

Введение. Работа посвящена моделированию скопления мелких частиц в потоках с дисперсией, например, в системах с непрерывной и твердой фазами или в газо-жидкостных средах.

В работе термин «сворминг» уточняется для описания образования перемещающихся зон с большим накоплением частиц дисперсной фазы, данный термин может использоваться в других смыслах и в других

исследованиях. Это явление пока недостаточно хорошо изучено и исследовано.

В рамках теоретического анализа можно выделить несколько подходов, которые способствуют накоплению частиц в потоках дисперсных сред. При первом подходе происходят изменения в составе среды потока внутри системы [1]. Этот процесс можно описать как накопление по инерции.

Когда в аппарате образуются особенные зоны, с притягивающим и отталкивающим эффектом, данное явление называется привлекательным роением. Это характерно для второго подхода.

Третий подход, связан со связями между кластерами в дисперсной среде аппарата [1]. Этот процесс можно определить как взаимодействие между кластерами в скоплениях частиц.

Каждый из подходов расчета процесса агрегации с накоплением кластеров обладает определенными характеристиками [1].

Рассмотрим группировку кластеров для подхода инерции, которая делит поток в дисперсной среде. В результате образуются несколько агрегационных роев с разными параметрами потока: скорость, размеры кластеров.

В итоге, исходная совокупная функция распределения преобразуется в несколько отдельных выражений, каждая из которых характеризует различные группы (рис. 1). Данный метод сворминга часто встречается в промышленных аппаратах [2].

Привлекательный сворминг может происходить по нескольким условиям. Одним из условий является метод силового взаимодействия. В этом случае сила притяжения или отталкивания влияет на движение частиц относительно сингулярности. Ещё один подход – это взаимодействие кластеров и частиц. При тесном взаимодействии кластеров появляется задача описания модели расчета взаимодействия множества частиц друг с другом. При силовом взаимодействии происходит непрерывное воздействие на частицы и кластеры. В коммуникационном воздействии рассчитывается скорость и время реакции частиц на импульсы.

Притягательное скопление может происходить, когда элементы направляются к увеличению плотности материи в однородной среде, либо когда сигналы передаются от одного элемента к другому, обозначая путь к аттрактивной точке (рис. 1).

Рис. 1. Картина поведения частиц дисперсной фазы при различных типах роения: инерционное, аттрактивное

Этот механизм особенно значим для частиц биологического происхождения [3]. Исследователи анализировали разнообразные аспекты, влияющие на перемещение биологических скоплений, включая плотность элементов, концентрацию, вязкость окружающей среды и вертикальное удержание. Этот тип сворминга может воспроизводить разнообразные явления в различных областях, включая транспортные пробки, и может быть точно описан с помощью адаптированного уравнения Фоккера-Планка [4].

Взаимодействующий сворминг, при моделировании сталкивается с классической проблемой взаимодействия множества тел [5].

В изучаемой системе рассматривались различные явления и модели сворминга. При накоплении частиц может происходить образование кластерных частиц со сложным внутренним составом, как показано в работах [6] или образование кластеров без агрегирования. Для явления кластеров с агрегированным составом, размер и возраст кластеров ведет к появлению агрегации различного характера.

В исследуемой системе могут паралелльно проходить множественные механизмы и сценарии процессов роя. Рой может включать в себя образование кластеров частиц со сложной структурой потока [7], либо происходить без формирования агрегации. При образовании множественных накоплений частиц их возрастание кластеров может зависеть от возраста и диаметра частиц. В таких ситуациях кинетические уравнения агрегации должны быть немарковскими [8].

Сам процесс сворминга можно рассматривать как форму слабой агрегации, где связь между частицами в рое определяется их пространственной корреляцией и скоростями [9]. Учитывая, что физическая природа трех выделенных механизмов сворминга существенно различается, в рамках одной статьи трудно охватить все подходы к моделированию. Инерционный процесс накопления частиц в этой работе заслуживает большое значение, т.к. без этого понятия будет сложно рассчитать многие процессы в химической промышленности.

Основной вклад исследования заключается в моделировании инерционного сворминга и в проведении анализа.

Условия и методы исследований. Разработка всеобъемлющей модели инерционного скопления роя является трудоемким процессом из-за зависимости динамики и механизмов этого явления от специфических условий гидродинамики в системе и изменения движения частиц от их массы и размера в дисперсной фазе.

Допустим исследуемая среда состоит из частиц однородного типа, тогда предполагаем, что частицы разного размера имеют разные скорости перемещения. Для явления инерционного сворминга, они играют важную роль при создании роя. В этом случае происходит разделение частиц и создание скоплений с одинаковыми скоростями.

В работе [10] была рассмотрена методика расчета скорости частиц с разными размерами и порядками в потоке. В модели было показана численная схема расчета перемещения частиц для различных случаев со сложной конфигурацией потока. Уравнение перемещения элемента в течении, при условии отсутствия агрегации или распада, может быть изложено следующим образом:

$$\frac{d}{dt}\left(m_p \overrightarrow{W_p}\right) = -\xi \frac{\rho_g}{2} \pi d_p^2 W_{rel}^2 \vec{e} + \vec{F}_\perp + m_p \vec{g} \quad (1)$$

Здесь учитываются такие параметры как коэффициент трения, $\vec{g}$ – вектор ускорения свободного падения, ρ_g – плотность газа, d_p – диаметр элемента, $\overrightarrow{W_p}$ – вектор скорости элемента, $\vec{F}_\perp$ – аэродинамическая сила, $\vec{e}$ – нормированный вектор относительной скорости, t – время и m_p – вес элемента. В процессе разработки модели, ключевое уравнение движения элемента преобразуется в систему уравнений. Эта система позволяет вычислить значение относительной скорости элемента и угол между нормированным вектором направления этой скорости и выбранной осью координат. Основное преимущество данного подхода заключается в точности определения относительной скорости элемента в любой момент его движения.

Применение метода Лагранжа позволяет переформулировать уравнение (1) следующим образом:

$$\vec{e}\left(\frac{dW_{rel}}{dt}+k_1W_{rel}^2\right)+\frac{d\vec{e}}{dt}W_{rel}=-\frac{d\vec{W}_g}{dt}+k_2W_{rel}e_\perp+\vec{g} \tag{2}$$

Здесь:

$$k_1=\frac{3\xi\rho_g}{4\rho_p d_p}\quad k_2=\frac{3K\mu_g}{4\pi\rho_p d_p}\sqrt{\frac{1}{\nu_g}\left|\frac{\partial\vec{W}_g}{\partial\vec{n}}\right|}; \tag{3}$$

Ускорение газа:

$$\frac{d\vec{W}_g}{dt}=\frac{\partial\vec{W}_g}{\partial t}+\left(\frac{\partial\vec{W}_g}{d\vec{r}},\frac{d\vec{r}}{dt}\right)=\frac{\partial\vec{W}_g}{\partial t}+\left(\frac{\partial\vec{W}_g}{\partial\vec{r}},\vec{W}_g\right)+\left(\frac{\partial\vec{W}_g}{\partial\vec{r}},\vec{e}\right)W_{rel} \tag{4}$$

Термин $\frac{\partial\vec{W}_g}{\partial\vec{r}}$ относится к производной пространственного тензора. В контексте плоской задачи, этот термин может быть интерпретирован как изменение тензора в пространстве, например, как градиент поля напряжений или деформаций в двумерной плоскости. Это означает, что он описывает, как соответствующие величины меняются в зависимости от изменений в пространственных координатах в рамках плоскости задачи.

$$\frac{\partial\vec{W}_g}{\partial\vec{r}}=\begin{bmatrix}\frac{\partial W_{g,x}}{\partial x} & \frac{\partial W_{g,x}}{\partial y}\\ \frac{\partial W_{g,y}}{\partial x} & \frac{\partial W_{g,y}}{\partial y}\end{bmatrix} \tag{5}$$

После выполнения необходимых преобразований, уравнение (4) приводится к следующей системе уравнений:

$$\frac{dW_{rel}}{dt}=-k_1W_{rel}^2-\left(\vec{e}',\vec{e}\right)W_{rel}-\left(\vec{V},\vec{e}\right)+\left(\vec{g},\vec{e}\right) \tag{6}$$

$$\frac{d\alpha}{dt} = \frac{1}{W_{rel}}\left((\vec{g},\vec{e}_{\perp}) - \left(\vec{V},\vec{e}_{\perp}\right)\right) - (\vec{e}',\vec{e}) + k_2 \tag{7}$$

Здесь:

$$\vec{e}' = \left(\frac{\partial \vec{W}_g}{\partial \vec{r}},\vec{e}\right), \quad \vec{V} = \frac{\partial \vec{W}_g}{\partial t} + \left(\frac{\partial \vec{W}_g}{\partial \vec{r}},\vec{W}_g\right) \tag{8}$$

Результаты исследований. Применение данного метода позволяет выполнять расчеты для потока вещества с заранее неопределённым распределением скоростей. Возможность таких анализов достигается за счёт одновременного проведения исследований гидродинамических процессов и определения перемещения частиц в дисперсной фазе. В контексте этой техники вероятность объединения частиц не принимается во внимание.

В исследовании, проведённом авторами [11], была разработана компьютерная модель для описания траекторий сферических частиц разнообразных размеров в газовом потоке. В модели учитывается поведение таких частиц в перпендикулярном сечении при обтекании аппарата. Результаты моделирования показывают, что большие частицы с идентичными размерами собираются в группы, тогда как более мелкие частицы следуют по сложным путям в областях вихрей при обтекании объектов (рис. 2). Эти небольшие частицы создают рои, возникающие рядом с обтекаемым объектом, а более объемные частицы образуют скопления или агрегации, идущие в направлении главного потока. В статье также представлены рекомендации по выбору сворминга.

Рис. 2. Пути движения частиц в условиях нестационарного вихревого следа с частицами различного диаметра: 1 – 2x10-4 м, 2 – 5x10-4 м, 3 – 7x10-4 м; диаметр цилиндра Dcyl=0.2 м; средняя скорость газового потока Wg = 3 м/с.

Изучение результатов выявляет, что подобное поведение типично для различных сценариев обтекания, включая как одиночный цилиндр, так и слой

насадки при разной конфигурации цилиндрических элементов. На рисунке 2 представлены характерные траектории частиц различного размера. Замечено, что мелкие частицы (рис. 2, кривая 1) направляются в область вихревого следа, в то время как более крупные (рис. 2, кривые 2 и 3) обходят цилиндр, причем некоторые из них временно двигаются поперек потока (рис. 2, кривая 3), описывая петлеобразные траектории. Это приводит к увеличению времени нахождения таких частиц в зоне воздействия и способствует их разделению.

Обсуждение научных результатов. В модели был использован подход с помощью вероятностной сеточной модели. В рамках исследования проводился численный анализ с применением вероятностной сеточной модели [12] при различных профилях скорости двигающего потока. Эта методика предусматривает заблаговременно установленный профиль скорости потока и также способствует эффективному учёту динамики агрегационных процессов. В предшествующих работах были созданы компьютерная модель расчёта с помощью метода вероятностной сетки, представлены программа, анализы и графики численного анализа данной методики для процессов агрегации в дисперсных системах, где наблюдались случаи агрегации с диффузионным ограничением (АДО) и агрегации с комбинированной кинетикой.

Затем рассматриваемый метод был адаптирован с помощью компьютерной модели разбиения сетки на крупные зоны. Основные аспекты этой модели в контексте АДО описываются следующим образом:

1. Пусть у нас имеются матрицы: массив суммы кластеров в зонах A_0 и массив концентрации Ai,j и, где S,D размеры матрицы A_0, размеры R,T для матрицы Ai,j.

Например, у нас имеется сетка 200 X 50. Мы делим на 5 частей по длине и на 5 частей по ширине, тогда у нас получатся зоны с размерами 40X10.

2. В каждом блоке полученных блоков были посчитаны сумма количества кластеров и сумма порядков кластеров.

На рисунке 3 представлены результаты разработанной модели. Была принята следующая цветовая модель: зеленые цвета для расчета суммы количества кластеров, для модели с порядками кластеров фиолетовая цветовая схема. В алгоритме был использован RGB-код из стандартной цветовой модели [13], в программе предусмотрено изменение шага. Диапазон параметров можно было менять в широких границах измерения.

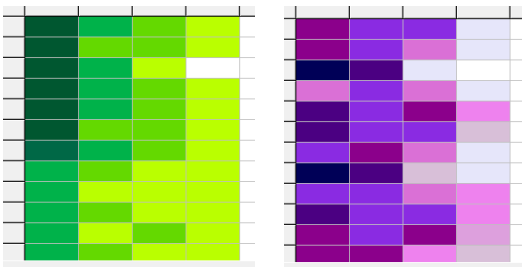


Рис. 3. Модель сворминга на базе стохастической решетки

Были использованы размеры сторон вычислительного массива-прямоугольника от 100 до 200 по длине и от 20 до 50 по ширине. Был принят диапазон размеров зоны или прямоугольника раздельной матрицы с размерами: 40X4, 40X10. Выполнены численные эксперименты и анализ для различных видов начальных фронтов скорости потоков: неупорядоченный

неравномерный поток и упорядоченный неравномерный поток, а также равномерного потока. Фрагмент кода для расчета неравномерного потока скоростей (рис. 4).

```
procedure Tform1.uneven1;
var i,l,j,s,U:integer;
begin
  su_g.ColCount:=n2+1;
  su_g.RowCount:=n1+1;
   for l:=1 to n2+1 do //n2+1
   for i:=1 to n1 do
   for j:=1 to n3 do
  U[l,i,j]:=0;
    for l:=1 to n2+1 do //n2+1
    for i:=1 to n1 do
   for j:=1 to n3 do
  begin
    if (l<=w1) and (i<=wn1) then U[l,i,j]:=1;
    if (l<=w2) and (i>wn1) and (i<=(wn1+wn2)) then
     U[l,i,j]:=1;
   if (l<=w1) and (i>(wn1+wn2)) and (i<=n1) then
    U[l,i,j]:=1;
  memo1.Lines.Add(inttostr(U[l,i,j]));
U1[l,i,j]:=U[l,i,j];
sU:=sU+U[l,i,j]; //label3.Caption:=inttostr(sU);
su_g.Cells[l,i]:= inttostr(U[l,i,j]);
end;
```

Рис. 4. Фрагмент программы для расчета неравномерного потока скоростей

В результате анализа было установлено: увеличение агрегации в зонах с повышенной плотностью частиц; для равномерного потока не образуются большие скопления частиц; концентрация частиц зависит от случайного перемещения частиц и начального распределения.

Заключение. В результате анализа проведенных расчетов численных экспериментов для компьютерной модели, были выявлены различные зоны скопления частиц с различной плотностью. Здесь был использован пошаговый алгоритма расчета скорости частиц дисперсной фазы в различных зонах аппарата. Особенностью разработанной модели является возможность рассчитать скорости фронтов потока, порядки и количество кластеров по объему аппарата.

Разработка модели показала, что с помощью решеточной модели случайного блуждания частиц можно выполнить расчет оценки плотности скопления частиц, провести анализ и их распределение по объему аппарата, рассчитать среднюю скорость частиц в аппарате. Анализ этой модели показывает зависимость кинетики скоплений частиц от неупорядоченного профиля скорости потока. Для случая неупорядоченного профиля скорости потока образуются скопления частиц в разных зонах аппарата, с различной плотностью частиц, порядков и количества этих частиц.

Список литературы

1. Carranza P.M., Coates P. Swarm modelling // Proceedings of the 3rd Generative Art Conference (GA2000). – 2000.
2. Talukder S. Mathematicle modelling and applications of particle swarm optimization. – 2011.

3. Carrillo J.A. et al. Particle, kinetic, and hydrodynamic models of swarming // Mathematical modeling of collective behavior in socio-economic and life sciences, 2010. P. 297-336.
4. Bees, M.A., Andresen, P., Mosekilde, E., Givskov, M. The interaction of thin-film flow, bacterial warming and cell differentiation in colonies of Serratia liquefaciens // Journal of Mathematical Biology, 2000. No. 40. P. 27-63.
5. Maningo J.M.Z., Faelden G.E.U., Nakano R.C.S., Bandala A.A., Vicerra R.R.P., Dadios E.P. Formation Control in Quadrotor Swarm Aggregation using Smoothed Particle Hydrodynamics // Proceedings of IEEE Region 10 Conference (TENCON), 2016. P. 2070-2075.
6. Brener A.M. Nonlocal equations of the heat and mass transfer in technological processes // Theor. Found. of Chem. Eng, 2006. No. 40 (6). P. 564-572.
7. Rimer O., Ariel G., Kinetic Order-Disorder Transitions in a Pause-and-Go Swarming Model with Memory // Journal of Theoretical Biology, 2017. Vol. 419. P. 90-99.
8. Schmidt S.A., Simon M., Attarakih M.M., Lagar L.G., Bart H.-G. Droplet population balance modelling—hydrodynamics and mass transfer // Chemical Engineering Science, 2006. No. 61. P.246-256.
9. Kim L.A., Brener A.M., On the time nonlocality in the heat and mass transfer equations for high-rate processes // Theor. Found. of Chem. Eng, 1996. Vol. 30 (3). P. 233-235.
10. Brener A.M., Bolgov N.P., Kaziev M.T., Orymbetov E.M. Simplified model of drop motion in a gas flow // Theor. Found. of Chem. Eng, 1987. No. 21 (1). P. 126-131.
11. Balabekov B. Ch., Brener A.M., Balabekov O.S. Numerical Modeling of Heat and Mass Transfer Processes upon the Flowing of Regular Structures by Gas_Drop Flow // Theor. Found. of Chem. Eng, 2016. No. 50 (3). P. 273-285.
12. Brener A.M., Musabekova L.M., Jamankarayeva M.A. Stochastic lattice model of aggregation in heterogeneous polydisperse media // Chemical Engineering Transactions, 2017. Vol. 60. P.79-84.
13. Poynton C. Digital Video and HD: Algorithms and Interfaces. – Morgan Kaufmann Publishers, 2012.

Материал поступил в редакцию 15.07.24.

Ж. Жаксылык[1], Л.М. Мусабекова[2], В.Г. Голубев[1], Л.М. Ульев[3], А.А. Бердалиева[2]

[1]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан
[2]Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы, Шымкент қ., Қазақстан
[3]Томск политехникалық университеті, Томск қ., Ресей

ДИСПЕРСІК ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ ИНЕРЦИАЛДЫҚ ШАЛТЫНУДЫҢ КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛІН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Жұмыста ұсақ бөлшектердің таралатын ағындардағы үйірлену процесін модельдеуге бағытталған. Жұмыста үйінді құбылысына жан-жақты талдау жасалған, сондай-ақ осы процестерді сипаттайтын әмбебап үйінді модельдерін жасау әдістері ұсынылған. Дисперсті қоспалардың үздіксіз ағынында үйіндінің пайда болуының үш негізгі механизмі бар екені анықталды. Бірінші механизм құрылғының ішіндегі негізгі ағынның құрылымының өзгеруімен байланысты, оны инерциялық үйінді деп атауға болады. Екінші механизм құрылғыда арнайы нүктелердің немесе «тұзақтардың», сондай-ақ тарту немесе итермелейтін орталықтардың болуымен түсіндіріледі. Үшінші механизм ағындағы бөлшектердің өзара әрекеттесуіне негізделген, оны өзара әрекеттесуші үйінді ретінде сипаттауға болады. Зерттеу сонымен қатар CFD модельдеу және стохастикалық тор тәсілдерін қолдана отырып,

инерциялық үйіндіні сипаттайтын компьютерлік модельдеу және сандық эксперименттердің нәтижелерін ұсынады.

Түйінді сөздер: үймелеу, дисперсті қоспалар, инерциялық үйінділер, өзара әрекеттесу, компьютерлік модельдеу.

Zh. Zhaksylyk[1], L.M. Musabekova[2], V.G. Golubev[1], L.M. Ulyev[3], A.A. Berdaliyeva[2]

[1]M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[2]South Kazakhstan Medical Academy, Shymkent, Kazakhstan
[3]Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

DEVELOPMENT THE COMPUTER MODEL OF INERTIAL SWORMING IN DISPERSE SYSTEMS

Abstract. The work focuses on modeling the process of swarming of small particles in flows where they are distributed. The work provides a comprehensive analysis of the swarming phenomenon, and also proposes methods for developing universal swarming models that describe these processes. It was revealed that there are three key mechanisms for the formation of swarming in continuous flows of dispersed mixtures. The first mechanism is associated with changes in the structure of the main flow inside the device, which can be called inertial swarming. The second mechanism is explained by the presence of special points or “traps”, as well as attracting or repulsive centers in the device. The third mechanism is based on the interaction between particles in the flow, which can be characterized as interacting swarming. The study also presents the results of computer simulations and numerical experiments describing inertial swarming using both CFD modeling and stochastic lattice approaches.

Keywords: swarming, dispersed mixtures, inertial swarming, interacting swarming, computer modeling.

МРНТИ 61.35.31

И.А. Левицкий[1] – *основной автор*, ©
М.В. Дяденко[2], **А.И. Редько**[3]

[1]*Д-р техн. наук, профессор,* [2]*Канд. техн. наук, доцент*

[1]*https://orcid.org/0000-0001-5001-605X* [2]*https://orcid.org/0000-0002-4555-9401*

[1,2,3]*Белорусский государственный технологический университет,*

г. Минск, Беларусь

[1]*levitskii@belstu.by*

https://doi.org/10.55956/LQER9281

АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ ЦИНКСОДЕРЖАЩИЕ ПОЛУФРИТТОВАННЫЕ ГЛАЗУРИ ДЛЯ КЕРАМОГРАНИТА

Аннотация. Приведены результаты исследований по синтезу цинксодержащих глазурных покрытий, обладающих антибактериальными свойствами, применяемых для керамогранита.

Получение глазурных покрытий обеспечено однократным обжигом при температуре 1200 ± 5°С в течении 60 ± 2 мин с использованием многокальциевой фритты, синтезированной в системе Na_2O–K_2O–CaO–MgO–Al_2O_3–B_2O_3–SiO_2. В многокомпонентной сырьевой смеси использованы также цинковые белила, доломитовая мука, а также глинозем, полевой шпат, кварцевый песок, каолин и глина огнеупорная.

Определены технологические режимы получения покрытий, изучены их декоративные характеристики и физико-химические свойства в широкой области составов. Определена антибактериальная активность глазурей по отношению к тест-штаммам *Escherichia coli* и *Staphylococus aureus*. Изучена структура и фазовый состав покрытий в зависимости от составов, процессы фазовых переходов при их формировании.

Ключевые слова: полуфриттованная антибактериальная глазурь, блеск, белизна, температурный коэффициент линейного расширения, термостойкость, износостойкость, химическая устойчивость, морозостойкость

Левицкий, И.А. Антибактериальные цинксодержащие полуфриттованные глазури для керамогранита [Текст] / И.А. Левицкий, М.В. Дяденко, А.И. Редько // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – Б.347-357. https://doi.org/10.55956/LQER9281

Введение. Широкое распространение микроорганизмов и рост их количества обусловливает разработку новых антибактериальных покрытий и является актуальной задачей материаловедения. Применение стекловидных антибактериальных покрытий на керамической плитке базируется на использовании препаратов, входящих в состав глазури и наносимых на поверхность с последующим высокотемпературным обжигом. Равномерное распределение биоцидного агента по всей поверхности глазурного слоя обеспечивает длительную и эффективную защиту от развития микробов, значительно сокращая передачу через контактные зоны даже в наименее доступных местах. Антибактериальное покрытие разрушает клеточную

мембрану бактерий, тем самым делая невозможным их рост, регенерацию и функционирование. Процесс нейтрализации бактерий занимает при этом небольшой промежуток времени.

В целях повышения антибактериальной активности керамических плиток используются глазурные покрытия, содержащие широкий спектр биоцидных добавок. В их число входит также оксид цинка, который выполняет в них роль глушителя, благодаря высокому показателю преломления, составляющему 2,015. Температура плавления ZnO составляет порядка 1975°С [1].

Обзор научной литературы и патентных источников позволил установить, что оксид цинка достаточно широко применяется в ряде силикатных покрытий в качестве антибактериальной добавки. В их числе силикатные эмали [2,3], а также глазурные покрытия для керамических изделий [4-9]. Данные составы характеризуются отличными от требуемых согласно цели исследований покрытий по температурно-временным режимам обжига, назначению, технологическим режимам приготовления и нанесения.

Известны также глушеные антибактериальные покрытия, в которых биоцидные свойства обеспечиваются сочетанием оксидов цинка с оксидом титана [10,11], оксидом олова [12], а также оксидами циркония и церия [13].

Данная работа посвящена синтезу и исследованию цинксодержащих полуфриттованных глазурей, обеспечивающих получение глушеных высокодекоративных белых покрытий, отвечающих требованиям ГОСТ 13996 – 2019 «Плитки керамические. Общие технические условия» [14] при обеспечении антибактериальной активности.

Условия и методы исследований. В работе исследовались составы полуфриттованных глазурных сырьевых смесей поликомпонентного состава, содержащих в качестве переменных составляющих (здесь и далее по тексту, если не оговорено особо, приведено массовое содержание) мас. %: цинковые белила марки БЦОМ в количестве 5,0-15,0; стеклофритту 2/154 – 20,0-32,5; доломитовую муку класса 4, марки А, группы I 17,5-25,0. Постоянными составляющими служили полевой шпат марки ПШС – 0,3-2,1, глинозем технический ГК-1, каолин мокрого обогащения КБЧ–1, глина огнеупорная КМК-1 и песок кварцевый ВС – 040-1. Общее содержание постоянных компонентов составляло 45% при установленном в работе соотношении.

В составах сырьевых смесей применялась стеклофритта марки 2/154, используемая в производственных условиях ОАО «Керамин», синтезируемая в системе $Na_2O–K_2O–CaO–MgO–Al_2O_3–B_2O_3–SiO_2$. Она характеризуется высоким содержанием CaO с целью обеспечения кристаллизационной способности, а также роста высокотемпературной вязкости глазурного расплава с целью повышения укрывистости глазури.

Варка стеклофритты велась при температуре 1450 ± 5°С, ее температурный коэффициент линейного расширения составлял (62,3 ± 0,1) 10^{-7} $К^{-1}$, а температура начала размягчения – 570 ± 5°С. Стеклофрита характеризовалась рентгеноаморфностью.

Глазурные суспензии готовились мокрым совместным помолом составляющих при влажности 35-40% до остатка на сетке № 0063 (10085 отв./$см^2$) в количестве 0,2-0,5% в лабораторной мельнице Speedy – 1 (Италия) с использованием алюбитовых шаров. В качестве электролита применялся триполифосфат натрия в количестве 0,3 мас. % (сверх 100%).

Глазурные суспензии наносились методом полива на высушенный полуфабрикат керамогранита при рабочей плотности 1830-1850 кг/м^3. Обжиг покрытий осуществлялся в конвейерной печи FMS – 2590 (Италия) при температуре 1200 ± 5°С в течении 60 ± 2 мин в условиях ОАО «Керамин».

Обожженные глазурные покрытия оценивались визуально, определение их физико-химических свойств производилось в соответствии с требованиями ГОСТ 27180–2019 «Плитки керамические. Методы испытаний» [15] и по общепринятым методам керамического производства.

Блеск и белизна покрытий определялись на блеско-белизномере фотоэлектрическом ФБ–2 (Россия). Эталоном блеска служило черное увиолевое стекло, а белизны – баритовая пластинка. Погрешность определения составляла 1%.

Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) глазури исследовался на горизонтальном электронном дилатометре DIL 402 PC (Германия) в соответствии с требованиями ГОСТ 10978-1983 «Стекло неорганическое и стеклокристаллические материалы. Методы определения температурного коэффициента линейного расширения» [16] с погрешностью определения ± 0,1 · 10^{-7} K^{-1}.

Термостойкость, химическая устойчивость, износостойкость, морозостойкость плиток исследовалась по ГОСТ 27180 [15].

На приборе Wolpert Wilson (Германия) определялась микротвердость глазурей при погрешности 1 МПа.

Фазовые переходы изучались с помощью установки DSC 402 F3 (Германия) с погрешностью 0,1°С.

Снятия рентгенограмм осуществлялось на дифрактометре D8 Advance (Германия) с последующей автоматической расшифровкой при погрешности определения 0,5 град.

Изучение микроструктуры покрытий проводилось с применением сканирующего электронного микроскопа JSM – 5610 LV (Япония).

Антибактериальная активность покрытий исследовалась в соответствии с ISO 22196: 2011 «Измерение антибактериальной активности на поверхности пластмасс и других непористых материалов».

Разработанные глазурные покрытия должны отвечать требованиям предъявляемым ГОСТ 13996 – 2019 [14].

Результаты исследований и их обсуждение. Визуальная оценка качества покрытий показала, что экспериментальные образцы обладали белым цветом с высоким качеством и степенью заглушенности, равномерным разливом и укрывистостью.

Составы исследуемых глазурей и характеристики фактуры поверхности приведены на рисунке 1.

Поверхность глазурных покрытий имела существенные различия по их блеску, значения которого составляли от 15 до 89% с формированием матовой, полуматовой и блестящей фактуры. Блеск матовых покрытий составлял 15-42%, полуматовых – 44-56%. Блестящие глазури характеризовались блеском 66-89%.

Анализом химического состава покрытий установлено, что блеск синтезированных глазурей определялся соотношением суммы оксидов (SiO_2 + Al_2O_3) / (CaO + MgO + ZnO + Na_2O + K_2O + Fe_2O_3 + B_2O_3). Эти значения для матовых глазурей находились в интервале 1,40-1,57; для полуматовых – 1,25-1,40, а для блестящих составляли менее 1,25. Это обусловливало особенности кристаллизационных процессов в многокомпонентных системах сырьевых

смесей, включающих как фритту, так и сырьевые материалы, в которых наряду с процессами плавления наблюдалась диссоциация, декарбонизация, полиморфные превращения, стеклообразование и кристаллизация расплава, а также взаимодействие с керамической основой.

Рис. 1. Составы исследуемых глазурей и характеристики фактуры их поверхности

Предпочтение отдавалось матовым и полуматовым покрытиям, обеспечивающим керамограниту антискользящие свойства. Установлено также, что рост содержания фритты, вводимой взамен доломитовой муки, приводил к снижению значений блеска, что может быть обусловлено кристаллизационными процессами формирования крупноразмерных кристаллических образований.

Белизна глазурей составляет 67-79% и возрастала с увеличением содержания цинковых белил, введенных как взамен фритты, так и доломитовой муки, что иллюстрирует рисунок 2.

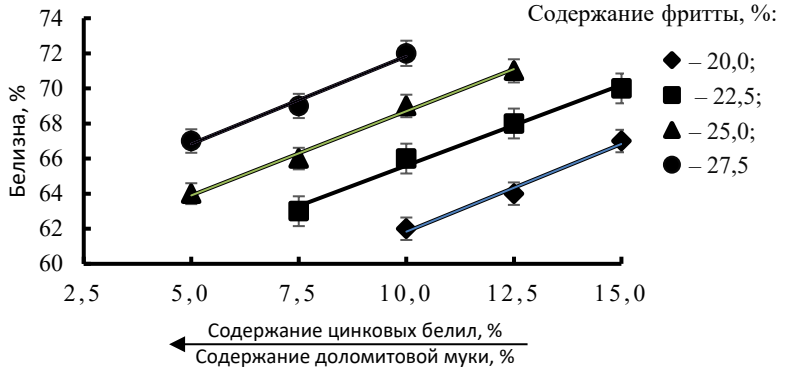


Рис. 2. Зависимость белизны глазурных покрытий от содержания цинковых белил, введенных взамен доломитовой муки, при постоянном количестве фритты

ТКЛР синтезированных глазурей находился в пределах (64,67-82,25) · 10^{-7} $К^{-1}$ при значении ТКЛР керамической основы, составляющей 74,61 · 10^{-7} $К^{-1}$.

Зависимость значений ТКЛР от содержания цинковых белил, введенных, взамен доломитовой муки и фритты приведена на рис. 3.

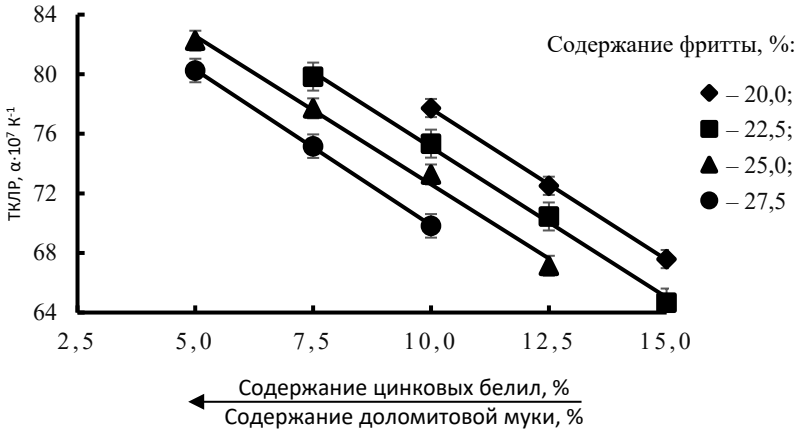


Рис. 3. Зависимость ТКЛР глазурных покрытий от содержания цинковых белил, введенных взамен доломитовой муки, при постоянном количестве фритты

Из рисунка 3 следует, что рост содержания цинковых белил, введенных взамен доломитовой муки, приводил к снижению значений ТКЛР по причине его низких парциальных значений, составляющих 50 · 10^{-7} $К^{-1}$ [1], которые значительно ниже значений ТКЛР оксидов CaO и MgO, вводимых в состав доломитом.

При росте содержания фритты от 20,0 до 27,5% показатель ТКЛР синтезированных глазурей несколько возрастал в связи с более высоким его значением, чем у цинковых белил.

Микротвердость синтезированных покрытий находилась в пределах 4984-6485 МПа. Повышение содержания цинковых белил, введенных взамен доломитовой муки, при постоянном содержании фритты, приводило к снижению значений микротвердости. Рост содержания фритты в составе синтезированных глазурей повышал его значения, что может обусловливаться формированием кристаллических образований, повышающих значения микротвердости. Высокое содержание в составе глазурей SiO_2 и Al_2O_3 вызвало рост данного показателя.

Испытание глазурных покрытий на термическую стойкость показало их соответствие требованиям ГОСТ 13996 [14].

По износостойкости глазурные покрытия оптимальной области составов, включающие 7,5 % цинковых белил, относились к классу 3, по химической устойчивости соответствовали классу GA, по устойчивости к образованию пятен – классу А. Покрытия также отвечали морозостойкости керамогранита в соответствии с требованиями ГОСТ 13996 [14].

Характеристики физико-химических свойств глазурных покрытий оптимальной области составов, содержащих 7,5% цинковых белил, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика физико-химических свойств синтезированных глазурей оптимальной области составов

Наименование показателей	Значения свойств
Блеск, %	31-40
Термостойкость, °С	150
Белизна, %	65-72
ТКЛР, $\alpha \cdot 10^{-7}$ K^{-1}	72,14-75,12
Микротвердость, °С	5780-6210
Морозостойкость, циклы	100
Химическая устойчивость, класс	GA
Износостойкость, класс	3
Антибактериальная активность к тест-штаммам: *Escherichia coli* ATCC 8739 *Staphylococus aureus* ATCC 6538	 1,05-1,10 0,40-0,49

Методом дифференциально-сканирующей калориметрией установлены превращения, происходящие при нагревании сырьевой смеси исследованных составов 7 и 10, представленные на рисунке 5.

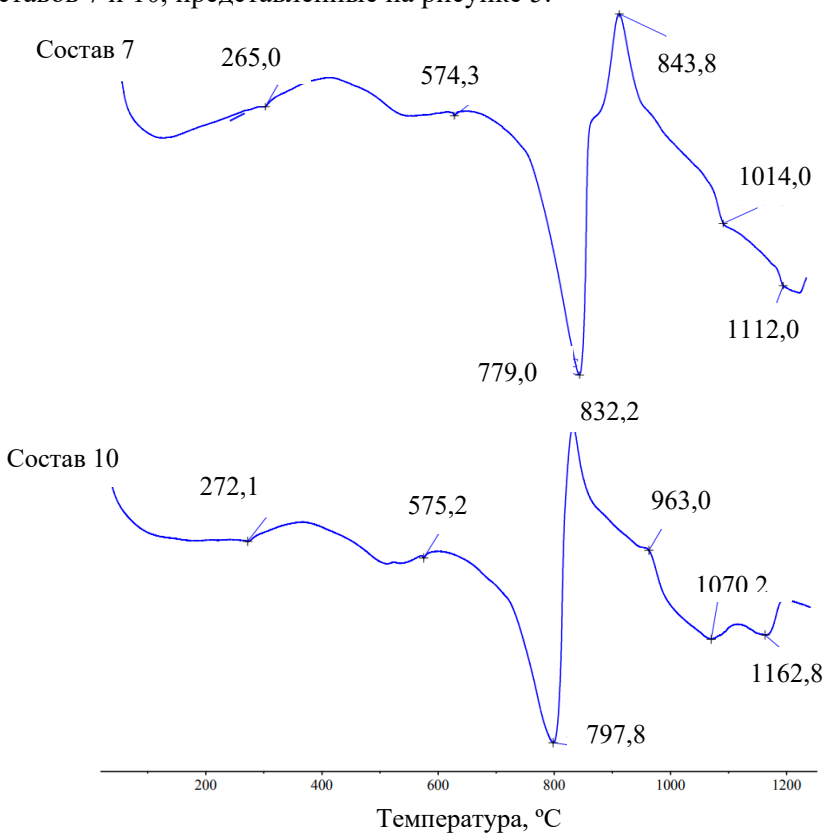


Рис. 4. Кривые дифференциально-сканирующей калориметрии

На кривых ДСК глазурной смеси наблюдались небольшие по интенсивности эндотермические эффекты с минимумом при 265 и 272,1°С, связанные с удалением гидратной влаги, содержащейся в глинистых минералах [17]. При температуре 574,3 и 575,2°С присутствовали эндоэффекты, вызванные модификационными изменениями кварца

(β-кварц переходил в α-кварц). На кривых ДСК также отмечались эндоэффекты, связанные с разложением доломита ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$), которые интенсивно протекали при 779,0-797,8°С с образованием $CaCO_3$ и MgO [17].

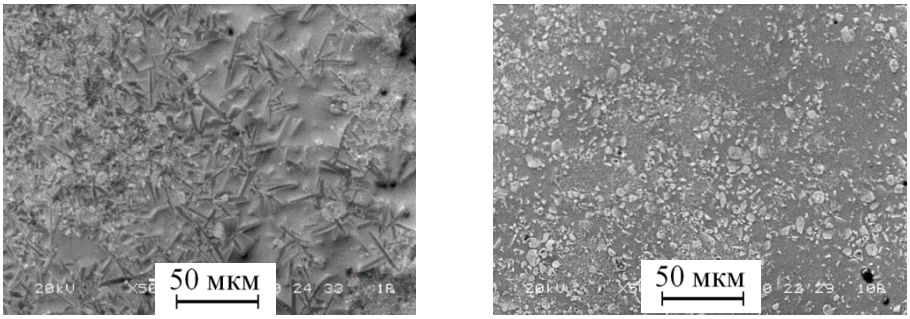
Экзоэффекты, глубокие максимумы которых соответствовали 832,2 и 843,8°С, отвечали кристаллизации анортита, а при 963,0°С – иной кристаллической фазы. Этот экзоэффект нивелировался за счет наложения процесса декарбонизации $CaCO_3$, входящего в состав доломита.

Плавление фритты обусловливалось эндоэффектом при температурах 1014,0 и 1070,2°С, а других составляющих глазурей – при 1112,0 и 1162,8°С.

Рентгенофазовым анализом поверхностного слоя глазурных покрытий, содержащих 7,5 и 10,0% цинковых белил, установлено наличие кристаллических фаз ганита $ZnAl_2O_4$, цинкита ZnO, метасиликата цинка $ZnSiO_3$ и анортита $CaO[AlSi_2O_8]$. Повышение содержания ZnO до 12,5-15,0% приводило к формированию ганита $ZnAl_2O_4$, метасиликата цинка $ZnSiO_3$, анортита $CaO[AlSi_2O_8]$, снижению доли цинкита ZnO, а также присутствию альбита $Na[AlSi_3O_8]$.

Рост содержания цинковых белил от 5 до 10% обеспечивал увеличение интенсивности дифракционных максимумов ганита; возрастала также интенсивность максимумов, принадлежащих метасиликату цинка. Повышение содержания фритты в составе глазурных шихт приводило к более интенсивному формированию фазы анортита.

Электронно-микроскопическими исследованиями определено, что структура покрытий, содержащих 7,5 и 15% цинковых белил, существенно отличается типом кристаллических образований и характером структуры.



а б

Рис. 5. Электронно-микроскопические снимки глазурного покрытия, содержащего 7,5% (а) и 10,0% (б) цинковых белил

При содержании 7,5% цинковых белил кристаллы на поверхности глазури располагались сравнительно неравномерно. Стекловидная фаза составляла здесь примерно 55%. Преобладали листовато-волокнистые образования с длиной от 5 до 30 мкм. Присутствовали также более мелкие кристаллы, близкие по форме к неизометричным. Их размер составлял порядка 8-10 мкм, они также неравномерно распределялись по поверхности покрытия. Оба типа кристаллов в глазури присутствовали примерно в равных количествах.

При повышении содержания цинковых белил до 10% характер структуры существенно изменялся. Здесь присутствовали кристаллы, близкие по габитусу к пластинчатым, которые равномерно располагались по

поверхности покрытия. Размеры их составляли от 3 до 8 мкм. Присутствовали кристаллы, имеющие изометричную форму, с диаметром 0,1-0,9 мкм.

Исследования антибактериальной активности глазурных покрытий проводились Республиканским унитарным предприятием «Научно-практический центр гигиены», аккредитованным в Национальной системе аккредитации Республики Беларусь. Значения антибактериальной активности покрытий приведены в табл. 1 и особенно активны эти свойства по отношению к тест-штамму *Escherichia coli* АТСС 8739, составляющие (1,05-1,10) ± 0,1. Меньшей активностью покрытия обладают к *Staphylococus aureus* АТСС 6538, которая составляет (0,40–0,49) ± 0,1.

ИК-спектр цинксодержащей глазури состава 10, содержащей 7,5% цинковых белил, представлен на рисунке 6.

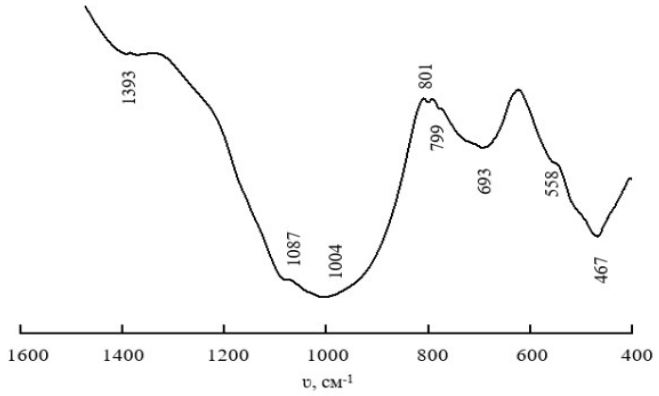


Рис. 6. ИК-спектр глазури состава 10

Полоса поглощения в высокочастотной области при 1393 $см^{-1}$ характерна для групп [BO_3], способствующих плавкости глазури и ее растекаемости [18].

Валентные колебания групп Si–O– характеризуются полосой с максимумом при 1087 см-1, группировок Si(Al)–O– – при 1004 $см^{-1}$, а при 799 $см^{-1}$ – группировок – Si–O–Si [18].

Полоса с максимумом при 696 $см^{-1}$ [18] соответствует наличию в структуре глазури тетраэдрических группировок [BO_4], что обусловлено, на наш взгляд, появлением дополнительного кислорода, вносимого ZnO.

Максимум полосы при 801 $см^{-1}$ характерен валентным колебаниям структурных группировок Si–O–Si [18].

Полоса с максимумом при 467 $см^{-1}$ обусловлена деформационными колебаниями групп O–Si–O в структуре покрытий [19].

Заключение. Установлена возможность получения цинкосодержащих полуфриттованных глазурей для керамогранита, отвечающих требованиям ГОСТ 13996 с обеспечением антибактериальной активности в отношении штаммов *Escherichia coli* АТСС 8739 и *Staphylococus aureus* АТСС 6538. Разработанные составы обладали высокими декоративными свойствами.

Оксид цинка в составах глазурей обеспечивал высокую степень глушения с формированием покрытий белого цвета высокой степени глушения, укрывистости и растекаемости, сообщая ей антибактериальные свойства. Оптимальная область составов включает цинковые белила в количестве 7,5–10,0%.

Технологический процесс приготовления, нанесения и обжига покрытий может быть обеспечен действующим на предприятиях оборудованием с корректировкой технологических режимов приготовления глазурей, их нанесения и обжига.

Процесс формирования качественных покрытий обеспечивался за счет формирования цинксодержащих фаз цинкита, ганита и метасиликата цинка, а также кристаллов низкотемпературного анортита, инициирующих процессы кристаллизации и упрочнения структуры глазурного слоя. Синтезированные глазурные покрытия апробированы в условиях ОАО «Керамин».

Список литературы

1. Аппен, А.А. Химия стекла [Текст] / А.А. Аппен: –Л.: Химия, 1970. – 352 с.
2. Savvord O.V., Bragina L.L. Antibacterial composite glass coatings for pro-tecting special-purpose steel panels // Glass and ceramics, 2010. Vol. 67. No. 3. P 129-125.
3. Боровой, В.Ю. Антибактериальные свойства боросиликатной эмали с наноразмерными частицами оксида цинка [Текст] / В.Ю. Боровой и др. // Патент RU 20230330, 2023. Бюл. 3.
4. Adachi, N. et al. Process for producing antibacterial glaze, antibacterial member, and process for producing the member // Patent EP 0808570A1, 1997.
5. Keijiro, O. et al. Anti–bacterial and anti–fungal glaze composition for ceramic products // Patent EP 0653161A1, 1998.
6. José, F.F. et al. Combination and method for obtaining bactericidal ceramic enamels for ceramic products // Patent EP 2759524A1, 2015.
7. Guo, Z. et al. Rice-pattern decorated ceramic glaze with antimicrobial function and preparation method of rice-pattern decorated ceramic glaze // Patent CN 104557148A, 2015.
8. Zhang, D. et al. Formula of antibacterial ceramic glaze // Patent CN 105060939, 2015.
9. Lingling, L. et al. Ceramic glaze with antibacterial and mildew-proof effects and preparation method and application there of. // Patent CN 111548015A, 2020.
10. Chen, Z. et al. Antimicrobial glaze and porcelain enamel via double layer glaze with high zinc content // Patent CN 101218091A, 2008.
11. Oku, T. et al. Anti-bacterial and anti-fungal glaze composition for ceramic prod-ucts // Patent US 5807641A, 1998.
12. Wenying, M. et al. Antibacterial digital protective glaze // Patent CN 113248143A, 2021.
13. Bakali, J.B. et al. Bactericidal ceramic enamel and uses thereof // Patent EP 0921105B1, 2001.
14. ГОСТ 13996-2019. Плитки керамические. Общие технические условия [Текст]. – Введ. 2020-06-01. – М.: Стандартинформ, 2019. – 36 с.
15. ГОСТ 27180-2019. Плитки керамические. Методы испытаний [Текст]. – Введ. 2020-06-01. – М.: Стандартинформ, 2019. – 58 с.
16. ГОСТ 10978-83. Стекло неорганическое и стеклокристаллические мате-риалы. Метод определения температурного коэффициента линейного расширения [Текст]. – Введ. 1984-01-01. – М.: Стандартинформ, 2019. – 10 с.
17. Иванова, В.П. Термохимический анализ минералов и горных пород [Текст] / В.П. Иванова и др. – Л.: Недра, 1974. – 399 с.
18. Плюснина, И.И. Инфракрасные спектры силикатов [Текст] / И.И. Плюснина. – М.: Изд-во МГУ, 1967. – 189 с.
19. Плюснина, И.И. Инфракрасные спектры минералов [Текст] / И.И. Плюснина. – М.: Изд-во МГУ, 1967. – 175 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований по договору № Х22УЗБ–023.

Материал поступил в редакцию 24.07.24.

И.А. Левицкий[1], М.В. Дяденко[1], А.И. Редько[1]

[1]Беларусь мемлекеттік технологиялық университеті, Минск қ., Беларусь

ҚҰРАМЫНДА БАКТЕРИЯҒА ҚАРСЫ МЫРЫШ БАР ЖАРТЫЛАЙ ФРИТТЕЛГЕН ФАРФОРДАН ЖАСАЛҒАН ФАРФОРДАН ЖАСАЛҒАН ГЛАЗУРЬ

Аңдатпа. Керамо-гранит үшін қолданылатын бактерияға қарсы қасиеттері бар мырыш бар глазурь жабындарының синтезі бойынша зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Глазурь жабындарын алу $Na_2O–K_2O–CaO–MgO–Al_2O_3–B_2O_3–SiO_2$ жүйесінде синтезделген көп кальцийлі фритті пайдалана отырып, 60кг 2 мин ішінде 1200кг 5°С температурада бір рет атумен қамтамасыз етіледі. Көп компонентті шикізат қоспасында мырыш ақтығы, доло-МИТ ұны, сондай-ақ глинозем, дала шпаты, кварц құмы, каолин және отқа төзімді саз қолданылады. Жабындарды алудың технологиялық режимдері анықталды, олардың композициялардың кең саласында олардың декоративті сипаттамалары мен физика-химиялық қасиеттері зерттелді. Escherichia coli және staphylococus aureus сынақ штамдарына қатысты глазурьдің бактерияға қарсы белсенділігі анықталды. Композицияларға байланысты жабындардың құрылымы мен фазалық құрамы, олардың қалыптасуындағы фазалық ауысу процестері зерттелді.

Тірек сөздер: жартылай фриттелген бактерияға қарсы глазурь, жылтыр, ақтық, сызықтық кеңею температурасының коэффициенті, ыстыққа төзімділік, тозуға төзімділік, химиялық төзімділік, аязға төзімділік.

I. Levitskii[1], M. Dyadenko[1], A.Redko[1]

[1]Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

ANTIBACTERIAL ZINC-CONTAINING SEMI-COATED GLAZES FOR PORCELAIN STONEWARE

Abstract. The results of research on the synthesis of zinc-containing glaze coatings with antibacterial properties used for porcelain stoneware are presented. The glaze coatings were obtained by single firing at a temperature of 1200 ± 5°C for 60 ± 2 minutes using a multicalcium frit synthesized in the $Na_2O–K_2O–CaO–MgO–Al_2O_3–B_2O_3–SiO_2$ system. Zinc whitewash, dolomite, as well as alumina, feldspar, quartz sand, kaolin and refractory clay are also used in the multicomponent raw material mixture. The technological modes of obtaining coatings are determined, their decorative characteristics and physico-chemical properties in a wide range of compositions are studied. The antibacterial activity of the glazes in relation to the test strains of *Escherichia coli* and *Staphylococus aureus* was determined. The structure and phase composition of coatings, depending on the compositions, and the processes of phase transitions during their formation are studied.

Keywords: semi-coated antibacterial glaze, gloss, whiteness, temperature coefficient of linear ex-pansion, heat resistance, wear resistance, chemical resistance, frost resistance.

References

1. Appen, A.A. Khimiya stekla [Glass chemistry] / A.A. Appen. – L.:Chemistry, 1970. – 352 p.б [In Russian].
2. Savvord O.V., Bragina L.L. Antibacterial composite glass coatings for protecting special-purpose steel panels // Glass and ceramics, 2010. Vol. 67. No. 3. P. 129-125.
3. Borovoy, V.YU. et al. Antibakterial'nyye svoystva borosilikatnoy emali s nanora-zmernymi chastitsami oksida tsinka [Antibacterial properties of borosilicate enamel

with nano-sized particles of zinc oxide] // Patent RU 20230330, 2023. Bull. 3, [In Russian].
4. Adachi, N. et al. Process for producing antibacterial glaze, antibacterial member, and process for producing the member // Patent EP 0808570A1, 1997.
5. Keijiro, O. et al. Anti–bacterial and anti–fungal glaze composition for ceramic products // Patent EP 0653161A1, 1998.
6. José, F.F. et al. Combination and method for obtaining bactericidal ceramic enamels for ceramic products // Patent EP 2759524A1, 2015.
7. Guo, Z. et al. Rice-pattern decorated ceramic glaze with antimicrobial function and preparation method of rice-pattern decorated ceramic glaze // Patent CN 104557148A, 2015.
8. Zhang, D. Formula of antibacterial ceramic glaze // Patent CN 105060939, 2015.
9. Lingling, L. et al. Ceramic glaze with antibacterial and mildew-proof effects and preparation method and application there of. // Patent CN 111548015A, 2020.
10. Chen, Z. et al. Antimicrobial glaze and porcelain enamel via double layer glaze with high zinc content // Patent CN 101218091A, 2008.
11. Oku, T. et al. Anti-bacterial and anti-fungal glaze composition for ceramic prod-ucts // Patent US 5807641A, 1998.
12. Wenying, M. et al. Antibacterial digital protective glaze // Patent CN 113248143A, 2021.
13. Bakali, J.B. et al. Bactericidal ceramic enamel and uses thereof // Patent EP 0921105B1, 2001.
14. GOST 13996-2019. Plitki keramicheskiye. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya [Ceramic tiles. General technical conditions]. – Introduced. 2020-06-01. – Moscow: Standartinform, 2019. – 36 p., [In Russian].
15. GOST 27180-2019. Plitki keramicheskiye. Metody ispytaniy [Ceramic tiles. Test methods]. – Introduced. 2020-06-01. – Moscow: Standartinform, 2019. – 58 p., [In Russian].
16. GOST 10978–83. Steklo neorganicheskoye i steklokristallicheskiye materialy. Metod opredeleniya temperaturnogo koeffitsiyenta lineynogo rasshireniya [Inorganic glass and glass-crystalline materials. Method for determining the temperature coeffi-cient of linear expansion]. – Introduced. 1984-01-01. – Moscow: Standartinform, 2019. – 10 p., [In Russian].
17. Ivanova, V.P. et al. Termokhimicheskiy analiz mineralov i gornykh porod [Thermo-chemical analysis of minerals and rocks] – L.: Nedra, 1974. – 399 p., [In Russian].
18. Plyusnina, I.I. Infrakrasnyye spektry silikatov [Infrared spectra of silicates]. – Moscow: Moscow State University Publishing House, 1967. – 189 p., [In Russian].
19. Plyusnina, I.I. Infrakrasnyye spektry mineralov [Infrared spectra of minerals]. – Moscow: Moscow State University Publishing House, 1967. – 175 p., [In Russian].

ҒТАМР 61.13.21

А.П. Ауешов[1] – *негізгі автор,*
К.Т. Арынов[2], Ч.З. Ескибаева[3],
А.К. Диканбаева[4], А.М. Тасболтаева[5]

[1,2]Техн. ғылым. д-ры., профессор, [3]Техн. ғылым. канд., доцент, [4]PhD, [5]Магистр

ORCİD
[1]https://orcid.org/0000-0002-3504-9117 [2]https://orcid.org/0000-0002-1440-8248
[3]https://orcid.org/0000-0002-8049-8851 [4]https://orcid.org/0000-0002-9859-5545
[5]https://orcid.org/0009-0009-9011-1313

[1,3,4,5]М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан
[2]Инновациялық зерттеулер және технология институты, Алматы қ., Қазақстан

@ *[4]dikanbaeva86@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/IHHK1114

ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТ ҚАЛДЫҒЫН МАГНИЙ ТҰЗДАРЫНА ҚАЙТА ӨҢДЕУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МАҢЫЗЫ

Аңдатпа. Жұмыста өнеркәсіптік («Қостанай минералдары» АҚ) шаңтәрізді асбестқұрамдас қалдықтарды (ШАҚ) қышқылмен өңдеудің тәжірибелік белгіленген шарттары мен режимдеріне сүйене отырып, құрамында негізінен серпентинит тобының минералдарынан (антигорит, хризотил және лизардит) тұратын шаңтәріздес қалдықтарды (ШАҚ) қайта өңдеу схемасы жасалған, мұнда MgO және SiO_2 мөлшері 32-38 мас.% және 35-40 мас.%. сәйкес құрайды. ШАҚ-ты қышқылдық шаймалдау кезінде күкірт, тұз, азот қышқылдарын қолдана отырып,магний тұздарын $MgSO_4$, $MgCl_2$ және $Mg(NO_3)_2$ алудың жағдайлары келтірілді. Сонымен қатар, алынған магний тұздарының сапасы қазіргі заманғы сапа стандарттарына сәйкес келетіндігі, ал қышқылдарда ерімейтін қалдықтардың бетінде оның физика-химиялық қасиеттерін, соның ішінде оның қоршаған ортаға зиянды әсерін әлсіретін поликремний қышқылының тығыз аморфталған қабаты пайда болатындығы анықталды. Алынған мәліметтер мен тұжырымдар ШАҚ қалдықтардың күкірт, тұз және азот қышқылдарымен өзара әрекеттесулері барысында түзілетін реакция өнімдерін химиялық және рентгенофазалық талдаулардың нәтижелерінің негіздерінде тұжырымдалып, алынған магний тұздарының сапасы қолданыстағы, осы тұздарға арналған МЕМСТ-ғы көрсеткіштерімен салыстыра отырып анықталды. Магний сульфаты, хлориді және нитратын алу жағдайларының технологиялық өлшемдері мен шарттары берілді. Зерттеу нәтижелерінде хризотил-асбестті өндіру мен байытудың өндірістік шаңтәрізді асбестқұрамдас қалдықтарын кәдеге жаратудың экологиялық-ресурстық үнемдеу технологиясы ұсынылды.

Тірек сөздер: хризотил-асбест, шаңтәрізді асбестқұрамдас қалдық, магний сульфаты, магний хлориді, магний нитраты, қоршаған орта.

Ауешов, А.П. Хризотил-асбест қалдығын магний тқздарына қайтаөңдеудің технологиясы және оның экологиялық маңызы [Мәтін] / А.П. Ауешов, К.Т. Арынов, Ч.З. Ескибаева, А.К. Диканбаева, А.М. Тасболтаева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.358-366. https://doi.org/10.55956/IHHK1114

Кіріспе. Шаңтәрізді асбесткұрамдас қалдық (ШАҚ) – хризотил-асбестті (ХА) байытудың технологиялық процестері кезінде үш сатылы ұсақтау (ірі, орташа, ұсақ) барысында түзіледі. Ұсақтау кезеңдерінде шаңды ұстау үшін циклондар мен аспирациялық жүйелер қолданылады. Олар ШАҚ-тың негізгі бөлігі ұсталатын қап сүзгілерімен жабдықталған. Қалдық, негізінен жалпы формуласы – $Mg_3[Si_2O_5](OH)_4$ серпентинит тобының минералдарынан тұрады: антигорит, хризотил және лизардит. Әдетте, олардың құрамында 32-38% MgO және 35-40% SiO_2, аз мөлшерде Fe, Al, Ca, Cr және Ni бар. Тау-кен өндіру кәсіпорындарының деректері бойынша, ШАҚ-ның орташа жылдық түзілімі мен шығарылымының көлемі (құрамында хризотил-асбест мөлшері 1,0% дейін) жылына мың тоннадан асады. Құрамында зиянды асбесті бар ШАҚ, хризотил-асбестті технологиялық байыту үрдісінің қоршаған ортаға тигізетін зиянды негізгі қалдық болып табылады, осыған байланысты экологиялық кодекстің баптарына сәйкес жергілікті экология департаменттері тарапынан қатаң бақыланады.

Асбесткұрамдас қалдықтарды [1-3] және материалдарды кәдеге жарату бойынша көптеген зерттеулер жүргізілгенімен, осы уақытқа дейін магний қосылыстарын алу үшін өнеркәсіптік асбесткұрамдас қалдықтарды кәдеге жаратудың қолайлы схемалары жоқ. Сондықтан бұл зерттеу қазіргі заманғы сапа стандарттарына сәйкес келетін магний тұздарын алумен қатар, ШАҚ-ның қоршаған ортаға зиянды әсерін азайту әдістерін әзірлеу мақсатында жүргізілді.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Шаңтәріздес асбестті қалдық (ШАҚ). Осы зерттеуде пайдаланылған ШАҚ үлгісі хризотил-асбест өндіретін «Қостанай минералдары» АҚ-нан (Қазақстан) алынды. Өндірісте оларды хризотил-асбестті байытудың экологиялық қауіпті өндірістік қалдықтарының бірі болып табылатын «әмбебап минералды ұнтақ» деп те атайды. Зерттеуге алынған мөлшері – 10кг, олардың өлшемі 100-250 мкм бөлшектері бар фракциясы елеу әдісімен алынды. Бұл фракция 100ºС кептіріліп, зерттеулерде қолданылды.

Реагенттер. Барлық пайдаланылған химиялық заттар аналитикалық дәрежеде «химиялық таза» болып табылады. Концентрлі күкірт, тұз және азот қышқылдары әртүрлі зерттеулер мен өлшеулерде қолдану үшін қажетті концентрацияға дейін сұйылтылды.

Химиялық талдау әдістері. ШАҚ және ШАҚ-пен қышқылдардың өзара әрекеттесу өнімдерінің толық химиялық элементтік талдауы INCA Energy 350 энергия-дисперсиялық микроанализ жүйесі бар сканерлеуші электронды микроскоп (JSM-6490LV, JEOL, Жапония) құрылғысы арқылы жүргізілді.

Рентгендік талдау DRON-3 дифрактометрінде Cu K мыс катодынан және никель фильтрінен сәулелену арқылы жүргізілді. Дифракциялық үлгілер минутына 2 градус/мин гониометрлік жылдамдықта бөлме температурасында дифракция максимумдарын ионизациялау арқылы ұнтақ әдісіті қолдануымен алынды. Рентгенограммалардың рефлекстерін интерпретациялау кезінде ASTM картотекасы пайдаланылды.

Ерітінділердің pH өлшемі «pH-340» приборында жүргізілді.

ШАҚ – күкірт қышқылы жүйесіндегі өзара әрекеттесуді зерттеу әдістемесі. ШАҚ-тың қышқылдық ыдырау үрдісін зерттеу келесі әдістемені қолдану арқылы жүзеге асырылды. Зерттеу араластырғыш пен термометрмен жабдықталған, V=5,0л реактор колбасында орындалды. Тәжірибе басталар алдында реакторға ШАҚ және судың есептелген мөлшері салынып, араластырғыш іске қосылды. Реактордағы суспензия температурасы есептелген температураға жеткенде, қышқылдың есептелген мөлшері

араластырғыштың айналу аймағына жіберілді, шаймалау температурасы белгілі бір есептік уақыт ішінде сақталды. Тәжірибе соңында қатты фазаның шөгу жылдамдығы, тұнбаның ылғалдылығы және ШАҚ-тан магний иондарының шаймалану дәрежесі (n, %) анықталды. Содан кейін, суспензия вакуумды сүзу арқылы бөлінді. Шаймалау қалдығы кремнеземмен байытылған қатты қалдық, реакция бейтарап (pH=7) болғанша сумен жуылды. Жуғаннан кейін, қатты шөгінді пеште 100-105°С температурада кептірілді. Шөгінді INCA Energy 350 энергетикалық дисперсиялық микроанализатор жүйелерімен біріктірілген SEM (JSM-6490LV, JEOL, Жапония) қондырғысының көмегімен талданды. ШАҚ-тың химиялық құрамы 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1

ШАҚ-ң химиялық құрамы

SiO_2	MgO	Fe_2O_3	$A1_2O_3$	CaO	Басқалары
37,77	44,05	5,55	0,44	0,10	16,46

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. ШАҚ-тан магний тұздарын алу технологиясының оңтайландырылған режимдері:

Магний хлоридін алу. Дөңес табанды колбадағы 400 г мөлшеріндегі ШАҚ алдымен 0,4 л сумен өңделеді, содан кейін тамызғыш воронка арқылы 30-40 мл HCl қосып араластырады, реакциялық қоспаны 80-85°С дейін қыздырады, бұл температура термостаттау 1,0-1,5 сағатта сақталады. Суспензияға шамамен 0,5 сағаттан кейін 2,0-2,5 л су қосылады, ортаның қышқылдығы pH=1,1-1,2. Содан кейін pH=8 болғанша араластыра отырып, бейтараптандырғыштың қажетті мөлшерін қосады. Бұл кезде С/Қ=3,25 құрайды. Тұндырғаннан кейін суспензия сүзіледі. Фильтраттың сипаттамасы (тұз ерітіндісі – магний хлориді) – түссіз мөлдір сұйықтық, салмағы 2800-3105 г, тығыздығы d=1,14 г/см^3, pH=7,8-8,0, магнийді шаймалау дәрежесі 40-45%.

Магний сульфатын алу. Басқа қышқылдардан айырмашылығы, күкірт қышқылымен өңдеген кезде реакциялық қоспа 100°С дейін қызады, сондықтан қосымша қыздырудың қажеті жоқ, С/Қ=3,41. Бейтараптандыру және сүзуден кейін ерітінді түссіз болады, pH=8,0, магний сульфатының концентрациясы – 175 г/л, тығыздығы d=1,12 г/см^3, магнийдің шаймалау дәрежесі 40-45%.

Магний нитратын алу. Өңдеу технологиясының әдістемесі тұз және күкірт қышқылдарына ұқсас. Айырмашылығы, өңдеу (синтез) 45-55°С, С/Қ=3,2, үрдіс 80°С температурада жүргізіледі. Суды, бейтараптандыратын реагентті қосып, сүзгіден өткізгеннен кейін шаймалау ерітіндісі сәл сарғыш түсті, pH=8,0, тығыздығы d=1,11 г/см^3, магнийдің шаймалану дәрежесі – 40-45%.

Құрамында магний тұздары бар ерітінділерді өңдеу және олардың сандық көрсеткіштерін анықтау.

Құрғақ тұздар: Шаймалдау ерітінділерін (қажетті қышқылдармен) су моншасында (90°С) және кептіру шкафында (100°С) ұстау арқылы $MgCl_2$, $MgSO_4$ және $Mg(NO_3)_2$ кристалл түріндегі тұздары алынды.

Жоғарыдағы келтірілген әдістер арқылы ШАҚ-ты күкірт, тұз және азот қышқылымен өңдей отырып, әр тұздан 1,0 кг $MgSO_4$, $MgCl_2$ және $Mg(NO_3)_2$ тәжірибелік партиялары алынды.

Тұздардың сапасы құрамындағы ілеспе элементтерінің бар-жоғы тазалық көрсеткіштері бойынша тексерілді. ШАҚ-ның HCl, H_2SO_4 және HNO_3

қышқылдарымен қышқылдық өңдеуден және ерітінділерді тазалауымен алынған тұздардың химиялық талдауларының нәтижелері:

– магний сульфаты – негізгі зат $MgSO_4 \cdot 1,8H_2O$ – 99,29% және $CaSO_4$ – 0,71%;

– магний хлориді – негізгі зат $MgCl_2 \cdot 3,5H_2O$ – 98,77% және $CaCl_2$ – 1,23%;

– магний нитраты – негізгі зат $Mg(NO_3)_2 \cdot 1,3H_2O$ – 98,73% және $Ca(NO_3)_2$– 1,27%.

М.Әуезов атындағы ОҚУ акредиттелген зертханасында жүргізілген зерттеулер нәтижесінде алынған кристаллды магний сульфаты физика-химиялық көрсеткіштері бойынша (МЕМСТ 4523-77, ТШ 2141-016-32496445-00, ТШ 400069905.043-2012) нормативтік құжаттардағы негізгі көрсеткіштерден кем түспейтіні 2 кестеде көрсетілген.

Кесте 2

Магний сульфатының тәжірибелік партиясының салыстармалы сипаттамасы

Көрсеткіштердің атауы	ТШ 2141-016-32496445-00	ТШ 400069905.043-2012	Тәжірибелік партия
Сыртқы көрінісі	Кристалды ұнтақ	Ақ түсті кристалды ұнтақ	Ақ түсті кристалды ұнтақ
Магний сульфатының мас. үлесі ($MgSO_4$), %	48,3 кем емес	48,3 кем емес	48,3
Суда ерімейтін қалдықтың мас. үлесі, %	0,4 кем емес	0,4 кем емес	0,35
Темірдің мас. үлесі (Fe), %	0,01 кем емес	Нормаланбайды	0,0075
Хлордың мас. үлесі (Cl), %	0,2 кем емес	Нормаланбайды	0,13
Натрий оксидіне есептегенді натрийдің мас. үлесі (Na_2O), %	0,1 кем емес	Нормаланбайды	0,08
Марганецтің мас. үлесі (Mn), %	0,01 кем емес	Нормаланбайды	0,01
Кальций оксидінің мас. үлесі (CaO), %	Нормаланбайды	Нормаланбайды	0,069
1-% ерітіндінің pH	Нормаланбайды	Нормаланбайды	6,5

Зертханалық сынақтардың нәтижелері мен зертханалық зерттеулердің деректерінде айтарлықтай алшақтық байқалмады. Әртүрлі мақсаттарда, қолдануға жарамды магний сульфатын алудың тиімді технологияларын әзірлеу үшін, ШАҚ-тан магний сульфатын өңдеумен әзірленген әдісін қолдану мүмкіндігі бар екендігіне болжам жасалды.

Қышқыл шаймалау қалдығы бетінің құрамы мен физика-химиялық қасиеттерінің өзгеруін зерттеу.

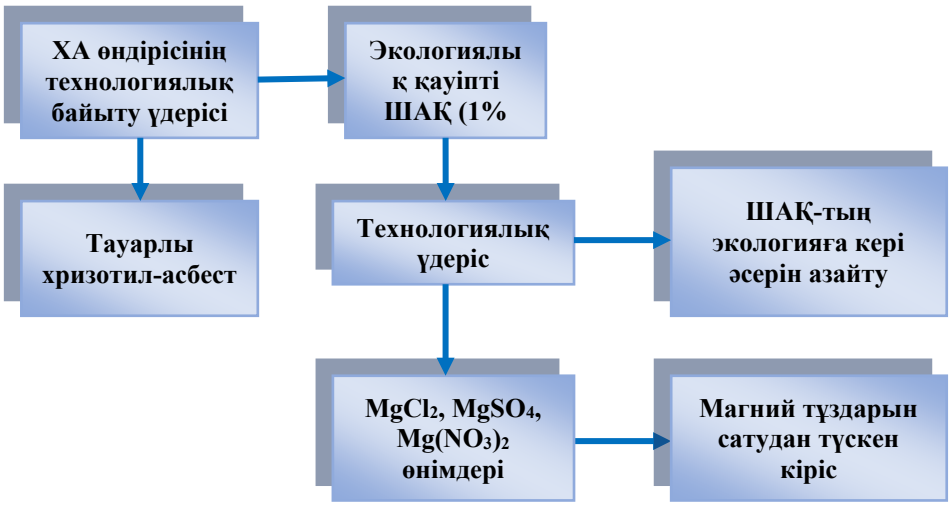
Хризотил-асбест пен күкірт қышқылының өзара әрекеттесуі кезінде ХА-тің беткі қабаттарының морфологиясы мен құрылымының өзгеріске ұшырайтыны және хризотил-асбест талшықтарының беткі қабаттарында $SiO_2 \cdot nH_2O$ поликремний қышқылының байытылған қабатының түзілуі орын алатындығы анықталды. Нәтижеде, ХА талшығының бетінде тығыздығы жоғары аморфталған қабаттың пайда болуы, хризотил-асбестің физика-

химиялық қасиеттерінің, соның ішінде, биологиялық және концерегендік белсенділігінің өзгеруіне әкеледі, яғни қалдықты экологиялық зиянсыз күйге келтіреді.

Өндірістік, экологиялық зиянды ШАҚ-ты магний тұздарына қайтаөңдеу технологиясының принципиалды схемасы.

Технологияның принципиалды схемасы өндірістік экологиялық зиянды болып табылатын ШАҚ-тың бір мезгілде екі мақсатқа қолдану мүмкіндіктері бойынша жасалды: 1) олардан МемСТ талаптарына сай магний тұздарын $MgCl_2$, $MgSO_4$ және $Mg(NO_3)_2$ алу мүмкіндігі бойынша; 2) олардың экологиялық зиянды қасиеттерін заласыздандыру мүмкіндігі бойынша. Сұлба, ШАҚ-тың аталған қышқылдар әсерінен ыдырау үрдістерін зерттеу нәтижелері мен қышқылмен өңдеу барысында қышқылда ерімейтін қалдықтар құрамындағы (1,0%) хризотил-асбест талшықтарының беткі қабатында көрініс табатын сандық және сапалық өзгерістерді физика-химиялық талдау негізінде әзірленді.

ШАҚ-ты қышқылдық қайтаөңдеуге әзірленген сұлба, қалдықтан (сапасы мен өзіндік құны бойынша) тұрақты бәсекеге қабілетті, МемСТ талаптарына сәйкес магний сульфаты, магний нитраты, магний хлоридін алуға мүмкіндік береді (1-сурет). Қышқылмен өңдеуден және сумен жуудан кейін пайда болатын қалдық беттері $SiO_2 \cdot H_2O$ аморфталған қабатымен қапталып, физика-химиялық құрамы қоршаған ортаға экологиялық қауіп төндірмейді, өйткені олардың бастапқы қасиеттері, соның ішінде биологиялық және канцерогендік белсенділігі толығымен өзгереді.



Сурет 1. Магний тұздарын алу және оның қоршаған ортаға зиянды әсерін азайтуға бағытталған ШАҚ-ты қайтаөңдеудің технологиясының принципиалды схемасы

Құрамында магний бар қосылыстарды тұтыну, химия өнеркәсібінің ажырамас бөлігі болып табылады. ШАҚ-ты қайтаөңдеу бойынша алынған $MgSO_4$, $Mg(NO_3)_2$ и $MgCl_2$ магний тұздары – өнеркәсіпте магний оксиді, магний гидроксиді, магний тыңайтқыштары және металдық магнийді алу мен өндіруде бастапқы шикізаттар ретінде қолданылады. Сондықтан, құрамында 40-45% MgO бар, осы көп тоннажды экологиялық қауіпті техногендік қалдықтарды қайта өңдеу үшін ШАҚ-ты кәдеге жаратудың бұл схемасы,

қоршаған орта сапасының қауіпсіздігін жақсарту мәселелерін шешу тұрғысынан ғана емес, сонымен қатар магнийдің өндірістік маңызды қосылыстарын алуда қолданыс табу мүмкіндігі үлкен.

Қорытынды. Сонымен, зерттеу нәтижелері өндірістік ШАҚ-ты қайта өңдеудің экономикалық және экологиялық тиімді жолдары бар екендігін көрсетеді.

ШАҚ-ты қайта өңдеудің ұсынылған сұлбасы, қазіргі қолданыстағы сапа стандарттарына сәйкес келетін, жоғары сапалы көрсеткіштеріне ие магний тұздарын $MgSO_4$, $MgCl_2$, $Mg(NO_3)_2$ алуға және қышқылдық шаймалаудан кейін құрамында ХА бар қалдықты қоршаған ортаға зиянсыз етуге мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Орешкин, Д.В. Утилизация асбестоцементных отходов в строительстве [Текст] / Д.В. Орешкин, К.Н. Попов, А.И. Лиляк, А.Г. Межов // Вестник МГСУ. –2011. – №1. – С. 1-3.
2. Каличенко, И.И. Способ переработки серпентинита [Текст] / И.И. Каличенко, А.Н. Габдуллин // Патент 2292300 Российская Федерация. МПК C01F5/02. заявл. 13.07.2005; опубл. 27.01.2007.
3. Сагарунян, С.А. Способ комплексной переработки серпентинитов [Текст] / С.А. Сагарунян, А.Г. Арустамян, Э.С. Агамян, А.М. Аракелян, А.С. Сагарунян // Патент 2953 А Республика Армения, МПК C01 B33/00, C09 C1/00. опубл. 2014.
4. Пенский, А.В. Способ получения магния из серпентинита [Текст] / А.В. Пенский, Н.А. Шундиков, Л.А. Гладикова // Патент 2244044 Российская Федерация, МПК7 C25 C3/04. заявитель и патентообладатель ОАО «АВИСМА титано-магниевый комбинат»; заявл. 16.12.2003; опубл. 10.01.2005. Бюл. № 1.
5. Козлов, В.А. Способ комплексной переработки отходов хризотил-асбестового производства [Текст] / В.А. Козлов, О.С. Байгенженов, К.К. Жусупов, В.В. Шевелев // Патент РК №29779, заявитель и патентообладатель РГП на ПХВ «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан»; заявл. 14.03.2014; опубл. 15.04.2015. БЮЛ. №4.
6. Габдуллин, А.Н. Безотходная азотнокислотная переработка серпентинита – отхода асбестообогатительной промышленности [Текст] / А.Н. Габдуллин, И.И. Калиниченко, Е.Г. Печерских, В.С. Семенищев // Сборник докладов. II Международная научно-практическая конференция «Современные ресурсосберегающие технологии: проблемы и перспективы». – Одесса, 2012. – С. 50-52.
7. Велинский, В.В. Способ получения оксида магния [Текст] / В.В. Велинский, Г.М. Гусев // Патент 2038301 Российская Федерация, МПК6C01F5/06. заявл. 26.06.1991; опубл. 27.06.1995. БЮЛ. № 24.
8. Григорович, М.М. Способ комплексной переработки магний-силикатосодержащего сырья [Текст] / М.М. Григорович, Л.И. Мельник, Р.М. Кузьмина // Патент 2285666 Российская Федерация, МПК C01F5/06, C01B 33/142. заявл. 20.07.2005; опубл. 20.10.2006.
9. Джафаров, Н.Н. Вредные примеси в волокне хризотил-асбеста [Текст] / Н.Н. Джафаров, В.А. Отлыгина // Горно-геологический журнал. –2020. – №4. – С. 4-8.
10. Beyseev O.B., Beyseev A.O., Shakirova G.S. Physico-Chemical and technological properties of Kazakhstan Natural mineral fillers as a basis for their use in the manufacture of composite Materials with special and medical purposes // Scientific-Practical Journal "Science and Innovations" NAS of Ukraine, 2005. Vol. 1, No.1. P. 112-115. https://doi.org/10.15407/scin1.01.112.
11. Велинский, В.В. Способ комплексной переработки серпентинита [Текст] / В.В. Велинский, Г.М. Гусев // Патент 2097322 РФ, МПК6 C01B33/142. – № 5028576/25; заявл. 24.02.1992; опубл. 27.11.1997; БЮЛ. № 5.

12. Ауешов, А.П. Способ переработки серпентинита [Текст] / А.П. Ауешов, К.Т. Арынов, Ч.З. Ескибаева, А.А. Ауешов, А.М. Ибраева, К.Б. Алжанов, А.Б. Сатимбекова // Патент РК № 3570. – заявл. 02.07.18; опубл. 21.01.19. –2 с.
13. Ауешов, А.П. Реагентные технологии переработки отходов производства асбеста [Текст] / А.П. Ауешов, К.Т. Арынов, Ч.З. Ескибаева // Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 118 с.
14. Fedoročková A., Plešingerová B., Sučik G., Raschman P., Doráková A. Characteristics of amorphous silica prepared from serpentinite using various acidifying agents // International Journal of Mineral Processing, 2014. Vol. 130. P. 42-47.
15. Zulumyan N., Isahakyan A., Beglaryan H., Melikyan S. A study of thermal decomposition of antigorite from dunite and lizardite from peridotite // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 2018. Vol.131. P.1201.

Бұл зерттеу ҚР ҒБМ ҒК ГҚ (AP19676952) қаржылық қолдауымен жүзеге асырылды.

Материал редакцияға 26.07.24 түсті.

А.П. Ауешов[1], К.Т. Арынов[2], Ч.З. Ескибаева[1], А.К. Диканбаева[1], А.М. Тасболтаева[1]

[1]Южно-Казахстанский университет имени М.Ауезова, г. Шымкент, Казахстан
[2]Институт инновационных исследований и технологии, г. Алматы, Казахстан

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТОВОГО ОСТАТКА В СОЛИ МАГНИЯ И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Аннотация. В работе, исходя из экспериментально установленных условий и режимов переработки промышленных (АО «Костанайские минералы») пылевидных асбестосодержащих отходов (ПАО) кислотой, разработана схема переработки ПАО, состоящие в основном минерал группы серпентинита (антигорита, хризотила и лизардита), где содержание MgO и SiO_2 составляет 32-38 мас.% и 35-40 мас.%. соответстенно. Приведено схемы получения солей магния $MgSO_4$, $MgCl_2$ и $Mg(NO_3)_2$ с использованием серной, соляной, азотной кислот при кислотном выщелачивании ПАО. Показано, что качество полученных солей магния соответствует современным стандартам качества, а на поверхности нерастворимых в кислотах остатках образуется плотный аморфный слой поликремниевой кислоты, изменяющии физико-химические свойства, в том числе и вредное воздействие на окружающую среду. Полученные данные и утверждения, обоснованы на основе результатов исследовании продуктов реакции взаимодействии пылевидных отходов хризотил-асбеста и серной, соляной и азотной кислотами химическими и рентгенофазовыми анализами, качество полученных солей магния определено сравнением с показателями существующих ГОСТ-ов предназначенных для этих солей магния. Приведены технологические параметры и условия получения сульфата, хлорида и нитрата магния. На основании результатов исследования предложена эколого-ресурсосберегающая технологии утилизации хризотилсодержащих пылевидных отходов производства хризотил-асбеста.

Ключевые слова: хризотил-асбест, пылевидный асбестсодержащий отход, сульфат магния, хлорид магния, нитрат магния, окружающая среда.

A.P. Auyeshov[1], K.T. Arynov[2], Ch.Z. Eskibayeva[1], A.K. Dikanbayeva[1], A.M. Tasboltayeva[1]

[1]M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Institute of Innovative Research and Technology, Almaty, Kazakhstan

TECHNOLOGY OF PROCESSING CHRYSOTILE ASBESTOS RESIDUE IN MAGNESIUM SALT AND ITS ECOLOGICAL SIGNIFICANCE

Abstract. In the work, based on experimentally established conditions and modes of processing industrial (Kostanay Minerals JSC) pulverized asbestos-containing waste (PAW) with acid, a scheme for processing PAW consisting mainly of a mineral of the serpentinite group (antigorite, chrysotile and lizardite), where the content of MgO and SiO_2 is 32-38 wt.% and 35-40% by weight, respectively. Schemes for the production of magnesium salts $MgSO_4$, $MgCl_2$ and $Mg(NO_3)_2$ using sulfuric, hydrochloric, and nitric acids during acid leaching of PAW are presented. It is shown that the quality of the obtained magnesium salts meets modern quality standards, and a dense amorphous layer of polysilicic acid forms on the surface of the acid-insoluble residues, changing their physico-chemical properties, including harmful effects on the environment. The obtained data and statements are substantiated on the basis of the results of the study of the reaction products of the interaction of powdery waste chrysotile asbestos and sulfuric, hydrochloric and nitric acids by chemical and X-ray phase analyses, the quality of the obtained magnesium salts is determined by comparison with the indicators of existing GOST (government) standards intended for these magnesium salts. The technological parameters and conditions for the production of sulfate, chloride and magnesium nitrate are given. Based on the results of the study, an ecological and resource-saving technology for the disposal of chrysotile-containing pulverized waste from the production of chrysotile asbestos is proposed.

Keywords: chrysotile asbestos, pulverized asbestos-containing waste, magnesium sulfate, magnesium chloride, magnesium nitrate, environment.

References

1. Oreshkin D.V., Popov K.N., Lilyak A.I., Mezhov A.G. Utilizaciya asbestocementnyh othodov v stroitel'stve [Disposal of asbestos-cement waste in construction] // Vestnik MGSU [Bulletin of the Moscow State University of Civil Engineering], 2011. No. 1. P. 1-3, [in Russian].
2. Kalichenko I.I., Gabdullin A.N. Sposob pererabotki serpentinita [Serpentinite processing method] // Patent 2292300 Russian Federation, IPC C01F5/02. declared 13.07.2005; published 27.01.2007, [in Russian].
3. Sagarunyan S.A., Arustamyan A.G., Agamyan E.S., Arakelyan A.M., Sagarunyan A.S. Sposob kompleksnoj pererabotki serpentinitov [Method for complex processing of serpentinites] // Patent 2953 A Republic of Armenia, IPC C01 B33/00, C09 C1/00. Published 2014, [in Russian].
4. Penskij A.V., SHundikov N.A., Gladikova L.A. Sposob polucheniya magniya iz serpentinita [Method for obtaining magnesium from serpentinite] // Patent 2244044 Russian Federation, IPC 7 C25 C3/04. Applicant and patent holder JSC "AVISMA Titanium and Magnesium Plant"; declared 16.12.2003; published 10.01.2005. BYUL. No. 1, [in Russian].
5. Kozlov V.A., Bajgenzhenov O.S., ZHusupov K.K., SHevelev V.V. Sposob kompleksnoj pererabotki othodov hrizotil-asbestovogo proizvodstva [Method for complex processing of chrysotile-asbestos production waste] // Patent of the Republic of Kazakhstan No. 29779, applicant and patent holder RSE on the Right of Economic Management "National Center for Integrated Processing of Mineral Raw Materials of the Republic of Kazakhstan"; declared. 14.03.2014; published. 15.04.2015, BYUL. No. 4, [in Russian].

6. Gabdullin A.N., Kalinichenko I.I., Pecherskih E.G., Semenishchev V.S. Bezothodnaya azotnokislotnaya pererabotka serpentinita – othoda asbestoobogatitel'noj promyshlennosti [Waste-free nitric acid processing of serpentinite, a waste product from the asbestos processing industry] // Sbornik dokladov. II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya “Sovremennye resursosberegayushchie tekhnologii: problemy i perspektivy” [Collection of reports. II International scientific and practical conference “Modern resource-saving technologies: problems and prospects”], Odessa, 2012. P. 50-52, [in Russian].
7. Velinskij V.V., Gusev G.M. Sposob polucheniya oksida magniya [Method for producing magnesium oxide] // Patent 2038301 Russian Federation, IPC 6C01F5 / 06. declared. 26.06.1991; published. 27.06.1995. BYUL. No. 24, [in Russian].
8. Grigorovich M.M., Mel'nik L.I., Kuz'mina R.M. Sposob kompleksnoj pererabotki magnij-silikatosoderzhashchego syr'ya [Method for complex processing of magnesium-silicate-containing raw materials] // Patent 2285666 Russian Federation, IPC C01F5 / 06, C01B 33/142. declared. 20.07.2005; published. 20.10.2006, [in Russian].
9. Dzhafarov N.N., Otlygina V.A. Vrednye primesi v volokne hrizotil-asbesta [Harmful impurities in chrysotile asbestos fiber] // Gorno-geologicheskij zhurnal [Mining and Geological Journal], 2020. No. 4. P. 4-8, [in Russian].
10. Beyseev O.B., Beyseev A.O., Shakirova G.S. Physico-Chemical and technological properties of Kazakhstan Natural mineral fillers as a basis for their use in the manufacture of composite Materials with special and medical purposes // Scientific-Practical Journal “Science and Innovations” NAS of Ukraine, 2005. Vol.1, No. 1. P. 112-115. https://doi.org/10.15407/scin1.01.112.
11. Velinskij V.V., Gusev G.M. Sposob kompleksnoj pererabotki serpentinita [Method for complex processing of serpentinite] // Patent 2097322 RF, IPC 6 C01B33/142. – No. 5028576/25. declared. 24.02.1992; published. 27.11.1997. BYUL. No. 5, [in Russian].
12. Aueshov A.P., Arynov K.T., Eskibaeva CH.Z., Aueshov A.A., Ibraeva A.M., Alzhanov K.B., Satimbekova A.B. Sposob pererabotki serpentinita [Serpentinite processing method] // Patent RK No. 3570. – declared. 02.07.18; publ. 21.01.19, [in Russian].
13. Aueshov A.P., Arynov K.T., Eskibaeva CH.Z. Reagentnye tekhnologii pererabotki othodov proizvodstva asbesta [Reagent technologies for processing asbestos production waste] // Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 118 p., [in Russian].
14. Fedoročková A., Plešingerová B., Sučik G., Raschman P., Doráková A. Characteristics of amorphous silica prepared from serpentinite using various acidifying agents // International Journal of Mineral Processing, 2014. Vol. 130. P. 42-47.
15. Zulumyan N., Isahakyan A., Beglaryan H., Melikyan S. A study of thermal decomposition of antigorite from dunite and lizardite from peridotite // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 2018. Vol.131. P.1201.

ҒТАМР 61.31.51

А.С. Дарменбаева[1] – *негізгі автор,*
Б.К. Масалимова[2], Ж.Б. Мукажанова[3] ©

[1,3]PhD, [2]Хим. ғылым. канд., қауымдастырылған профессор

ORCİD *[1]https://orcid.org/0000-0003-2974-0398 [2]https://orcid.org/0000-0003-0135-9712*
[3]https://orcid.org/0000-0003-4635-8000

[1]М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан
[2]М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл қ., Қазақстан
[3]С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті, Өскемен қ., Қазақстан

@ *[1]maral88@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/RNZL3070

АЛЮМИНИЙ НЕГІЗІНДЕГІ КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДАРДЫ СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Бұл жұмыста алюминий-кобальт-молибден (АКМ) нанобөлшектерінің синтезінің және олардың құрылымдық қасиеттерін зерттеу нәтижелері берілген. Нанобөлшектер золь-гель әдісімен синтезделді, бұл жоғары меншікті беті және бақыланатын морфологиясы бар материалдарды алуға мүмкіндік берді. Нанобөлшектердің микроқұрылымы мен химиялық құрамын талдау үшін сканерлеуші электронды микроскопия (СЭМ) және инфрақызыл спектроскопия (ИҚ) әдістері қолданылды. Рентгендік микроталдау алюминий тасымалдаушысының бетінде белсенді компоненттердің (Со және Мо) біркелкі таралуын растады. Алынған нәтижелер АКМ нанобөлшектерінің жоғары каталитикалық потенциалын көрсетеді, бұл оларды әртүрлі өнеркәсіптік процестерде қолдану үшін перспективалы материалдар етеді. Одан әрі зерттеулер синтезді оңтайландыруға және катализаторларды нақты жағдайларда сынауға бағытталады.

Тірек сөздер: алюминий-кобальт-молибден нанобөлшектері, золь-гель әдісі, сканерлеуші электронды микроскоп, инфрақызыл спектроскопия, рентгендік микроталдау.

Дарменбаева, А.С. Алюминий негізіндегі композиттік материалдарды синтездеу және олардың қасиеттерін зерттеу [Мәтін] / А.С. Дарменбаева, Б.К. Масалимова, Ж.Б. Мукажанова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.367-374. https://doi.org/10.55956/RNZL3070

Кіріспе. Соңғы онжылдықтарда нанотехнология ғылым мен техниканың қарқынды дамып келе жатқан салаларының біріне айналды. Наноматериалдар өзінің ерекше қасиеттеріне байланысты қарқынды зерттеу нысанына айналды. Сондай материалдардың бірі – каталитикалық, магниттік және механикалық қасиеттеріне байланысты назар аударған алюминий-кобальт-молибден (Al-Co-Mo) нанобөлшектері [1,2]. Мұндай нанобөлшектерді синтездеу және қасиеттерін зерттеудің тиімді әдістерін жасау әртүрлі салалар мен медицинада

қолданылатын жоғары өнімді материалдарды жасау үшін жаңа бағыттарды ашады.

Бастапқыда ауыспалы металл нанобөлшектеріне қызығушылық олардың көмірсутектерді гидрокүкіртсіздендіру және гидрокрекинг сияқты каталитикалық процестердегі белсенділігіне байланысты болды [3]. Бұл процестердегі жоғары тиімді катализаторлар өнімділікті айтарлықтай арттырып, операциялық шығындарды азайтады және мұндай процестер мұнай-химия өнеркәсібінің кілті болып табылады. Кейіннен зерттеулер осындай наноматериалдардың магниттік және оптикалық қасиеттеріне дейін кеңейіп, оларды магнитті сақтау орталарында және медициналық диагностикада қолдануға жол ашты [4].

Жақсартылған сипаттамалары бар жаңа материалдарды құрудың заманауи қажеттіліктері Al-Co-Mo нанобөлшектерін синтездеу мен зерттеуге бағытталған зерттеулердің өзектілігін анықтайды. Бұл нанобөлшектер тотығуға жоғары төзімділікті, сонымен қатар әртүрлі химиялық реакциялардағы елеулі каталитикалық белсенділікті көрсетеді, бұл оларды қиын жұмыс жағдайында пайдалану үшін перспективалы етеді [5]. Жаһандық экология контекстінде, сонымен қатар, Al-Co-Mo негізіндегі тиімді нанокатализаторларды жасау қоршаған ортаға зиянды заттардың шығарындыларын азайту арқылы экологиялық таза технологиялық процестерге ықпал ете алатынын атап өткен жөн [6].

Al-Co-Mo нанобөлшектерін синтездеу процесс параметрлерін дәл бақылауды талап ететін күрделі міндет. Бүгінгі таңда мұндай наноматериалдарды синтездеудің бірнеше тәсілдері бар, соның ішінде золь-гель әдісі, термиялық ыдырау, микротолқынды синтез және химиялық тұндыру [7]. Бұл әдістердің әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Мысалы, золь-гель әдісі біртектілігі жоғары нанобөлшектерді алуға мүмкіндік береді, бірақ процесті аяқтау үшін ұзақ уақыт қажет [8]. Сонымен қатар микротолқынды синтез жылдамырақ және үнемді, бірақ масштабтау кезінде жүзеге асыру қиын [9].

Al-Co-Mo нанобөлшектерінің физикалық және химиялық қасиеттерін зерттеу оларды зерттеудің маңызды аспектісі болып табылады, өйткені бұл қасиеттер олардың ықтимал қолданылуын анықтайды. Магниттік қасиеттер, мысалы, коэрцитивтік күші және қанықтыру магниттелуі нанобөлшектердің мөлшеріне, морфологиясына және құрамына байланысты [10]. Бұл параметрлерді синтез процесі кезінде өзгертуге болады, бұл нақты қолданбалар үшін материал сипаттамаларын мақсатты бақылауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, Al-Co-Mo нанобөлшектерінің каталитикалық белсенділігі де қызығушылық тудырады, әсіресе гидрогенизация және тотығу реакциялары жағдайында олар жоғары тиімділікті көрсетеді [11].

Al-Co-Mo нанобөлшектерінің әлеуетті қолданулары өнеркәсіптік және ғылыми қолданбалардың кең ауқымын қамтиды. Мұнай химиясында оларды мұнай мен газды өңдеу процестерін жақсарту үшін катализатор ретінде пайдалануға болады. Электроника мен магнетизмде мұндай нанобөлшектерді жоғары тиімді магниттік сақтау ортасы мен сенсорларды жасау үшін пайдалануға болады. Медицинада Al-Co-Mo нанобөлшектерін магнитті-резонансты бейнелеу (МРТ) үшін контраст агенттері ретінде және гипертермия арқылы қатерлі ісік терапиясында қолдану мүмкіндіктері зерттелуде [12].

Осылайша, алюминий-кобальт-молибден нанобөлшектерінің синтезі мен қасиеттерін зерттеу ғылыми зерттеудің өзекті және перспективалық

бағыты болып табылады. Бұл материалдарды одан әрі зерттеу өнеркәсіптің әртүрлі салаларында жаңа жоғары тиімді технологияларды жасауға ықпал етеді, бұл жұмыстың маңыздылығын анықтайды.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Золь-гель әдісі – нанобөлшектерді және катализаторларды синтездеудің ең тиімді және кеңінен қолданылатын әдістерінің бірі. Процесс біртектілігі жоғары және бақыланатын бөлшектер өлшемдері бар материалдарды шығарады. Төменде золь-гель әдісімен алюминий-кобальт-молибден (АКМ) катализаторын дайындаудың қадамдық процедурасы берілген. Алдын ала дайындалған шыны ыдысқа кобальт алюминаты немесе органикалық еріткіштегі еритін алюминий мен кобальт тұздарының қоспасы қосылады. 0,1-1,0 М диапазонында металл концентрациясы бар ерітінді қолданылады, ерітіндіні реагенттер толығымен ерігенше магнитті араластырғышпен мұқият араластыру керек. Алынған ерітіндіге аммоний молибдатының алдын ала есептелген және өлшенген массасы қосылады. Компоненттердің қатынасы қажетті катализатор құрамына байланысты өзгеруі мүмкін. Біртекті ерітінді алынғанша араластырылады. Алынған зольді толық гельдену үшін бөлме температурасында 12-24 сағат ұстайды. Гельдену процесі кезінде гельдің үш өлшемді желілік құрылымы қалыптасады. Процесті жылдамдату үшін 50-70°C температурада қыздыруды қолдануға болады. Бұл еріткіштің тезірек буланууына және гельдің пайда болуына ықпал етеді. Түзілген гель 100-120°C температурада 12-24 сағат бойы мұқият кептіріледі. Бұл қалдық еріткіш пен суды кетіруге мүмкіндік береді. Содан кейін кептірілген гель органикалық қалдықтарды кетіру және материалды конденсациялау үшін 300-500°C температурада термиялық өңдеуден өтеді. Кептірілген гельді муфельді пеште 500-800°C температурада 2-4 сағат қыздырады. Кальцинация оксид фазаларының кристалдануына және белсенді катализатор бетінің пайда болуына ықпал етеді.

Алынған Al-Co-Mo нанобөлшектері сканерлі электронды микроскоп (СЭМ), инфрақызыл спектроскопия (ИҚС), элементтік талдау әдістерінің көмегімен зерттеледі.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. ИҚ-спектроскопия материалдардың құрылымдық сипаттамаларын, атап айтқанда, химиялық құрамын, функционалдық топтардың болуын және катализатор компоненттерінің өзара әрекеттесу сипатын зерттеуге арналған қуатты әдіс болып табылады. Алюминий-кобальт-молибден (АКМ) композиттік материалын ИҚ-спектроскопия арқылы зерттеу тәсілі төменде сипатталған.

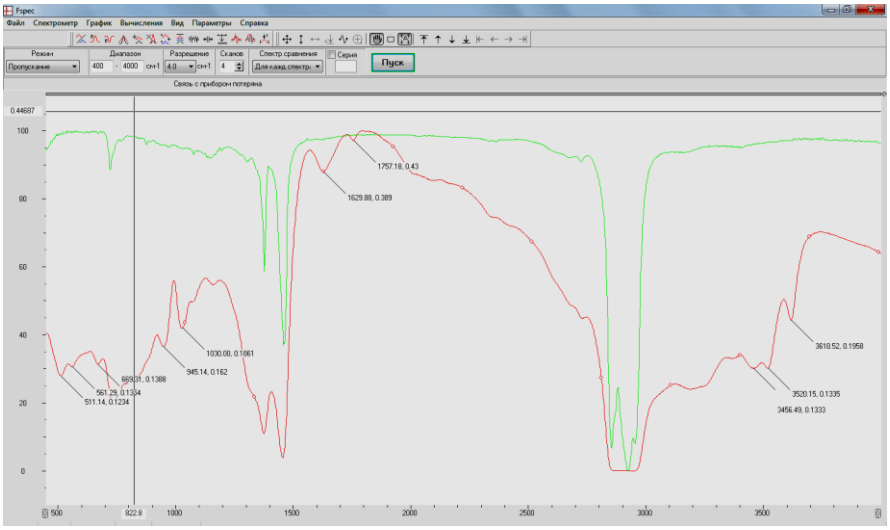
3200-3600 $см^{-1}$ аймағында гидратталған қосылыстардың немесе адсорбцияланған судың болуын көрсетуі мүмкін гидроксил топтарының (O-H) созылу тербелістеріне сәйкес келетін жолақтарды байқауға болады. 1400-1600 $см^{-1}$ және 800-1100 $см^{-1}$ аймағындағы жолақтар карбонат топтарының тербелісімен байланысты болуы мүмкін (CO_3^{2-}), катализатордың бетінде карбонаттардың болуын немесе синтезде қолданылатын комплекс түзуші заттардың қалдық іздерін көрсетуі мүмкін. 400-1000 $см^{-1}$ аймағында Co-O, Mo-O және Al-O сияқты металл оксиді байланыстарымен байланысты тербелістерді күту керек. Бұл жолақтар металл координациясы және катализатордағы оксид фазаларының құрылымы туралы ақпаратты бере алады. Металл кешендерінің ИҚ спектрлерінің нәтижелері 1-суретте берілген.

$Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ тұзының ИҚ спектрлерінде 3000-3150 $см^{-1}$ диапазонында судың созылу тербелістерінің интенсивті жұтылу жолақтары байқалады. Спектрдің төменгі жиілікті аймағында судың деформация тербелістерінің

жұту жолақтары 1620+10 $см^{-1}$ орналасады. Жиілігі 800-860 $см^{-1}$ интенсивті абсорбция жолағы NO_3^- анионының сіңірілуіне жатады.

Катализаторлардың спектрлерінде 3520 $см^{-1}$ (созылу тербелісі) және 1629 $см^{-1}$ (иілу тербелісі) жұтылу жолақтары байқалады және –ОН топтарына жатады. Кейбір металл катиондары металл бөлшектеріне айналды, ал кейбіреулері $Co(OH)^-$ түрінде қалды, бұл ИҚ спектріндегі 3618 $см^{-1}$ жұтылу жолағымен расталды.

Mo-O және Co-O тербелістерімен байланысты жолақтардың орны мен қарқындылығының өзгеруі бетінде аралас оксидтердің немесе кешендердің пайда болуы сияқты катализатор компоненттерінің өзара әрекеттесуін көрсетуі мүмкін. Бастапқы прекурсорлар мен алынған катализатордың спектрлерін салыстыру синтез кезінде прекурсорлардың ыдырауы, жаңа фазалардың пайда болуы, металл координациясының өзгеруі сияқты өзгерістерді анықтауға мүмкіндік береді.

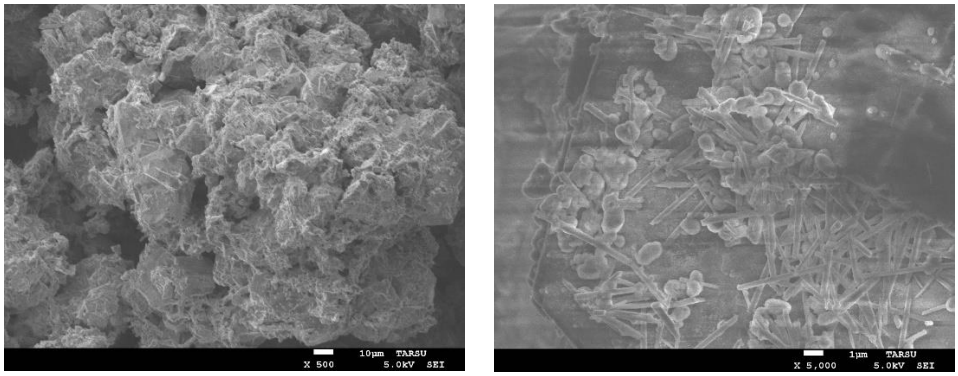


Сурет 1. Металл кешендерінің ИҚ спектрлердегі тербеліс жиіліктері ($см^{-1}$)

Осылайша, алынған ИҚ спектрі негізінде катализаторда белгілі функционалдық топтар мен фазалардың болуы немесе болмауы туралы қорытынды жасауға болады. Co-O және Mo-O үшін сипаттамалық жолақтарды бақылау катализатор құрылымына кобальт пен молибденнің сәтті қосылуын растайды. Егер күтпеген жолақтар анықталса, катализаторды дайындау әдісін кейіннен оңтайландыру үшін маңызды болуы мүмкін синтездің ықтимал қоспалары немесе жанама өнімдері туралы қорытынды жасауға болады.

Ары қарай алынған композиттік материалдардың беттік морфологиясын, бөлшектердің өлшемін және таралуын анықтау үшін сканерлеуші электронды микроскопия (СЭМ) қолданылды.

СЭМ мәліметтері бойынша кешендер үлкен кеуекті материал түрінде болып табылады (2а, б-суреттер). Алынған кешендер жоғары кеуектілікке ие және субмикронды кеуектер пайда болған, бұл полимермен тұрақтанған кобальт октаэдрлік кешенінің құрылымдық ерекшеліктерімен байланысты деп түсіндіріледі.



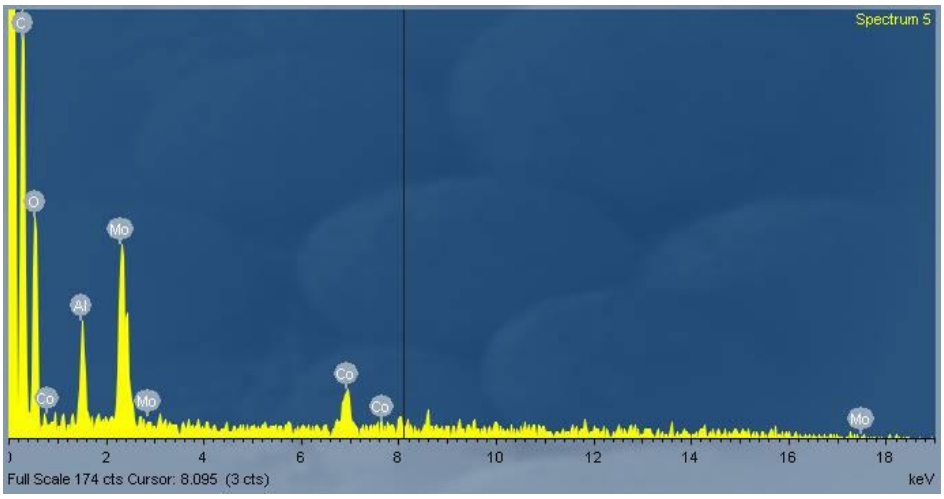
а) б)

Сурет 2. Әртүрлі ажыратымдылықтағы Co-Mo-ПЭГ/$Al(OH)_3$ микрофотосуреттері: а – 500; б – 5000

Осылайша, алынған мәліметтер бөлшектердің агломерация дәрежесі және олардың өлшемдері сияқты катализатордың құрылымы мен морфологиясы туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Бұл синтез технологиясы мен өңдеу шарттарына байланысты болуы мүмкін.

СЭМ-пен бірге рентгендік микроанализаторды пайдалану алюминий-кобальт-молибден кешенінің микроқұрылымы мен құрамы туралы жан-жақты түсінік алуға мүмкіндік береді, бұл оның тиімділігін бағалау және синтез процесін одан әрі оңтайландыру үшін маңызды қадам болып табылады (3-сурет).

Тотығу дәрежесі әр түрлі молибденнің болуы рентгендік спектрлер арқылы көрсетілген (3-сурет).



Сурет 3. Co-Mo-ПЭГ / $Al(OH)_3$ рентгендік спектрі

Осылайша, элементтердің таралу карталары алюминий тасымалдаушысының бетінде кобальт пен молибденнің біркелкі таралуын анықтауға көмектеседі. Элементтік құрамдағы жергілікті айырмашылықтар синтез процесінің біртекті еместігін немесе композиттік кешен компоненттерінің өзара әрекеттесуін көрсетуі мүмкін.

Қорытынды. Бұл жұмыста алюминий-кобальт-молибден (АКМ) нанобөлшектері синтезделіп, олардың құрылымдық қасиеттері жан-жақты зерттелді. Золь-гель әдісі арқылы синтез әдістерін қолдану әртүрлі морфологиялық сипаттамалары мен бөлшектердің өлшемдері бар нанобөлшектерді алуға мүмкіндік берді, бұл сканерлеу электронды микроскопия (СЭМ) деректерімен расталды. ИҚС талдауы синтезделген нанобөлшектерде болатын функционалдық топтарға және химиялық байланыстарға сәйкес келетін тән жұтылу жолақтарының болуын анықтады. Бұл катализатор құрылымына кобальт пен молибденнің сәтті енгізілуін және олардың алюминий тіреуімен өзара әрекеттесуін растады. Сканерлеуші электронды микроскопия рентгендік микроталдаумен біріктірілген алюминий тасымалдаушысының бетінде белсенді компоненттердің (Co және Mo) біркелкі таралуын көрсетті, бұл белсенді фазалардың жоғары дисперсиясын және демек, жоғары каталитикалық белсенділік потенциалын көрсетеді.

Одан әрі зерттеулер АКМ нанобөлшектерінің каталитикалық қасиеттерін жақсарту үшін құрамы мен синтез шарттарын оңтайландыруға, сондай-ақ оларды нақты өндірістік жағдайларда сынауға бағытталуы мүмкін. Осылайша, әзірленген синтез әдістері мен алынған нәтижелер химия өнеркәсібінде кең қолданыс таба алатын алюминий-кобальт-молибден негізінде тиімді катализаторларды құруға негіз болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Иванов, П.И. Синтез и свойства наночастиц на основе переходных металлов: обзор литературы [Текст] / П.И. Иванов, А.В. Сидоров, В.В. Петров // Журнал наноматериалов и нанотехнологий. – 2020. – Т. 12, №4. – С. 45-62.
2. Соколова, Н.И. Методы синтеза и свойства кобальт-молибденовых наночастиц [Текст] / Н.И. Соколова, М.В. Кузнецов, С.Г. Романов // Физико-химические исследования. – 2021. – Т.15, №2. – С. 85-96.
3. Zhang L., Wang H., Li Y. Synthesis of alumina-supported Co-Mo nanoparticles for catalytic applications // Journal of Nanomaterials, 2019.
4. Martínez A., Gómez F. Magnetic properties of Co-Mo nanoparticles: A study on size and composition dependence // Materials Science Forum, 2022. Vol. 1024. P. 11-25.
5. Tang Y., Huang X., Li J. Oxidation resistance and catalytic properties of Al-Co-Mo nanoparticles // Catalysis Today, 2021. Vol. 374. P. 142-151.
6. Jones S., Smith K. Environmental impact of nanocatalysts: A review on sustainable synthesis // Green Chemistry, 2020. Vol. 22. P. 712-730.
7. Хомяков, А.В. Современные методы синтеза наночастиц на основе металлов [Текст] / А.В. Хомяков, П.И. Воробьёв, Т.Ю. Мартынова // Российский журнал нанотехнологий. – 2022. – Т. 14, №1. – С. 101-114.
8. Niu Y., Li H. Sol-gel synthesis and properties of Co-Mo-based nanoparticles // Journal of Colloid and Interface Science, 2018. Vol. 524. P. 382-390.
9. Sun J., Yang M., Liu G. Microwave synthesis of Co-Mo nanoparticles and their applications // Materials Letters, 2020. Vol. 263. P. 127252.
10. Петрова, М.Н. Исследование магнитных свойств кобальт-молибденовых наночастиц [Текст] / М.Н. Петрова, Е.В. Смирнов // Журнал физики и химии твердого тела. – 2019. – Т.21, №4. – С. 589-597.
11. Kim S., Park J. Catalytic hydrogenation using Co-Mo nanoparticles // Catalysis Communications, 2017. Vol. 98. P. 58-62.
12. Lee H., Kim T. Biomedical applications of Co-Mo nanoparticles: A review // Nano Research. [?]. Vol. 14. P. 1563-1584.

Материал редакцияға 10.08.24 түсті.

А.С. Дарменбаева[1], Б.К. Масалимова[2], Ж.Б. Мукажанова[3]

[1]Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан
[2]Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан
[3]Восточно-Казахстанский университет имени С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск, Казахстан

СИНТЕЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ

Аннотация. В данной работе представлены результаты синтеза алюмо-кобальт-молибденовых (АКМ) наночастиц и исследования их структурных и каталитических свойств. Наночастицы были синтезированы методами золь-гель и адсорбционной пропитки, что позволило получить материалы с высокой удельной поверхностью и контролируемой морфологией. Методы сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и инфракрасной спектроскопии (ИК-спектроскопии) использовались для анализа микроструктуры и химического состава наночастиц. Рентгеновский микроанализ подтвердил равномерное распределение активных компонентов (Co и Mo) на поверхности алюминиевого носителя. Полученные результаты свидетельствуют о высоком каталитическом потенциале АКМ наночастиц, что делает их перспективными материалами для применения в различных промышленных процессах. Дальнейшие исследования будут направлены на оптимизацию синтеза и тестирование катализаторов в реальных условиях.

Ключевые слова: алюминий-кобальт-молибденовые наночастицы, золь-гель метод, сканирующий электронный микроскоп, инфракрасная спектроскопия, рентгеновский микроанализ.

A.S. Darmenbayeva[1], B.K. Massalimova[2], Zh.B. Mukazhanova[3]

[1]M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan
[2]M. Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan
[3]S. Amanzholov East Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

SYNTHESIS OF ALUMINUM-BASED COMPOSITE MATERIALS AND RESEARCH OF THEIR PROPERTIES

Abstract. This paper presents the results of the synthesis of aluminum-cobalt-molybdenum (ACM) nanoparticles and the study of their structural and catalytic properties. The nanoparticles were synthesized by sol-gel and adsorption impregnation methods, which made it possible to obtain materials with a high specific surface area and controlled morphology. Scanning electron microscopy (SEM) and infrared spectroscopy (IR spectroscopy) were used to analyze the microstructure and chemical composition of the nanoparticles. X-ray microanalysis confirmed the uniform distribution of the active components (Co and Mo) on the surface of the aluminum support. The obtained results indicate a high catalytic potential of ACM nanoparticles, which makes them promising materials for use in various industrial processes. Further studies will be aimed at optimizing the synthesis and testing the catalysts under real conditions.

Keywords: aluminum-cobalt-molybdenum nanoparticles, sol-gel method, scanning electron microscope, infrared spectroscopy, X-ray microanalysis.

References

1. Ivanov P.I., Sidorov A.V., Petrov V.V. Sintez i svoystva nanochastits na osnove perekhodnykh metallov: obzor literatury [Synthesis and properties of transition metal-based nanoparticles: a literature review] // Zhurnal nanomaterialov i nanotekhnologiy [Journal of Nanomaterials and Nanotechnology], 2020. Vol. 12, No. 4. P. 45-62, [in Russian].
2. Sokolova N.I., Kuznetsov M.V., Romanov S.G. Metody sinteza i svoystva kobal't-molibdenovykh nanochastits [Synthesis methods and properties of cobalt-molybdenum nanoparticles] // Fiziko-khimicheskiye issledovaniya [Physicochemical Studies], 2021. Vol.15, No. 2. P. 85-96, [in Russian].
3. Zhang L., Wang H., Li Y. Synthesis of alumina-supported Co-Mo nanoparticles for catalytic applications // Journal of Nanomaterials, 2019.
4. Martínez A., Gómez F. Magnetic properties of Co-Mo nanoparticles: A study on size and composition dependence // Materials Science Forum, 2022. Vol. 1024. P. 11-25.
5. Tang Y., Huang X., Li J. Oxidation resistance and catalytic properties of Al-Co-Mo nanoparticles // Catalysis Today, 2021. Vol. 374. P. 142-151.
6. Jones S., Smith K. Environmental impact of nanocatalysts: A review on sustainable synthesis // Green Chemistry, 2020. Vol. 22. P. 712-730.
7. Khomyakov A.V., Vorob'yov P.I., Martynova T.YU. Sovremennyye metody sinteza nanochastits na osnove metallov [Modern methods for the synthesis of metal-based nanoparticles] // Rossiyskiy zhurnal nanotekhnologiy [Russian Journal of Nanotechnology], 2022. Vol. 14, No. 1. P. 101-114, [in Russian].
8. Niu Y., Li H. Sol-gel synthesis and properties of Co-Mo-based nanoparticles // Journal of Colloid and Interface Science, 2018. Vol. 524. P. 382-390.
9. Sun J., Yang M., Liu G. Microwave synthesis of Co-Mo nanoparticles and their applications // Materials Letters, 2020. Vol. 263. P. 127252.
10. Petrova M.N., Smirnov Ye.V. Issledovaniye magnitnykh svoystv kobal't-molibdenovykh nanochastits [Study of magnetic properties of cobalt-molybdenum nanoparticles] // Zhurnal fiziki i khimii tverdogo tela [Journal of Solid State Physics and Chemistry], 2019. Vol.21, No. 4. P. 589-597, [in Russian].
11. Kim S., Park J. Catalytic hydrogenation using Co-Mo nanoparticles // Catalysis Communications, 2017. Vol. 98. P. 58-62.
12. Lee H., Kim T. Biomedical applications of Co-Mo nanoparticles: A review // Nano Research. [?]. Vol. 14. P. 1563-1584.

IRSTI 64.41.81

L.Kh. Yussupova[1] – *main author,*
G.K. Yeldiyar[2], A.K. Baidildayeva[3],
G.B. Jumabekova[4], B. Abzalbekuly[5]

[1]*Master, lecturer,* [2,4,5]*PhD, Associate Professor,* [3]*Master, assistant*

ORCİD
[1]*https://orcid.org/0000-0002-1269-042X* [2]*https://orcid.org/0000-0002-7459-0870*
[3]*https://orcid.org/0000-0002-7996-646X* [4]*https://orcid.org/0000-0002-6375-3128*
[5]*https://orcid.org/0000-0002-9552-0388*

[1,3,4,5]*M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan*
[2]*M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan*

@ [1]*laura_yu@mail.ru*

©

https://doi.org/10.55956/VGXP4110

DETERMINATION OF THE REGULARITY OF THE DISTRIBUTION OF THE ADOLESCENTS FEET SIZE

Abstract. The study of the anthropometric characteristics of the feet of young men living in the Zhambyl region is an important step towards optimizing the design of shoes for adolescents. Collecting comprehensive data on foot sizes allows not only to identify medium-scale trends, but also to establish the specifics of this demographic group.

Strict anthropometric measurement methods are used to achieve accurate results, which guarantees the reliability of the data. The analysis of the information obtained during the study can reveal significant patterns, such as the distribution of certain sizes – length, width and shape of the feet. This, in turn, makes it possible to develop innovative shoe pads that will match the unique anatomical features of adolescents' feet.

Keywords: anthropometry, foot, young people, shoe lasts, dimensional characteristics, comfortable properties.

Yussupova L.Kh., Yeldiyar G.K., Baidildayeva A.K., Jumabekova G.B., Abzalbekuly B. Determination of the regularity of the distribution of the adolescents feet size // Mechanics and Technology / Scientific journal. – 2024. – No.3(85). – P.375-383. https://doi.org/10.55956/VGXP4110

Introduction. The comfort of footwear stands as a paramount determinant of its overall quality, significantly influencing the normal functioning and development of the human foot, particularly during its growth stages. The well-being of the foot, in turn, plays a pivotal role in regulating the overall health and integrity of the entire organism. The emergence of irregularities or abnormalities within the foot's structure can precipitate a cascade of disruptions throughout the body. Consequently, the design of shoes demands a heightened degree of attention to not only the shoe's shape but also the precise correspondence between the footwear's shape and the dimensions of the wearer's foot. This intricate alignment of shoe form and foot size, encompassing the optimization of internal shoe dimensions, particularly their full dimensions, has garnered increased recognition in the context of shoe design [1,2].

Nevertheless, despite the acknowledged significance of this alignment, the practical implementation of optimal full dimensions within shoes has often been

overlooked, even in accordance with established standards. This oversight has the potential to yield adverse consequences, particularly when ill-fitting shoes are worn, a scenario notably prevalent among adolescents. The utilization of footwear with inappropriate sizing, particularly during the critical stages of growth, can precipitate a spectrum of foot deformities and pathologies [3,4]. Importantly, many of these afflictions become enduring and intractable as individuals' progress into adulthood. Pathological conditions acquired in childhood often persist throughout an individual's lifespan, contributing to persistent discomfort and diminished quality of life.

This introduction underscores the profound implications of footwear comfort and sizing, emphasizing the far-reaching consequences of neglecting proper shoe fitment, particularly among the youthful population [5,6]. The subsequent sections of this study delve into the critical aspects of optimizing shoe dimensions, focusing on anthropometric studies of foot size in young men within the Zhambyl region. These investigations aim to shed light on the importance of tailoring footwear design to regional anatomical variations and ultimately enhancing the comfort, well-being, and long-term health of the local population.

Materials and methods. The present study was conducted to address the imperative of providing comfortable footwear to the population of the Zhambyl region, Kazakhstan, with a specific focus on young men. In light of existing literature highlighting the prevalence of foot pathologies and the consequential need for preventive or orthopedic footwear [8,9], this investigation sought to assess the sizes and shapes of young men's feet in order to inform the design of footwear that would better accommodate their specific anatomical characteristics. The city of Taraz was selected as the study location due to its prominence as the home to major higher education institutions, encompassing a substantial segment of the young male population [10-12].

The study participants comprised young men aged 16 to 19, drawn from various higher educational institutions in Taraz, Zhambyl region. This age group was chosen to capture the foot dimensions during a critical period of growth and development.

Anthropometric measurements of the participants' feet were obtained utilizing standardized methods. To create a plantogram of the foot, the overall contour was meticulously outlined, and key foot dimensions were recorded, including foot length, foot width along both the outer and inner ball, and heel width [13-15]. These parameters were measured with precision to ensure the accuracy of the collected data.

The dataset comprising the foot measurements was subjected to rigorous statistical analysis. The statistical methods employed included mathematical statistics techniques to process and interpret the acquired data. In particular, a correlation-regression method was employed to establish relationships and patterns among the dimensional characteristics of the feet. This method enabled the identification of the presence, strength, and form of connections between the measured characteristics. Furthermore, the significance of the observed results was assessed, aiding in the formulation of comprehensive insights into the relationship between foot dimensions among the young male population of the Zhambyl region.

It is essential to note that the Zhambyl region, with a total population of 1,218,000 individuals, of which 427,356 reside in urban areas, includes 74,228 young men within its demographic composition [7]. These demographic figures underscore the relevance of the study, given its focus on addressing the specific footwear needs of this sizable and influential segment of the population.

In summary, the research methodology employed in this study was designed to comprehensively assess the foot sizes and shapes of young men in the Zhambyl region through precise measurements and rigorous statistical analysis.

Research results and discussion. In order to comprehensively characterize the variability of anthropometric characteristics among the studied cohort, was initiated the analysis by constructing a variation series. This variation series, a fundamental tool in statistical analysis, consists of a double series of numerical values grouped into distinct classes. In the present research, it was conducted an examination involving 500 young men aged between 15 and 19 years. Subsequently, from the gathered data, both the maximum and minimum values for key foot indicators, specifically foot length, the width of the internal and external ball, as well as heel width. These extremal values, which encapsulate the range of variability of each trait within the sample, are presented in Table 1.

To gain deeper insights into the interrelationships among various anthropometric dimensions of the foot, was employed a well-established method. As an illustrative example, Table 1 displays the correlation grid between the length and width of the ball of the foot.

Table 1

Correlation grate of the relationship between foot length and ball of foot width

X intermediate limits of characters in a group	Intermediate Group Average Limit	Intermediate limits of groups in the sign Y, intermediate average limits of groups												1	2	3	4	5	6
		70-72	73-75	76-78	79-81	82-84	85-87	88-90	91-93	94-96	97-99	100-102	103-105	P_x	a_x	$P_x a_x$	$P_x a^2{}_x$	$P_x a_y$	$P_x a_y a_x$
		71	74	77	80	83	86	89	92	95	98	101	104						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
259-261	260	16	10	8	12	8	7	4	2					67	-8	-536	4288	-20234	-161872
263-266	265	4	2	5	9	8	8	5	5					46	-7	-322	2254	-6716	-47012
269-271	270		1	1	1	6	5	3						17	-6	-102	612	-782	-4692
273-276	275			1	4	9	9	8	8	1				40	-5	-200	1000	-3080	-15400
279-281	280			2	3	6	4	14	8	8	2			47	-4	-188	752	-2538	-10152
283-286	285		1		3	1	5	2	4					16	-3	-48	144	-528	-1584
289-291	290				3	3	12	15	12	9	3			57	-2	-114	228	-2565	-5130
293-296	295				2	2	2	4	12	5				27	-1	-27	27	-459	-459

In addition to the correlation grid between foot length and ball width, this study explored relationships between foot length and other pertinent foot dimensions, including heel width, ankle height, and ball girth. The aim was to elucidate potential associations between these key anthropometric measurements, contributing to a comprehensive understanding of foot morphology in the study population.

From the extensive dataset collected, the minimum and maximum values for foot length were determined. The smallest recorded foot length was 260 millimeters, while the largest was measured at 292 millimeters. Consequently, the range of variability in foot length within the sample was calculated as follows: 292-260 = 31

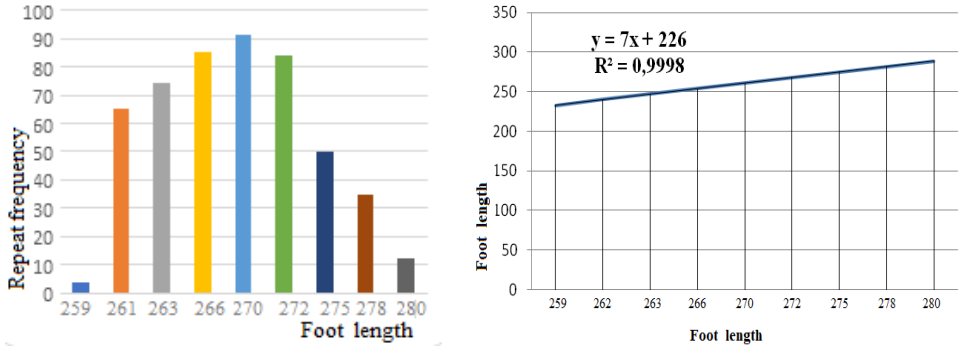
millimeters, denoting a standard deviation (dx) of 5 millimeters. These parameters were instrumental in the subsequent calculation of correlation coefficients and regression equations.

For the construction of correlation grids and regression equations, foot length was designated as the primary parameter, with ball width as the secondary parameter. The primary parameter, foot length, was categorized into 17 intervals, while the secondary parameter, ball width, was divided into 12 intervals. The relationships between these two indicators were quantitatively assessed, and the frequency of occurrence of specific measurements within each interval was documented as markings in the correlation grid.

To efficiently process the extensive measurement data and visualize the findings, a specialized software program, "Project," was employed. This program facilitated the determination of measurement frequency repetitions and streamlined data analysis. The results were subsequently presented in graphical format, offering clear and concise representations of the interplay between foot length and ball width, as well as other relevant foot dimensions.

The utilization of advanced software tools, such as "Project," expedited data processing and enabled the presentation of results through informative diagrams, ensuring the accessibility and usability of the study's findings.

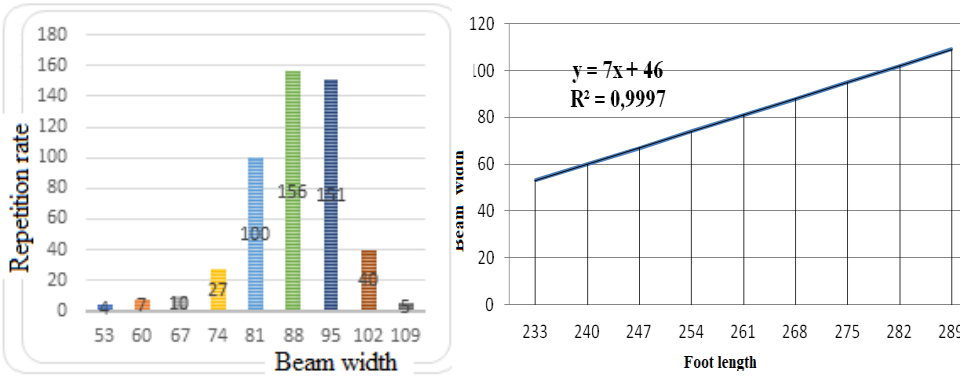
For foot length (Fig. 1a), the measurement interval was 7 and the measurement class was 9. Based on the average values, values between 260 and 292 were obtained. The most common size was 270. The regression equation graph is shown (Fig. 1b). Here the correlation coefficient is $R^2 = 0.9998$ and the regression equation is $y = 7x + 226$.



a) b)

Fig. 1. Normal distribution of foot measurements along length

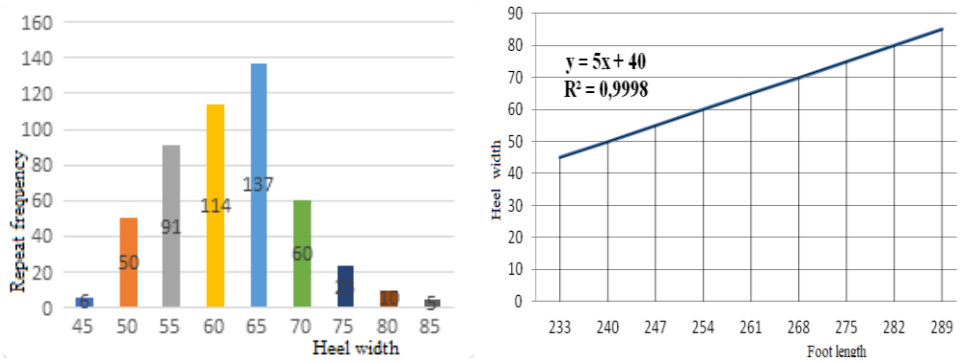
For ball of foot width measurements (Fig. 2a), the measurement interval was 7 and the measurement class was 9. The average values ranged from 53 to 109. The most common value was 88. The regression equation graph is shown (Fig. 2b). Here the correlation coefficient is $R^2 = 0.9997$ and the regression equation is $y = 7x + 46$.



a) b)

Fig. 2. Normal distribution of measurements across ball of foot widths

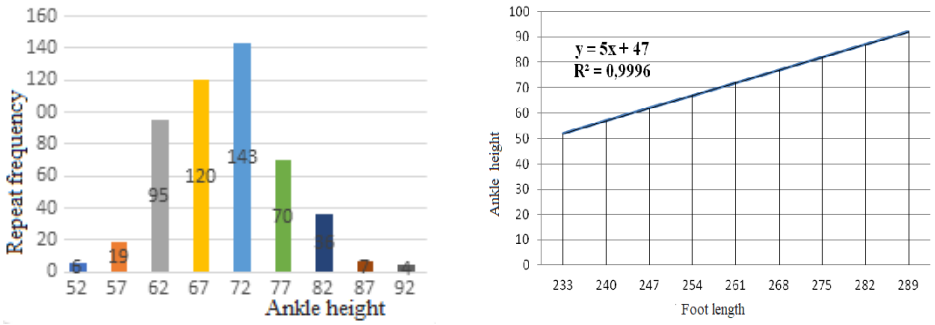
For the heel width values (Fig. 3a), the measurement interval was 5 and the measurement class was 9. Based on the average values, values between 45 and 85 were obtained. The most common value was 65. The regression equation graph is shown (Fig. 3b). Here the correlation coefficient is $R^2 = 0.9998$ and the regression equation is $y = 5x + 40$.



a) b)

Fig. 3. Normal size distribution by heel width

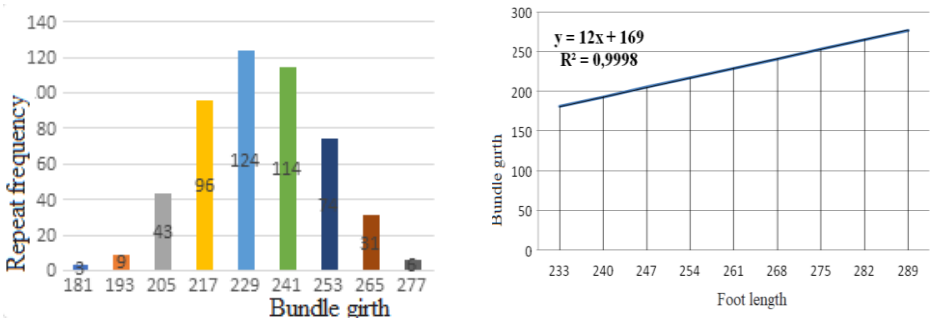
For ankle height (Fig. 4a), the measurement interval was 5 and the measurement class was 9. Based on the average values, measurements were obtained between 52 and 92. The most common value was 65. The regression equation plot is shown (Fig. 4b). Here the correlation coefficient is $R^2 = 0.9996$ and the regression equation is $y = 5x + 47$.



a) b)

Fig. 4. Normal distribution of values across ankle heights

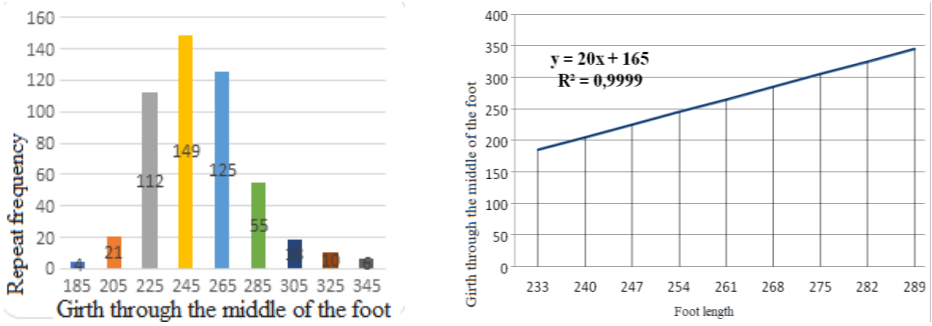
According to the ball of foot girth indicator (Fig. 5a), the measurement interval was 12, and the number of measurements was 9. In accordance with the average values, lengths between 181 and 277 mm were obtained. The most common value was 229mm. A graph of the regression equation is presented (Fig. 5b). Here the correlation coefficient is $R^2 = 0.9998$ and the regression equation is $y = 12x + 19$.



a) b)

Fig. 5. Normal distribution of values by ball of foot girth

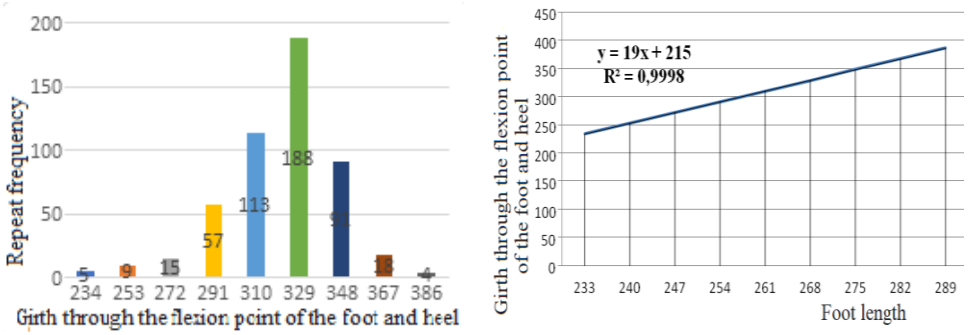
According to the indicator of size distribution by average foot girth (Fig. 6a), the measurement interval was 20, and the measurement class was 9. The average values ranged from 185 to 345. The most common size was 245. A graph of the regression equation is presented (Fig. 6b). Here the correlation coefficient is $R^2 = 0.9999$ and the regression equation is $y = 20x + 165$.



a) b)

Fig. 6. Normal distribution of sizes according to the average girth of the foot

In terms of girth through the flexion point of the foot and heel (Fig. 7a), the measurement interval was 19, and the measurement class was 9. The average values ranged from 234 to 386. The most common size was 329. The regression equation graph is shown (Fig. 7b). Here the correlation coefficient is $R^2 = 0.9998$ and the regression equation is $y = 19x + 215$.



a) b)

Fig. 7. Normal distribution of girth measurements through the flexion point of the foot and heel

Conclusion. This study employed an enhanced anthropometric methodology harnessing computer technology to assess foot dimensions among a cohort of 500 young men aged 15 to 19 years. Through the meticulous analysis of the collected data, was unveiled a pivotal finding: notably high correlation coefficients among all the investigated anthropometric characteristics. These robust correlations signify a strong and consistent relationship between various foot dimensions within the sample population. Importantly, this observation lays the groundwork for the development of regression equations, which, in turn, offer the prospect of establishing standardized foot sizes for the design and production of shoe lasts and footwear.

The robust correlation coefficients and resultant regression equations offer a pathway towards the provision of comfortable and well-fitting shoes for young men in the Zhambyl region, ultimately fostering positive socio-economic outcomes.

References

1. Abzalbekuly, B., Munasipov, S.E. Qazaqstan turǵyndary tabandaryn antropometrıalyq zertteý nátıjeleri [Results of anthropometric study of feet of residents of Kazakhstan]: monoraphy. – Publishing house IP “Beisenbekova”, 2020. – 80 p., [in Kazakh].
2. Anggraini D., Adelin P. Correlation between Anthropometric Measurement and Kidney Function in the Elderly to Detection of Chronic Kidney Disease // Indonesian journal of clinical pathology and medical laboratory, 2023. Vol. 29. P. 245-249.
3. Bogdan S., Mihai A., Costea M., Rezus E. Comparative Anthropometric Study Regarding the Foot of Elderly Female Population // Procedia Engineering, 2017. Vol. 181. P. 182-186.
4. Dzhanakhmetov, U.K., Abzalbekuly, B., Yankauskaite, V., Munasipov, S.E. Razrabotka komfortnoj obuvi dlya bol'nyh s patologicheskimi otkloneniyami stopy [Development of comfortable shoes for patients with pathological foot abnormalities]: monograph. – Publishing house IP “Beisenbekova A.Z.”, 2015. – 138 p., [in Russian].
5. González-Elena M.L., Fernández-Espejo E., Castro-Méndez A., Guerra-Martín M.D., Córdoba-Fernández A. A Cross-Sectional Study of Foot Growth and Its Correlation with Anthropometric Parameters in a Representative Cohort of Schoolchildren from Southern Spain // International journal of environmental research and public health, 2021. Vol. 18, No. 8. P. 4031.

6. Ilkhamova, M.U., Irisova, Z.R. Metodika antropometricheskih issledovanij stop s primeneniem komp'yuternyh tekhnologij [Methodology for anthropometric studies of feet using computer technology] // NITI scientific and practical conference, 2016. – P. 111, [in Russian].
7. Zhambyl region. Dynamic series [Electronic resource]. – Access mode: https://stat.gov.kz/ru/region/zhambyl/dynamic-tables/38/.
8. Kochetkova, T.S., Klyuchnikova, V.M. Antropologicheskie i biomekhanicheskie osnovy konstruirovaniya izdelij iz kozhi [Anthropological and biomechanical foundations of designing leather products]: textbook for universities. – Legprombytizdat, 1991. – 104-106 p., [in Russian].
9. Masanovic B., Gardasevic J., Arifi F. Relationship between foot length measurements and body height: a prospective regional study among adolescents in northern region of Kosovo // Anthropologie-international journal of human diversity and evolution, 2019. Vol. 57. P. 227-233.
10. Mokhtarinia H.R., Maleki-Ghahfarokhi A., Rafiee M., Mohammadi S., Gabel C.P. Anthropometric data of an elderly Iranian population provides insights for system design // Work, 2022. Vol. 72. P. 1-10.
11. Morrison S., Durward B., Watt G., Donaldson M. Anthropometric foot structure of peripubescent children with excessive versus normal body mass – A cross-sectional study // Journal of the American Podiatric Medical Association, 2007. Vol. 97. P. 366-70.
12. Munasipov S.E. Iskhodnye antropometricheskie dannye dlya razrabotki komfortnoj obuvi [Initial anthropometric data for the development of comfortable shoes] // Bulletin of Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, 2013. No. 2. P. 98-102, [in Russian].
13. Munasipov S.E., Abzalbekuly B. Rezul'taty antropometricheskih issledovanij stop muzhchin Kazahstana [Results of anthropometric studies of the feet of men in Kazakhstan] // International scientific and practical conference: Innovative technologies in textile and light industry. – [?], 2014. – P. 141-143, [in Russian].
14. Sacco R., Munoz Marie-Aude, Billuart F., Lalevée M., Beldame J. Validation of an Automated Optical Scanner for a Comprehensive Anthropometric Analysis of the Foot and Ankle // Bioengineering, 2023. Vol. 10. P. 968.
15. Shultz SP, Sitler MR, Tierney RT, Hillstrom HJ, Song J. Consequences of pediatric obesity on the foot and ankle complex // Journal of the american podiatric medical association, 2012. Vol. 102 (1). P. 5-12.

Material received on 02.05.24.

Л.Х. Юсупова[1], Г.К. Елдияр[2], А.К. Байдильдаева[1], Г.Б. Джумабекова[1], Б. Абзалбекұлы[1]

[1]М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан
[2]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан

ЖАСӨСПІРІМ АЯҚТАРЫНЫҢ ӨЛШЕМДІК СИПАТТАМАЛАРЫНЫҢ ТАРАЛУ ЗАҢДЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУ

Аңдатпа. Жамбыл облысында тұратын жас жігіттердің табандарының антропометриялық сипаттамаларын зерттеу жасөспірімдерге арналған аяқ киім дизайнын оңтайландыру жолындағы маңызды қадам болып табылады. Табан өлшемі туралы жан-жақты мәліметтерді жинау тек орташа тенденцияларды ашып қана қоймайды, сонымен қатар осы демографиялық топтың ерекшеліктерін анықтайды. Нақты нәтижелерге қол жеткізу үшін, деректердің сенімділігін қамтамасыз ету үшін қатаң антропометриялық өлшеу әдістері қолданылады. Зерттеу барысында алынған ақпаратты талдау белгілі бір өлшемдердің таралуы – табанның ұзындығы, ені және пішіні сияқты маңызды заңдылықтарды аша алады. Бұл, өз кезегінде, жасөспірім

табандарының бірегей анатомиялық ерекшеліктеріне сәйкес келетін инновациялық аяқ киімдерді әзірлеуге мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: антропометрия, табан, жастар, қалыптар, өлшемдік сипаттамалары, ыңғайлы қасиеттер.

Л.Х. Юсупова[1], Г.К. Елдияр[2], А.К. Байдильдаева[1], Г.Б. Джумабекова[1], Б. Абзалбекұлы[1]

[1]Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан
[2]Южно Казахстанский университет имени М. Ауезова, г. Шымкент, Казахстан

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ СТОП ПОДРОСТКОВ

Аннотация. Исследование антропометрических характеристик стоп юношей, проживающих в Жамбылской области, представляет собой важный шаг к оптимизации дизайна обуви для подростков. Сбор комплексных данных о размерах стоп позволяет не только выявить среднемасштабные тенденции, но и установить специфику этой демографической группы.

Для достижения точных результатов используются строгие антропометрические методы измерения, что гарантирует достоверность данных. Анализ информации, полученной в ходе исследования, может выявить значимые закономерности, такие как распределение определенных размеров – длины, ширины и формы стоп. Это, в свою очередь, дает возможность разработать инновационные колодки для обуви, которые будут соответствовать уникальным анатомическим особенностям стоп подростков.

Ключевые слова: антропометрия, стопа, молодые люди, колодки, размерные характеристики, комфортная обувь.

ҒТАМР 64.33.14

А.К. Абдикаева[1] – *негізгі автор,*
Б.М. Уалиев[2], А.Г. Абдрахманова[3]

[1,2]Техн. ғылым. канд., қауымдастырылған профессор, [3]Магистрант

ORCİD *[1]https://orcid.org/0000-0003-4385-7074 [2]https://orcid.org/0009-0001-5996-5232 [3]https://orcid.org/0009-0003-9355-8854*

[1,2,3]М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,
Тараз қ., Қазақстан

@ *[1]nyrdaylet73@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/RVXH3970

КЛАССИКАЛЫҚ СИММЕТРИЯ ҚАҒИДАЛАРЫН ҚОЛДАНУ НЕГІЗІНДЕ КОСТЮМ ПІШІНІНІҢ КӨРКЕМДІК ЖОБАЛАУЫ

Аңдатпа. Мақалада костюмнің пішін қалыптастыру үрдісі классикалық симметриялық қағида бойынша киімнің элементтері мен құрамдыларының қолдануы қарастырылды. Зерттеудегі пішін қалыптастыру үшін конструктивтік әдіс қолданып, костюм пішіннің нақты қасиеттері мен ерекшеліктері бар әртүрлі шешімдерді алуға мүмкіндік берді. Әйелдер костюмін түрлендіру бойынша базалық конструкциясы мен үлгілеуі кәсіптік бағдарламада орындалды. Үлгілік конструкцияның тұрғызылуы лекалдар арқылы тексеріліп, бұйымның жоғары сапалығы дәлелденді.

Тірек сөздер: пішін қалыптастыру, костюмді жобалау, конструктивтік әдіс, классикалық симметрия, компьютерлік үлгілеу.

Абдикаева А.К. Классикалық симметрия қағидаларын қолдану негізінде костюм пішінінің көркемдік жобалауы [Мәтін] / А.К. Абдикаева, Б.М. Уалиев, А.Г. Абдрахманова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.384-392. https://doi.org/10.55956/RVXH3970

Кіріспе. Заманауи киімге қойылатын талаптарға жауап беретін костюмді жобалау және одан әрі жүзеге асыру, ең алдымен, кәсіби мәселелерді сауатты және шығармашылықпен шеше алу арқылы басталады. Костюмді көркемдік жобалау дағдылары мен шығармашылық қағидаларының ұсталынуы өте маңызды. Әйелдер костюмінің көлемдік-силуэттік пішіндерін дайындау негізінде пішін қалыптастыру элементтер көркем жобалаудың ерекше ұйымдастырылуы және жетілдірлуінің өзектілігімен анықталады [1].

Заманауи костюмді жобалау – адамның қиялына және дизайнына сәйкес пішінді құру процесі. Дизайнердің идеясы эстетикалық және функционалды мағынаға ие бола отырып, материалдар арқылы түрлендіріп жүзеге асырылады.

Костюмді жобалаудағы пішін құру механизмін талдау, яғни оның бөлшектерінің арасындағы ішкі мүшелену әрекеттесуді анықтау белгілі бір жалпылау мен жекелеу деңгейін, қарапайым геометриялық элементтер мен символдық белгілер көрнекті күрделілігінен шартты түрде оқшаулауды қажет ететін зерттеудің құрылымдық деңгейін құрайды. Сондықтан, костюмді

жобалаудың әдістерінің кез-келгенін қолданған кезде үйлесімді пішін құрылымының жалпы заңдылықтарына, оның элементтерінің жиынтығына және көркемдік дизайнның эстетикалық қасиеттеріне сүйенетінін түсіну қажет.

Костюм пішіні эстетикалық сауатты шешкен кезде орынды және мәнерлі болады, атап айтқанда – силуэттің айқындығы, костюм бөліктерінің пропорционалды қатынастарының дәлелдігі, бөлшектер элементтерінің нақты құрылымының ырғақтығы, түстік шешімінің мақсатына сәйкестігі және т.б., яғни композицияның негізгі белгілері сақталған кезде костюм түрлері қалыптастырылады. Костюмді қалыптастырудың негізгі мәні бұл құрылымдау, яғни геометриялық элементтердің тән ырғақтығы арқылы көрсетілген бүтін бөліктердің байланыстарының тұрақтылығы [1].

Жұмыстың мақсаты пішін қалыптастыру процесінде классикалық симметрия қағидасын қолдану негізінде әйелдер костюмін көркемдік жобалауын зерттеу. Костюм пішінінің зерттеуі әртүрлі аспектілерінің ішінде морфологиялық, технологиялық, материалдық және көркемдік байланыстардың күрделі жүйесімен ерекшеленеді. Костюмді жобалаудағы өзгерістер механизмін талдау, яғни оның бөліктері арасындағы өзара әрекеттесуді анықтау белгілі бір жалпылау мен жекелеу деңгейін қарастырады. Пішінді зерттеудегі бұл тәсіл пішін қалыптасуының бастапқы кезеңінде ерекше маңызды, бұйым-заттың көркемдігі мен бейненің даралығы бастапқы болып табылады [2].

Костюм қалыптастыру саласындағы көркемдік дизайнның негізін қалаушылар – танымалы ғалымдар Т.В. Козлова [1], Ф.М. Пармон [3], Г.И. Петушкова [4-6], Э.М. Андросова [7], В.В. Ермилова [8] және т.б. Сонымен қатар, пішін қалыптастыру процесі, құрылымды дамыту және көлемді-силуэтті киім пішіндерін құру саласы бойынша И.Д. Маркелова [9], А.А. Черняева [10], Т.В. Белько [11] деген ғалымдардың еңбектерінде баяндалған.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеу барысында жүйелік талдаудың заманауи теориялары мен әдістері, жүйелеудің ғылыми қағидалары, көркемдік дизайн саласындағы теориялық және практикалық жетістіктер, соның ішінде костюмді конструктивті пішін қалыптастыру әдісі қолданылды. Бұл жұмыста зерттеу нысандарында таңдаудан тұратын конструктивті қалыптастыру және компьютерлік үлгілеу әдістері арқылы костюмнің элементтері мен бөлшектері түрлендіріле отырып жаңа пішіні қалыптастырылады.

Конструктивті пішін қалыптастыру әдісі сән бағытының қазіргі тенденцияларына сәйкес ерекше қасиеттерін, өзіндік пропорциялары мен екпіндері бар костюмнің ұсынылған пішінін пайда болуына мүмкіндік береді.

Пішін қалыптастыру жалпы костюмнің құрылымдық шешімін көрсетеді, бұл зерттеудің қажетті буыны болып табылады, ол жаңа көркемдік пішіндерді іздеу үдерісін белгілі бір көп нұсқаны шешімдер жүйесіне аударады.

Зерттеудің ерекшелігі, бір жағынан, құрылым – бұл оның тұтастығын қамтамасыз ететін пішіннің тұрақты байланыстарының жиынтығы, яғни әртүрлі сыртқы және ішкі өзгерістер кезінде негізгі қасиеттердің сақталуы. Екінші жағынан, бұл жылжымалы байланыстар жүйесі, онда бір нысаннан оның элементтерін және кейбір басқа құрылымдық компоненттерді ауыстыру арқылы екінші, үшінші және басқа нұсқаларды алуға болады.

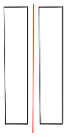
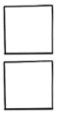
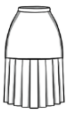
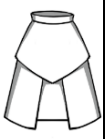
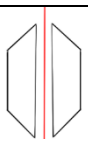
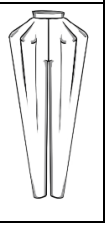
Ұсынып отырған жұмыста костюмді қалыптастырудың негізі ретінде екі негізгі геометриялық құрылым таңдалады: тікбұрышты және трапеция тәрізді. Бұл негізгі пішіндер өлшем шамаларын, жанасу бұрыштарын, масштаб қарқындылығын, сызықтардың қисықтығын өзгертіп, костюм пішіндерінің

сансыз аналогтарын құра отырып, үнемі өзара әрекеттеседі және құрылымдық түрде өзгереді [1].

1-кестеде геометриялық фигураларға сәйкес классикалық симметриядағы костюм элементтерінің пішіндерін түрлендіру әдістемесіне сәйкес бел және иық бұйымдары ұсынылған. Айта кету керек, әр жағдайда костюмнің пішінін кеңістіктегі және жазықтықтағы шағылысу, тасымалдау, бұру принципі бойынша өзгертуге болады.

Кесте 1

Классикалық симметрия қағидасы бойынша костюм элементтерін пішін қалыптастыруы

		Шағылысу	Бұйым үлгісі	Тасымалдау	Бұйым үлгісі	Кеңістікте бұрылу	Бұйым үлгісі	Жазықтықта бұрылу	Бұйым үлгісі
Тіктөртбұрыш	Иық бұйымдары								
	Бел бұйымдары								
Трапеция	Иық бұйымдары								
	Бел бұйымдары								

Геометриялық фигуралардың бөлшектерін біріктіру заңдылықтарының мысалдарын, олардың пішін қозғалысының ерекшеліктерін және симметрия осінің кеңістіктік орналасуын ескере отырып, костюм элементтерінің көп нұсқалық түрлендірулерін алуға мүмкіндік береді (1-кесте).

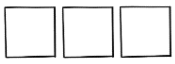
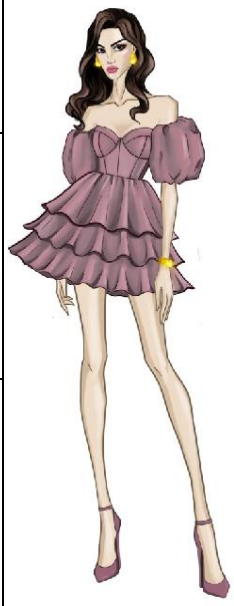
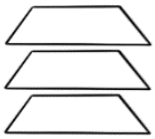
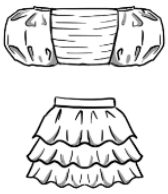
Кестеде иық пен бел бұйымдарының элементтерінің классикалық симметрия негізінде өзгеруі: шағылысуы, тасымалдауы, кеңістікте және жазықтықта бұрылуы әдістер арқылы жаңа пішін пайда болады. Шағылысу әдісінде иық және бел элементтері тік ось арқылы шағылысып қос элементі

пайда болады; тасымалдау – таңдау бойынша тік және көлденең тізбекті элементтер туындайды; кеңістікте бұрылу – тасымалдау әдісіндегіндей элементтер қайталанады, бірақ бір нұсқалық шешімінде; жазықтықта бұрылу – элементтер жазықтықтар арқылы әр түрлі нұсқада қайталанып жаңа пішін түрлері пайда болуына мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері. Конструктивті әдіс шеңберіндегі жұмыстың келесі кезеңі – костюмді пішін қалыптастыру процесі, ол бөлшектердің қалыптастырушы элементтерінің құрамдас бөліктерін нақтылаудан және оларды безендіруден тұрады. 2-кестеде костюм кеңістігінің сәндік пішінін қалыптастыратын жалпы пішінді өзгерту және анықтау арқылы бұйым бөлшектерінің дәйекті түрлендірулері берілген.

Кесте 2

Костюм пішінін түрлендіру арқылы қалыптастыру

№	Геометриялық фигура	Түрлендірілуі	Түсіндірілуі	Үлгінің эскизі
1		А	Иық бұйымы (А). Тіктөртбұрышты қысу және көшіру қағидалары негізінде өзгертіп, кеңістікте көлденең түрде костюм элементтерінің пішін қалыптастыруы	
2		В	Бел бұйымы (В). Трапецияны қысу және созу қағидалары негізінде өзгертіп, кеңістікте тік түрінде костюм элементтерінің пішін қалыптастыруы	
3		А+В	(А+В) Түрлендірілуі арқылы костюм элементтерін сәйкестендіріп, стилизациялау бойынша кеуде бөлігі көлемді жеңімен көкірекшелі корсетке және күн тәрізді қатарлы желбіршекті белдемше айналынды	

Костюмнің әр пішіні белгілі бір сипаттағы элементтердің құрылымдық және сәндік түрлерімен сипатталады. Костюм түрлерін трансформалау үшін классикалық симметрия қағидасы бойынша костюм элементтерінің түрлендіру әдісі қолданылды. Костюмнің қарапайым тәуелсіз бөлшектері мен элементтері костюмнің пішін қалыптастыру үдерісінде кезең кезеңімен қолданылды.

Келесі костюмнің пішін қалыптастыру кезеңі бұйымды виртуалды шақтап көріп, конструктивтік, үлгілік және түстік шешімдерін, матаны және

фурнитураны таңдауы, компьютерлік бағдарлама арқылы іске асыру болып табылады.

Киім өндірісінде компьютерлендіру үлгілерді жасауға арналған бағдарламалар қолданылады. Олардың ішінде танымалы CAD жүйелері және Clo 3D конструктивтік пішін өзгеріс жұмысымен тығыз байланысты. Clo 3D бағдарламасы макетті виртуалды түрде жинауға, шақтап көруін орындауға және конструкциясына түзетулер енгізуге мүмкіндік береді.

Clo 3D бағдарламаның функционалдық сипаттамасы:

– аватарды (виртуалды манекен) кез келген өлшемге, түске немесе қозғалысқа қоюға болады;

– дизайн бір уақытта 2D (иллюстрация) және 3D (көрнекті және үлгілеу) форматында көруге мүмкіндік береді;

– бағдарламада үлгілердің, аксессуарлардың, тігістердің, матаның бұл салада үлкен қоры бар, олар таңдалған түрлендірулерді бұйымда сынауға болатындығын білдіреді;

– матаның фактурасы мен түсі, оның мөлдірлігі, қалыңдығы, өрнектері мен дизайнын кез келген эксперименттер арқылы қол жеткізуге болады;

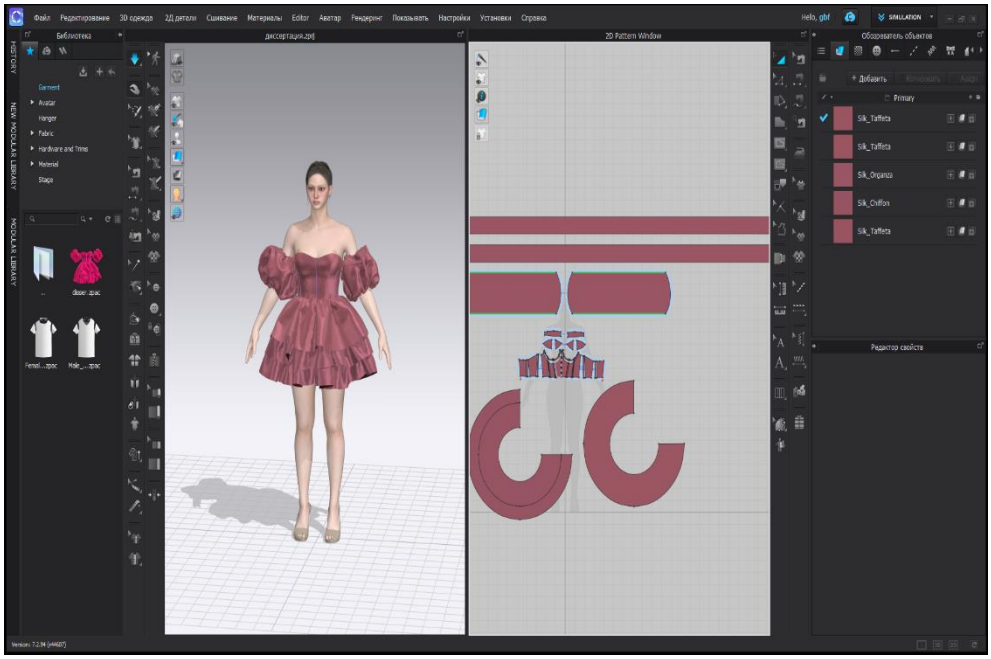
– сондай-ақ түйреуіштермен, бүктемелермен, серпімді жолақтармен, тігіспен, бумен нақты жұмысты үлгілеуге болады;

– сонымен қатар, бағдарламалық жасақтама сәйкестікті және сынақ қабаттарын реттеуге мүмкіндік береді;

– параметрлік үлгілеуді, яғни қарапайым параметрлер арқылы тұрғызылған конструкцияларды өзгертіп, құрылған киімдерді түрлендіруге болады [12].

Көрнектеуде өнімнің сәйкестігін, орындаған үлгіні, конструкциясы мен үлгі сызықтарының қажетті нәтижесінің сәйкестігін тексеріп, нәтижені әлеуетті тұтынушымен үйлестіріп, үлгі басып шығарылады. Қажет болса, 2D терезесінде үлгілерге өзгерістер енгізіледі және виртуалды киімді шақтап көруді 3D терезесінде байқауға болады. Сондықтан, аватар бойына костюмнің бірнеше элементтерін енгізуге, сонымен қатар, бөлшектерінің әртүрлі көріністерін көруге мүмкіндік береді.

Бағдарламаға бұйым матаның ерекшеліктерін енгізе отырып, оның нақты физикалық қасиеттеріне толығымен сәйкестендіруге болады. Матаның параметрлерін өзгерткен кезде, мысалы, бетінің тығыздығын, созылуын, құрамын, жіптің орналасуын – виртуалды киімді шақтап көргенде зерттеудің нәтижесін материалда байқауға болады. Осылайша, бұйымның базалық және үлгілік конструкциялары мен қатар материалдан тігілген киімнің физикалық әсерін көруге мүмкіндік бар, 1-суретте көрсетілгендей, классикалық симметрия қағидалары бойынша әйелдер костюмінің түрлендіру әдісі негізінде базалық конструкция құрастырылып, үлгілеу жасалуда. Үлгілік конструкция негізінде лекалдар жасалынады. Лекалдар бұйымның қаншалықты дұрыс жасалғанын тексеруге мүмкіндік береді және элементеріндегі бөлшектеуінің жоғары сапалық нәтижесін анықтайды.



Сурет 1. Clo 3D бағдарламасында үлгіні жасау

Бұл бағдарлама бұйымның сапасын және нақтылығын анықтай отырып костюмнің әр түрлі пішін қалыптастыруын негіздеуінде заманауи сән бағытына байланысты түрлі үлгілерді ұсынуға мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелерін талқылау. Костюмдегі пішінқалыптастыру – бұл белгілі бір эстетикалық немесе функционалды әсерге қол жеткізу үшін киім нысандарының пішінін, контурлары мен силуэттерін жасау және өзгерту процесі. Көлемді қыртыстар, желбіршектер және бүкпелер сияқты көлемді бөлшектерді қосу киімнің пішіні мен құрылымын өзгертіп, оны қызықты әрі мәнерлі етеді.

Clo 3D бағдарламасының костюмнің пішінқалыптастыру әдістері бұйымның жалпы көрінісінің ұйымдастыруда пайдалы болуы мүмкін, бұл үйлесімді көрнекті әсер қалдыруға және әртүрлі стильдерді қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Мысалға келтіретін болсақ, көпқабаттылық – бұл әдіс қызықты көрініс үшін киімнің әртүрлі қабаттарын біріктіруді қамтиды. Киім жинақтары тұтынушылар үшін киім таңдауды жеңілдетуге және үйлесімді стильді қамтамасыз етуге көмектеседі. Мысалы ретінде, белдемше мен кеудеше, костюмдер немесе аксессуарлары бар көйлекті қарастыруға болады.

Ұсынып отырған үлгі қынамалы силуэтті, кеудеше мен белдемшенің элементтері бір бірімен қарама-қайшылық қағида арқылы келісілуде, үлгі тұрақты, тепе-теңдікті, симметрия түрінде құрастырылған. Үлгі пішінінің элементтерінің шамаласу арқылы құрастырылған қағидасына назар аударсақ: жеңдер мен белдемше және кеудеше бөліктері бір массалық жеңдер, көлемдік кеудеше мен белдемше арқылы шамаласу дәрежеге қол жеткізіп тұр. Үлгінің өзара бағыну қағидасы мөлшер және орталық орналасу заңы арқылы іске асырылуда. Сонымен қатар, түстік және фактуралық шешімдері келісілімділік қағида арқылы үйлесіп ырғақтық тәртіпті «радиалды сәулелік» түрін үлгінің композициялық шешімінің басты рөлін атқаруға мүмкіндік беріп тұр.

Ұсынылған матрица кестедегі (кесте 1) үлгі элементтерінің шағылысуы, тасымалдауы, кеңістікте және жазықтықта бұрылуы, соның нәтижесінде пропорцияларды манипуляциялау костюмнің түрлерінің тепе-теңдікті және қызықты көрнекті әсерін жасауға көмектеседі.

Ұсынып отырған үлгіде (кесте 2) бір түстік және фактуралық материалды пайдалану көрнекі қызығушылықты арттырып күрделі және талғампаз көріністерді жасауға көмектеседі. Пішіндер мен силуэттермен тәжірибе жасап көру бірегей және есте қаларлық көріністерді жасауға көмектеседі.

Қорытынды. Костюмнің пішін құру процесінің осы ұсынылған матрица позициялары бойынша оларды орналастыру қағидаларының өзі пішіннің конструктивті мүшелуімен сәйкес келеді және айқындау құралдырына байланысты композициялық құрылымы анықталады деп қорытынды жасауға болады.

Элементтердің заңды орналасуы костюм түріне мақсаттылыққа және композициялық логикаға бағынушылыққа негізделген еркін көркемдік ерекшелік береді, соған сәйкес пішінмен үйлесімділік айқындалады.

Әйелдер костюмінің түрлендіру әдісі базалық конструкция бойынша күнделікті іс-шараларда қолданылатын классикалық симметрия қағидаларына сәйкес жүргізілді. Үлгілік конструкция жасалған соң, лекалдар арқылы бағыты бағаланады және бөлшектеуінің дұрыс деңгейін тексеруге мүмкіндік береді, сондықтан элементтеріндегі бөлшектеуінің жоғары сапасы анықталады.

Заманауи костюмнің пішіні мен бөлшектеріндегі квадрат және трапеция элементтерін пайдалана отырып, сәнді перспективалы үрдістер тұрғысынан жаңа шешімдерін таңдап алуға болады. Костюмнің құрылымы және әртүрлі элементтерін қосу кезінде салыстырмалы түрде тұрақты болуы үшін оларды сауатты пайдалану қажет.

Заманауи костюм ассортиментінде элементтерді ауыстыру костюмнің қандай да бір түрінің конструктивтік негізін өзгерте отырып, оған эстетикалық қасиеттерін арттыру мақсатында ішінара түрлендіруге және костюмнің жалпы құрылымына елеулі өзгерістер енгізуге мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Козлова, Т.В. Основы теории проектирования костюма [Текст]: учебник для вузов / под ред. Козловой Т.В. – М.: Легпромбытиздат, 1988. – 352 с.
2. Каракова Т.В. Принципы структурного формообразования в дизайне костюма [Текст] / Т.В. Каракова, Н.И. Сабило // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11. – № 4. – С. 272-276.
3. Пармон, Ф.М. Композиция костюма [Текст]: учебник для вузов / Ф.М. Пармон. – М.: Легпромбытиздат, 1997. – 318 с.
4. Петушкова, Г.И. Проектирование костюма [Текст] / Г.И. Петушкова. – М.: Академия, 2004. – 416 с.
5. Петушкова Г.И. Дизайн костюма: кинетическое формообразование [Текст] / Г.И. Петушкова, А.С. Басыйрова // Научный журнал «Костюмология». – 2019. – №2.
6. Петушкова, Г.И. Трансформативное формообразование в дизайне костюма. Дизайн костюма: Теоретические и экспериментальные основы [Текст]: учебник / Г.И. Петушкова. – М.: ЛЕНАНД, 2015. – 464 с.
7. Андросова Э.М. Основы художественного проектирования костюма [Текст] / Э.М. Андросова. – Челябинск: Изд. дом «МедиаПресс», 2004. – 184 с.
8. Ермилова, В.В. Моделирование и художественное оформление одежды [Текст] / В.В. Ермилова, Д.Ю. Ермилова. – М.: Академия, 2010. – 224 с.

9. Маркелова, И.Д. Пространственно-геометрическое формообразование в костюме [Текст]: дис. … канд. техн. наук: [?] / И.Д. Маркелова. – Москва, 2005. – 16 с.
10. Черняева, А.А. Разработка метода комплексного проектирования силуэтной формы женской [Текст]: дис. … канд. техн. наук: [?] / А.А. Черняева. – Москва, 2013. – 21 с.
11. Белько, Т.В. Бионические принципы формообразования костюма [Текст]: дис. … канд. техн. наук: [?] / Т.В. Белько. – Москва, 2006. – 32 с.
12. Егерева Е. Полное руководство по Clo 3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://s122.skladchina.biz/threads/polnoe-rukovodstvo-po-clo3d-ekaterina-egereva.401528/.

Материал редакцияға 13.05.24 түсті.

А.К. Абдикаева[1], Б.М. Уалиев[1], А.Г. Абдрахманова[1]

[1]Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан

ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФОРМЫ КОСТЮМА НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПА КЛАССИЧЕСКОЙ СИММЕТРИИ

Аннотация. В статье рассмотрен процесс формообразования костюма, основанный на преобразовании элементов и деталей одежды на основе принципа классической симметрии. С целью формообразования в исследовании был использован конструктивный метод, позволяющий получать различные решения с заданными свойствами и особенностями формы костюма. На основании преобразования женского костюма с помощью профессиональной программы были построены базовая и модельная конструкции данного изделия. Изготовленное изделие на основе разработанных лекал модельной конструкции подтвердило высокое качество изделия.

Ключевые слова: формообразование, проектирование костюма, конструктивный метод, классическая симметрия, компьютерное моделирование.

A.K. Abdikayeva[1], B.M. Ualiyev[1], A.G. Abdrakhmanova[1]

[1]Taraz Regional University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

ART DESIGNING OF THE COSTUME SHAPE BASED ON THE APPLICATION OF THE PRINCIPLE OF CLASSICAL SYMMETRY

Abstract. The article considers the process of shaping a suit based on the transformation of elements and details of clothing based on the principle of classical symmetry. For the purpose of shaping, a constructive method was used in the study, which allows to obtain various solutions with specified properties and features of the shape of the suit. Based on the transformation of a women's costume with the help of a professional program, the basic and model designs of this product were built. The manufactured product based on the developed patterns of the model design confirmed the high quality of the product.

Keywords: shaping, costume design, constructive method, classical symmetry, computer modeling.

References

1. Kozlova, T.V. Osnovy teorii proyektirovaniya kostyuma [Fundamentals of Costume Design Theory]: textbook for universities. – Moscow: Legprombytizdat, 1988. – 352 p., [in Russian].
2. Karakova T.V., Sabilo N.I. Printsipy strukturnogo formoobrazovaniya v dizayne kostyuma [Principles of Structural Formation in Costume Design] // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk [Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2009. Vol. 11, No. 4. P. 272-276, [in Russian].
3. Parmon, F.M. Kompozitsiya kostyuma [Costume Composition]: textbook for universities. – Moscow: Legprombytizdat, 1997. – 318 p., [in Russian].
4. Petushkova, G.I. Proyektirovaniye kostyuma [Costume design]. – Moscow: Academy, 2004. – 416 p., [in Russian].
5. Petushkova G.I., Basyyrova A.S. Dizayn kostyuma: kineticheskoye formoobrazovaniye [Costume design: kinetic shaping] // Nauchnyy zhurnal “Kostyumologiya” [Scientific journal “Costumology”], 2019. No. 2, [in Russian].
6. Petushkova, G.I. Transformativnoye formoobrazovaniye v dizayne kostyuma. Dizayn kostyuma: Teoreticheskiye i eksperimental'nyye osnovy [Transformative shaping in costume design. Costume design: Theoretical and experimental foundations]: textbook. – Moscow: LENAND, 2015. – 464 p., [in Russian].
7. Androsova E.M. Osnovy khudozhestvennogo proyektirovaniya kostyuma [Basics of artistic costume design]. – Chelyabinsk: Publ. House “MediaPress”, 2004. – 184 p., [in Russian].
8. Yermilova, V.V., Yermilova D.YU. Modelirovaniye i khudozhestvennoye oformleniye odezhdy [Modeling and artistic design of clothes]. – Moscow: Academy, 2010. – 224 p., [in Russian].
9. Markelova, I.D. Prostranstvenno-geometricheskoye formoobrazovaniye v kostyume [Spatial-geometric shaping in a suit]: dis. ... Candidate Of Technical Sciences: [?]. – Moscow, 2005. – 16 p., [in Russian].
10. Chernyayeva, A.A. Razrabotka metoda kompleksnogo proyektirovaniya siluetnoy formy zhenskoy [Development of a method for the integrated design of a woman's silhouette form]: dis. ... Candidate Of Technical Sciences: [?]. – Moscow, 2013. – 21 p., [in Russian].
11. Bel'ko, T.V. Bionicheskiye printsipy formoobrazovaniya kostyuma [Bionic principles of suit shaping]: dis. ... Candidate Of Technical Sciences: [?]. – Moscow, 2006. – 32 p., [in Russian].
12. Yegereva Ye. Polnoye rukovodstvo po Clo 3D [Egereva E. Complete guide to Clo 3D] [Electronic resource]. – Access mode: https://s122.skladchina.biz/threads/polnoe-rukovodstvo-po-clo3d-ekaterina-egereva.401528/, [in Russian].

IRSTI 64.41.14

D.T. Maksudova[1] – *main author*,
M.U. Ilkhamova[2], D.K. Tursunova[3]

[1]*PhD researcher*, [2,3]*PhD, Associate Professor*

[1]*https://orcid.org/0009-0001-3890-780X* [2]*https://orcid.org/0009-0002-2605-8510*
[3]*https://orcid.org/0009-0005-2796-7566*

[1,2,3]*Tashkent Institute of Textile and Light Industry,*
Tashkent, Uzbekistan

[1]*malokhat_69_86@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/GJGL3837

ANALYSIS OF DESIGNS AND DEVELOPMENT OF FOOTWEAR INSOLES FROM LUFFA FOR MEDICAL PROFESSIONALS

Abstract. The article analyzes the existing designs of insoles, their structure, and the materials used. Based on the research, a design of double-sided insoles for medical professionals has been developed, with improved hygienic properties, such as breathability, hygroscopicity, necessary to create an optimal microclimate for the feet.

Keywords: loofah, insole, footwear for doctors, hygienic properties, preventive footwear.

Maksudova D.T., Ilkhamova M.U., Tursunova D.K. Analysis of designs and development of footwear insoles from luffa for medical professionals // Mechanics and Technology / Scientific journal. – 2024. – No.3(85). – P.393-398. https://doi.org/10.55956/GJGL3837

Introduction. Protecting the health of workers in medical institutions, ensuring safe working conditions for medical professionals, eliminating occupational diseases and industrial injuries is one of the main concerns of the state. The Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. UP-60 dated January 28, 2022 “On the development strategy of the new Uzbekistan for 2022-2026” [1] sets such urgent tasks as “development of the healthcare system, protection of public health, increasing the potential of medical professionals, creating special-purpose products with specified properties, and when solving these problems it is necessary to be based on the use of domestic materials based on import substitution and localization”.

Medical professionals must wear safety shoes, which are part of the uniform and serve to protect their feet from external influences in working conditions for a long time [2]. These shoes are subject to special requirements, such as reliability, wear resistance during use during the working day, resistance to chemicals used for disinfection, as well as heat, gas and moisture exchange of the foot with the surrounding environment, external shape and internal configuration of the product, mass and flexibility, shock-absorbing and frictional properties of lower parts and others, which are important during operation [3]. Therefore the shoes for medical professionals should be made of materials that are easy to clean and disinfect and do not require complex care.

Today, the medical field is so diverse and multifaceted, there are a huge number of specialties and areas in it, which leads to problems in developing the design of safety shoes and improving their quality, which is due to the contradictory requirements for functional and technical-economic properties, for ensuring protection and hygiene, and multidirectional means of satisfying them [4]. Medical professionals are exposed to heavy loads during the working day, their work involves prolonged standing and walking, for example, a study showed that during a twelve-hour shift, nurses cover a distance of eight to ten kilometers [5], which can lead to general health problems such as foot and ankle diseases, fractures, joint pain problems, low back disorders, neuropathic injuries, skin infections and vascular changes, which occur in 32-90% of healthcare workers [6]. It should also be noted that all the design features of special footwear for medical professionals directly follow from its functions. It is known that hygienic, ergonomic and other requirements are imposed on shoes, and therefore the properties of shoes that determine their convenience and comfort directly depend on the design and material of the insole. Therefore, the development and implementation of insole designs for medical professionals that meet the above requirements is relevant today.

Materials and methods. The insole is the main element of the shoe that is in direct contact with the foot and serves to protect it, as well as provide comfort and reduce the load on the legs when walking. Insoles are made from a variety of materials, such as soft lining leather, textile or non-woven materials, in addition, modern insoles are made from polymer gel and other natural and synthetic materials. Today, composite materials are used in the designs of insoles, which are manufactured based on the requirements necessary to obtain specific properties.

According to their purpose, insoles can be divided into hygienic, preventive and orthopedic. The first type has antifungal, insulating or massage properties, and also neutralizes unpleasant odors. Insert orthopedic insoles, also called anatomical, support the arch of the foot and improve shock absorption when walking. They can be used for both prevention and correction of foot defects. To create special preventive insoles with improved hygienic properties for medical professionals, an analysis of existing insoles was carried out, which is presented in Table 1.

Table 1

Designs of insoles for special shoes with preventive properties

№	Name	Drawing and design features	Material	Purpose	Characteristic
1	2	3	4	5	6
1	Therapeutic and prophylactic massage insoles Forta 89	Special massage zones of the insoles contain elastic massage elements of different shapes and sizes; The longitudinal pad and metatarsal platform of the insoles moderately support the arches of the feet.	Evaplast is a type of polyolefin, a foam material with low water absorption and good thermal and sound insulation properties.	Prevention of fatigue and pain in the legs, pain in the veins. Used for weakened immunity, decreased body tone, apathy and stress	The insole has antibacterial properties, does not cause allergies, does not absorb moisture, and is easy to clean.

Continuation of Table 1

1	2	3	4	5	6
2	Therapeutic and prophylactic massage gel insoles	Shock-absorbing gel insoles with fabric coating and massage effect	Gel insoles have small “pimples” and also the presence of a small pelota (elevation in the central part) and are covered with “Forte” cotton fabric.	Designed for the prevention and treatment of fractures in any part of the lower extremities, arthrosis, and intense physical activity.	The gel insole is an excellent shock absorber, taking on any load both from standing work and while walking, allowing the foot to be better fixed in the shoe and supporting the natural arch of the foot.
3	Therapeutic and prophylactic semi-insoles (art. 016/3809)	Shock-absorbing gel semi-insoles with anatomical lining under the arch	Made from clear gel	-increased loads on the feet; - standing nature of work; - cracks on the heels; -arthrosis and arthritis; -prevention of longitudinal flatfoot	Possibility of using insoles for the prevention of orthopedic disorders, protection against the formation of swellings, calluses, and corns
4	Air insoles LP AIR MASSAGE	Flat insole, molded along the footprint of the last.	Upper with semi-rigid cells and textile covering. The layer is made of porous POLIYOU foam.	They prevent stagnation of blood and lymph, the development of osteoarthritis, etc., perfectly cushion the foot and quickly return to its original shape	Has a universal size (can be cut to the desired length)
5	Insoles SIDAS Winter 3D	Ergonomic design with corduroy upper. EVA insert for cushioning Aluminum plate insert for temperature support	Material – EVA foam	Provides correct stance and support for the leg; Special foam inserts guarantee perfect cushioning	Supports the foot in an anatomically correct position and provides additional comfort and convenience
6	Insoles SIDAS 3d Winter Comfort (Women)	Designed for use in ski boots and any other warm footwear	Material – EVA foam	The three-dimensional structure provides ideal support for the foot and promotes proper body alignment	These insoles enhance warmth, comfort and hygiene

Continuation of Table 1

1	2	3	4	5	6
7	Loofah insole	Dense and hard edge, smooth carving	loofah sponge material	Designed for everyday wear	The insoles will effectively reduce odor and absorb sweat, allowing your feet to breathe all day long
8	Loofah insoles	The insole has a bottom layer of calico, the top layer is made of loofah. The edges are trimmed with braid	Loofah and calico	Stimulates blood circulation and gives a massage effect	The insole has antibacterial properties and does not cause allergies

Research results and discussion. An analysis of the designs of insoles with preventive properties has shown that to improve the comfortable properties of shoes, modern manufacturers offer designs that use materials with shock-absorbing properties, such as foam or gel materials, which provide a massage effect and improve the overall health of a person.

However, it should be noted that in the modern world, humanity has begun to give preference to environmentally friendly materials and products. Loofah (Fig. 1) is a natural product, and we suggest trying it as a part that acts as an insole for the shoes of medical professionals. Luffa has its own benefits: stimulation of local circulation is a process that helps increase blood flow to a specific area of the body. This is necessary to increase the supply of tissues with oxygen, nutrients, and also the product is hypoallergenic, which has the least possible allergic irritation, helps cleanse the skin, in addition, the washcloth has a lymphatic drainage effect. The chemical composition of luffa is rich in micro- and macroelements, such as potassium, calcium, magnesium, phosphorus, sodium, iron, copper, selenium, as well as vitamins A, B, E and K [7]. In addition, in Uzbekistan, luffa cultivation is possible throughout the country; luffa sponges are sold at a price of 1860 sum/piece. A cylindrical washcloth 20 cm long, made from local luffa, is sold at a price of 8304 sum/piece. This shows us that using luffa in footwear can lead to high cost-effectiveness.

Fig. 1. Luffa washcloths

Studies of stiffness, strength and energy absorption characteristics Luffa studies conducted by researchers in Australia [8] found that stress-strain curves show an almost constant stress plateau over a wide range of deformations, which is ideal for the use of this material to absorb impact loads on the foot. Luffa sponge material has been found to exhibit properties such as stiffness, strength and energy absorption capacity that are comparable to those of some metallic porous materials in a similar density range. This study shows that luffa sponge is superior to many traditional construction materials.

Based on the above requirements and design analysis, we have developed a design of double-sided insoles for medical professionals with improved hygienic properties, such as air permeability, hygroscopicity, necessary to create an optimal microclimate in the internal space. Figure 2 shows the developed insole, which is a two-layer structure with a top layer of luffa. The second layer of the insole is made of cellulose material. Both layers are sewn together with edging tape. There is a loop in the heel that can be used to easily remove the insole from the shoe.

Fig. 2. Luffa insole

Conclusion. Thus, we can conclude that the use of luffa in shoes for medical professionals can improve the hygienic properties of shoes, the massage properties of luffa will improve blood circulation in the body, in addition, the hypoallergenicity of this material will allow it to be used for a long time, which is necessary under special working conditions doctors Another advantage of luffa insoles is that this natural material is biodegradable, does not harm the environment and can be considered a component of sustainable footwear production.

References

1. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. UP-60 dated January 28, 2022 “On the development strategy of the new Uzbekistan for 2022 - 2026.”
2. Types and purpose of special footwear [Electronic resource]. – Access mode: https://www.smsm.ru/articles/vidy-i-naznachenie-spetsobuvi/.
3. Shestov A.V. Povysheniye zashchitnykh svoystv natural'noy kozhi dlya verkha obuvi spetsial'nogo naznacheniya [Improving the protective properties of genuine leather for the upper of special-purpose footwear] // Povysheniye zashchitnykh svoystv natural'noy kozhi dlya verkha obuvi spetsial'nogo naznacheniya [Bulletin of the Kazan Technological University], 2015. No. 13, [in Russian].
4. Uzakova L.P., Zhabborov YU.YU. Nauchnoye obosnovaniye sovremennykh materialov dlya izgotovleniya sportivnoy obuvi [Scientific substantiation of modern materials for the manufacture of sports shoes]// Vestnik nauki [Science Bulletin], 2022. No. 3 (48), [in Russian].

5. Trinkoff A.M., Lipscomb J.A., Geiger-Brown J., Storr C.L., Brady B.A. Perceived physical demands and reported musculoskeletal problems in registered nurses // Am. J. Prev. Med., 2003. Vol. 24. P. 270-275.
6. Tojo M., Yamaguchi S., Amano N., Ito A., Futono M., Sato Y., Naka T., Kimura S., Sadamasu A., Akagi R., et al. Prevalence and associated factors of foot and ankle pain among nurses at a university hospital in Japan: A cross-sectional study // J. Occup. Health, 2018. Vol. 60. P. 132-139.
7. Luffa (luffa cylindrica) [Electronic resource]. – Access mode: https://www.aur.ru/spravochnik-trav/lyuffa.html
8. Jianhu Shen, Yi Min Xie, Xiaodong Huang, Shiwei Zhou, Dong Ruan, Mechanical properties of luffa sponge // Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 2012. Vol. 15. P. 141-152.

Material received on 20.07.24.

Д.Т. Максудова[1], М.У. Илхамова[1], Д.К. Турсунова[1]

[1]Ташкент тоқыма және жеңіл өнеркәсіп институты, Ташкент қ., Өзбекстан Республикасы

LUFFA ДЕНСАУЛЫҚ САҚТАУ МАМАНДАРЫНА АРНАЛҒАН АЯҚ КИІМНІҢ ҰЛТАРАҒЫН ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

Аңдатпа. Мақалада қолданыстағы ұлтарақтардың конструкциялары, олардың құрылымы және қолданылатын материалдар талданды. Жүргізілген зерттеулер негізінде оңтайлы аяқ микроклиматын жасау үшін қажетті тыныс алу, гигроскопия сияқты гигиеналық қасиеттері жақсартылған медицина қызметкерлеріне арналған екі жақты ұлтарақ конструкциясы әзірленді.

Тірек сөздер: ұлтарақ, дәрігерлерге арналған аяқ киім, гигиеналық қасиеттері, профилактикалық аяқ киім.

Д.Т. Максудова[1], М.У. Илхамова[1], Д.К. Турсунова[1]

[1]Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, г. Ташкент, Республика Узбекистан

АНАЛИЗ ДИЗАЙНА И РАЗРАБОТКА ОБУВНЫХ СТЕЛЕК ОТ LUFFA ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ

Аннотация. В статье анализируются существующие конструкции стелек, их структура и используемые материалы. На основе проведенных исследований была разработана конструкция двусторонних стелек для медицинских работников с улучшенными гигиеническими свойствами, такими как воздухопроницаемость, гигроскопичность, необходимыми для создания оптимального микроклимата для ног.

Ключевые слова: стелька, обувь для врачей, гигиенические свойства, профилактическая обувь.

МРНТИ 64.01.11

М.Ш. Шардарбек[1] – *основной автор*, **Ж.К. Боркулакова[2], Б. Абзалбекулы[3], Р.Т. Кауымбаев[4], Ф.Р. Ташмухамедов[5], Э.Е. Сарыбаева[6], Г.Т. Ораз[7], Б.К. Мажиханова[8]**

©

[1]Канд. техн. наук, доцент, [2,8]Докторант, [3,5]PhD, и.о. доцента, [4]PhD, [6,7]PhD, ст. преподаватель

ORCID *[1]https://orcid.org/0000-0002-9787-5684 [2]https://orcid.org/0000-0001-5382-9064 [3]https://orcid.org/0000-0002-9552-0388 [4]https://orcid.org/0000-0003-4266-342X [5]https://orcid.org/0000-0002-6538-5947 [6]https://orcid.org/0000-0001-7579-5061 [7]https://orcid.org/0000-0002-7652-5319*

[1,2,3,4,5,6,7,8]Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати,

г. Тараз, Казахстан

[1]msh.shardarbek@dulaty.kz

https://doi.org/10.55956/FUMY4911

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА И СВОЙСТВА НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ: МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И РАЗВИТИЕ В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация. Нетканые материалы являются универсальными текстильными материалами, обладающими низкой себестоимостью производства и уникальными свойствами. Производство нетканых материалов – растущая отрасль, которая нуждается в развитии технологии, оборудования, сырья и свойств для оптимального использования. Цель данной статьи – проанализировать мировой рынок нетканых материалов и состояние рынка нетканых материалов Казахстана, а также рассматриваются факторы, вляющие на свойства готовых нетканых материалов. Для достижения поставленной цели в статье используются такие методы исследования, как обзор литературы, тематические исследования.

Ключевые слова: нетканые материалы, рынок нетканых материалов, изоляционные материалы, теплоизоляционный материал, овечья шерсть.

Шардарбек, М.Ш. Анализ производства и свойства нетканых материалов: мировые тенденции и развитие в Казахстане [Текст] / М.Ш. Шардарбек, Ж.К. Боркулакова, Б. Абзалбекулы, Р.Т. Кауымбаев, Ф.Р. Ташмухамедов, Э.Е. Сарыбаева, Г.Т. Ораз, Б.К. Мажиханова // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.399-405. https://doi.org/10.55956/FUMY4911

Введение. Нетканые материал – это материал изготовленный из волокон, которые консолидированы различными способами [1]. Свойства таких материалов зависят от сырья из которого они сделаны. Производство нетканых материалов занимает самостоятельное положение среди отраслей текстильной промышленности, т.к. специфические свойства нетканых полотен позволяют широко использовать их не только в качестве заменителей некоторых тканей, но и создавать материалы с принципиально новыми эксплуатационными свойствами, которые не могут быть обеспечены

классическими способами производства текстильной продукции. Производство нетканых материалов является высокоразвивающейся технологией для производства самого дешевого материала различного назначения. Эти продукты доступны на рынке в различных размерах и формах в зависимости от цели использования и требований.

Обсуждение научных результатов. Объем рынка нетканых материалов оценивается в 57,14 млрд долларов США в 2024 году и, ожидается, что достигнет 76,54 млрд долларов США к 2029 году, при этом среднегодовой темп роста составит 6,02% в течение прогнозируемого периода (2024-2029 гг.) [2]. Ключевыми факторами роста рынка являются повышенный спрос на санитарно-гигиенические товары и растущий спрос со стороны сектора здравоохранения. По потреблению и производству нетканых материалов доминирующую долю в мире занимает Китай. Это связано с увеличением инвестиций и програм государственной поддержки. Что касается крупных компаний, лидерами на рынке выступают Berry Global Inc., Freudenberg Group, Ahlstrom-Munksjö, KCWW и DuPont и другие На рисунке 1 показаны темпы роста рынка нетканых материалов по регионам [2].

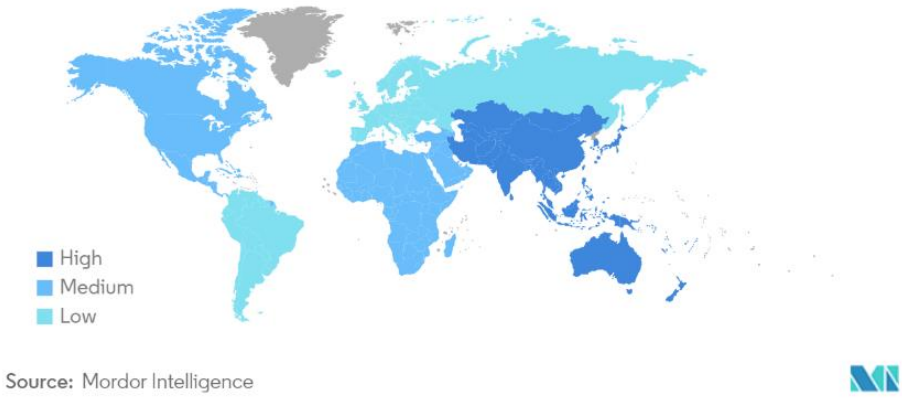


Рис. 1. Темпы роста рынка нетканых материалов по регионам

Анализ Казахстанского рынка нетканых материалов показывает заметные изменения. В 2023 г. на рынке наблюдался спад после четырехлетнего периода роста. Несмотря на это, общая тенденция была положительной: за последнее десятилетие значительно увеличилось потребление и производство. Ожидается, что рынок продолжит расти благодаря спросу в различных отраслях, таких как здравоохранение, автомобилестроение и строительство [3]. В 2022 году Казахстан стал 68 по величине экспортером нетканых материалов в мире, экспортировав нетканую продукцию на сумму $3,85 млн. В том же году нетканый текстиль занял 325 место по экспорту в Казахстане. Основными направлениями экспорта нетканого текстиля из Казахстана являются: Россия ($3,09 млн), Кыргызстан ($678 тыс.), Таджикистан ($31,3 тыс.), Узбекистан ($26,1 тыс.) и Белоруссия ($17,1 тыс.). В 2022 году Казахстан импортировал нетканый текстиль на сумму $46,1 млн, став 67 крупнейшим импортером нетканого текстиля в мире. В том же году нетканый текстиль занял 251 место по импорту в Казахстан. Казахстан импортирует нетканый текстиль в основном из России ($19,6 млн), Китая

($7,95 млн), Саудовской Аравии ($4,13 млн), Узбекистана ($3,44 млн) и Объединенных Арабских Эмиратов ($3,26 млн) [4].

На данный момент в Республике производством нетканых материалов занимаются следующие производители: РГК-Каспий, Атырауская область – производство геотекстильных, нетканых материалов; Ультрастаб-Казахстан, Атырауская область, Атырау – производство геотекстильных, нетканых материалов; фабрика нетканых материалов S.M.F. – System, Костанайская область, Тобыл; Технопром-текс Павлодарская область, Павлодар – производство геотекстильных, нетканых материалов; Fibc Kazakhstan, Актюбинская область, Актобе – производство геотекстильных, нетканых материалов; Туркестанская область, Жетысай – нетканые тряпочные материалы из отходов хлопка; завод нетканых материалов ТОО «Саяхат-Сервис-Юг» в г. Шымкент, Южно-Казахстанской области; завод по выпуску нетканых материалов медицинского назначения, Жамбылская область, с. Айша биби.

Рынок нетканых материалов сегментирован по технологиям, материалам, отраслям конечных пользователей и регионам. Существует три основных технологий формирования полотна:

- система сухой укладки;
- система мокрой укладки;
- система на основе полимеров (спанбонд – фильерное плетение) или специализированные технологии (meltblown, flashspun и др.).

Сырьем для производства нетканых материалов могут выступать как натуральные (хлопок, шерсть и др.) так и химические волокна (полиэфирные, полиамидные, полипропиленовые и др.), а также вторичное сырье и отходы. Выбор сырья и метода формирования материала имеет особое значение, так как они играют большую роль в определении качества готового продукта. Таким образом, не смотря на тот факт, что для производства могут быть использованы практически все виды волокон, выбор зависит от требуемого профиля и эффективности затрат.

Основными областями применения нетканых материалов являются: строительство, текстильная промышленность, здравоохранение, автомобильная промышленность и другие отрасли.

Нетканые материалы используются в техническом текстиле из-за их эксплуатационных характеристик и экономичности. Требования к эксплуатационным характеристикам: прочность, воздухопроницаемость, паропроницаемость, прозрачность, устойчивость к химическим веществам, биологическому воздействию, свету, ультрафиолетовому излучению и/или климату, свойства обслуживания, ухода и очистки и, наконец, пригодность к вторичной переработке в зависимости от их конечного использования. Многочисленные факторы определяют свойства нетканого материала для конкретных требований к производительности, таких как пористость, прочность на разрыв в продольном и поперечном направлении, толщина, распределение пор по размерам и свойства изгиба.

В строительстве нетканые материалы находят широкое применение в качестве утеплителей для скатных и плоских кровель, фасадов, внутренних перекрытий, утеплителей для полов и напольный покрытий, а также для тепло- и звукоизоляции домов. Согласно многим проведенным исследованиям нетканые материалы из шерсти представляют собой достойную альтернативу для применения в строительстве в качестве экологичных изоляционных

материалов [5-10]. Кроме того, использование отходов шерсти в качестве нового сырья в строительстве является прекрасной возможностью поддержать модель экономики замкнутого цикла, так как способствует снижению потребности в невозобновляемых ресурсах, снижает углеродный след, является ресурсоэффективным методом производства строительных компонентов. В целом, тепловая и акустическая изоляция из отходов шерсти может сыграть важную роль в экономии энергии и снижении загрязнения окружающей среды [10].

В настоящее время имеется множество различных изоляционных материалов. Их условно подразделяют на три класса: традиционные, альтернативные и инновационные. Примерный список промышленных изоляционных материалов представлен в таблице 1, в таблице 2 представлена характеристика этих материалов [11].

Таблица 1

Список промышленных изоляционных материалов

Промышленные изоляционные материалы		
Традиционные	Альтернативные	Инновационные
Каменная вата	Конопляное волокно	Вакуумные изоляционные панели
Стекловата	Кенаф	Газонаполненные панели
Пенополистирол	Лен	Aerogel
Экструдированный пенополистирол	Овечья шерсть	
Фенольная пена	Кокосовое волокно	
Полиуретан	Переработанная резина	
Полиизоцианурат	Джутовое волокно	
Вспученный вермикулит		
Вспученный перлит		

Таблица 2

Характеристика промышленных теплоизоляционных материалов

Наименование материала	Плотность (кг/м^3)	Тепло проводность (Вт/мК)	Удельная теплоемкость (кДж/кгК)	Класс пожарной безопасности
1	2	3	4	5
Каменная вата	40-200	0,033-0,040	0,8-1,0	A1-A2-B
Стекловата	15-75	0,031-0,037	0,9-1,0	A1-A2
Пенополистирол	15-35	0,031-0,038	1,25	E
Экструдированный пенополистирол	32-40	0,032-0,037	1,45-1,7	E
Фенольная пена	40-160	0,018-0,024	1,3-1,4	B-C
Полиуретан	15-45	0,022-0,040	1,3-1,45	E
Полиизоцианурат	30-45	0,018-0,028	1,4-1,5	B
Вспученный вермикулит	30-150	0,062-0,100	0,8-1,1	A1
Вспученный перлит	80-150	0,040-0,052	0,9-1,0	A1
Конопляное волокно	20-90	0,038-0,060	1,6-1,7	E
Кенаф	30-180	0,034-0,043	1,6-1,7	D-E
Лен	20-100	0.038-0.075	1.4-1.6	E
Овечья шерсть	10-25	0.038-0.054	1.3-1.7	E

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Кокосовое волокно	75-125	0.040-0.45	1.3-1.6	D-E
Переработанная резина	500-930	0.100-0.140	нет данных	D-E
Джутовое волокно	35-100	0.038-0.055	2.3	E
Вакуумные изоляционные панели	160-230	0,0035-0.008	0,8	A1
Газонаполненные панели	нет данных	0.010-0.035	нет данных	нет данных
Aerogel	70-150	0.013-0.015	1.0	C

Производство нетканых изоляционных панелей можно осуществлять по различным методам, которые будут отличаться как используемой техникой формирования полотен, так и по волокнистому составу и свойствам конечного продукта. Правильный выбор технологии изготовления и связующих является ключевым фактором, влияющим на характеристики изоляционного материала. В этом контексте нетканые изоляционные панели из овечьей грубой шерсти требуют большего изучения и исследования.

Свойства готовых нетканых изоляционных материалов определяются в основном двумя группами факторов:

1) зависит от состава и свойств волокон, входящих в рабочую смесь;
2) от параметров технологического процесса производства полотен.

К первой группе относят вид волокна, размеры, физико-механические и эксплуатационные свойства. Ко второй – параметры, волокнистого холста: толщина, плотность, неровнота, масса 1 м/г, ориентация и степень распрямленности волокон, параметры иглопрокалывания (количество проколов на 1 см, глубина прокалывания в мм, и др.). Все эти факторы, или параметры, и определяют структуру нетканого полотна, а в сочетании со свойствами волокон, входящих в рабочую смесь – свойства готового изделия – иглопробивного полотна [12]. Основополагающими параметрами теплоизоляционных материалов являются характеристики, определяемые их физико-механическими и химическими свойствами. А ключевой характеристикой при выборе типа теплоизоляции является теплопроводность, значение которой для теплоизоляционных материалов должно быть менее 0,065 Вт/мК [13]. В свою очередь, при оценке качества теплоизоляционных материалов проводятся измерения таких свойств, как: плотность, теплопроводность, воздухопроницаемость, водопоглощение, влажность, сорбционная влажность, сжимаемость, прочность.

Заключение. В последние годы рынок нетканых материалов является одним из самых развивающихся рынков в мире. Это связано с растущим спросом на нетканую продукцию в связи с широким применением в строительстве, сельском хозяйстве, в здравоохранении и других отраслях. Более того, ожидается, что среднегодовой темп роста исследуемого рынка за период с 2024 по 2029 года составит 6,02%. На Казахстанском рынке текстильных материалов также наблюдается положительная тенденция: увеличение потребления и производства нетканых материалов. Производство таких материалов может осуществляться по различным методам, из различных видов сырья и с различными свойствами. Следовательно правильность выбора всех этих факторов будет играть ключевую роль в получении необходимой продукции. В этом контексте нетканые материалы требуют большего изучения и исследования.

Список литературы

1. Albrecht W., Fuchs H., Kittelmann W. (ed.). Nonwoven fabrics: raw materials, manufacture, applications, characteristics, testing processes. – John Wiley & Sons, 2006.
2. Mordor Intelligence Research & Advisory. Non Woven Fabric Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2024 - 2029) [Electronic resource]. – Access mode: https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/nonwoven-fabric-market. Access date: 17.07.24.
3. Kazakhstan - Nonwoven Fabric – Market Analysis, Forecast, Size, Trends and Insights [Electronic resource]. – Access mode: https://www.indexbox.io/store/kazakhstan-nonwoven-textiles-market-analysis-forecast-size-trends-and-insights/. Access date: 17.07.24.
4. Non-woven textiles in Kazakhstan OEC trade data [Electronic resource]. – Access mode: https://oec.world/en/profile/bilateral-product/non-woven-textiles/reporter/kaz#subnational-data. Access date: 17.07.24.
5. Zach J., Korjenic A., Petránek V., Hroudová J., Bednar T. Performance evaluation and research of alternative thermal insulations based on sheep wool // Energy and Buildings, 2012. Vol. 49. P. 246-253.
6. Ghermezgoli Z.M., Moezzi M., Yekrang J., Rafat S.A., Soltani P., Barez F. Sound absorption and thermal insulation characteristics of fabrics made of pure and crossbred sheep waste wool //Journal of Building Engineering, 2021. Vol. 35. P. 102060.
7. Pennacchio R., Savio L., Bosia D., Thiebat F., Piccablotto G., Patrucco A., Fantucci S. Fitness: sheep-wool and hemp sustainable insulation panels // Energy Procedia, 2017. Vol. 111. P. 287-297.
8. Ye Z., Wells C.M., Carrington C.G., Hewitt N.J. Thermal conductivity of wool and wool–hemp insulation // International journal of energy research, 2006. Vol. 30. No. 1. P. 37-49.
9. Cheung H., Ho M.P., Lau K.T., Cardona F., Hui D. Natural fibre-reinforced composites for bioengineering and environmental engineering applications // Composites Part B: Engineering, 2009. Vol. 40. No. 7. P. 655-663.
10. Petit-Breuilh X., Whitman C.J., Lagos C., Armijo G. Natural fibre insulation in rural southern Chile // PLEA. – 2013.
11. Schiavoni S., Bianchi F., Asdrubali F. Insulation materials for the building sector: A review and comparative analysis // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016. Vol. 62. P. 988-1011.
12. Tsarev I.V., Pushkina A.A., Kopytov R.F. Pererabotka vtorichnogo tekstil'nogo syr'ya [Processing of secondary textile raw materials]: lecture notes. – Moscow: All-Union Institute for Advanced Training of Management Employees and Specialists in Material and Technical Supply, 1983, [in Russian].
13. Islam S., Bhat G. Environmentally-friendly thermal and acoustic insulation materials from recycled textiles // Journal of environmental management, 2019. Vol. 251. P. 109536.

Исследования выполнены в рамках проекта BR 24992867 «Разработка ресурсосберегающих технологии для развития и управления водным хозяйством и перерабатывающей промышленностью Казахстана, создание инновационного инжинирингового центра», профинансированного Комитетом науки МНВО РК.

Материал поступил в редакцию 20.09.24

М.Ш. Шардарбек[1], Ж.К. Боркулакова[1], Б. Абзалбекулы[1], Р.Т. Кауымбаев[1], Ф.Р. Ташмухамедов[1], Э.Е. Сарыбаева[1], Г.Т. Ораз[1], Б.К. Мажиханова[1]

[1]М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан

БЕЙМАТА МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ӨНДІРІСІ МЕН ҚАСИЕТТЕРІН ТАЛДАУ: ӘЛЕМДІК ҮРДІСТЕР МЕН ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ДАМУ

Аңдатпа. Беймата материалдары – өндіріс құны төмен және ерекше қасиеттері бар әмбебап тоқыма материалдары болып есептеледі. Беймата материалдар өндірісі – оңтайлы пайдалану үшін технологияны, жабдықты, шикізатты және қасиеттерді дамытуды қажет ететін өсіп келе жатқан сала. Бұл мақаланың мақсаты – беймата материалдардың әлемдік нарығын және Қазақстанның беймата материалдар нарығының жай-күйін талдау, сондай-ақ дайын беймата материалдардың қасиеттеріне әсер ететін факторларды қарастыру. Мақсатқа жету үшін мақалада әдебиеттерге шолу, тақырыптық зерттеу сияқты зерттеу әдістері қолданылады.

Тірек сөздер: беймата материалдары, беймата материалдар нарығы, оқшаулағыш материалдар, жылу оқшаулағыш материал, қой жүні.

M.Sh. Shardarbek[1], Zh.K. Borkulakova[1], B. Abzalbekuly[1], R.T. Kauymbaev[1], F.R. Tashmukhamedov[1], E.E. Sarybaeva[1], G.T. Oraz[1], B.K. Mazhikhanova[1]

[1]M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

ANALYSIS OF PRODUCTION AND PROPERTIES OF NONWOVENS: GLOBAL TRENDS AND DEVELOPMENT IN KAZAKHSTAN

Abstract. Nonwovens are versatile textile materials with low cost of production and unique properties. The production of nonwovens is a growing industry that needs the development of technology, equipment, raw materials and properties for optimal utilisation. The purpose of this article is to analyse the global nonwovens market and the state of the nonwovens market in Kazakhstan, as well as the factors influencing the properties of finished nonwovens. To achieve this goal, the article uses such research methods as literature review, case studies.

Keywords: nonwovens, nonwovens market, insulation materials, thermal insulation material, sheep wool.

МРНТИ 64.33.14

И.С. Ким[1]– *основной автор*, **В.М. Джанпаизова[2], О.В. Метелева[3]** ©

[1]Магистр, ст. преподаватель,
[2]Канд. хим. наук, ассоциированный профессор,
[3]Д-р техн. наук, профессор

ORCID *[1]https://orcid.org/0009-0006-7054-9818 [2]https://orcid.org/0000-0002-4356-0257*
[3]https://orcid.org/0009-0000-2247-4037

[1]Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан
[2]Университет имени Ж.А. Ташенова, г. Шымкент, Казахстан
[3]Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново, Россия

@ *[1]vasmir1@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/HQHT3557

ИССЛЕДОВАНИЕ РЫНКА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПАЛЬТОВО-АССОРТИМЕНТНОЙ ГРУППЫ ДЛЯ ЖЕНЩИН СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследования, проведенного среди женщин среднего возраста в городе Шымкенте, с целью определения соответствия между спросом и предложением на пальтово-ассортиментную группу. Особое внимание уделяется средней возрастной группе, исследуя их модные предпочтения и ожидания. Сбор данных осуществлялся с помощью разработанной анкеты и методики опроса, ориентированной на женское население трудоспособного возраста. В процессе опроса выявлен наиболее предпочитаемый ассортимент верхней одежды и проведен сравнительный анализ ассортимента по четырем направлениям: вид изделия, силуэт, форма и длина, конструктивно-декоративные элементы и отделка. Определена значимость применения декоративной отделки, влияющей на привлекательность и функциональность пальтово-ассортиментной группы. В результате исследования разработана коллекция, отражающая современные требования рынка верхней одежды для среднего возраста, интегрируя инновационные дизайнерские решения и потребительские предпочтения.

Ключевые слова: дизайн костюма, верхний ассортимент, пальтово-ассортиментная группа, декор в одежде, средняя возрастная группа, коллекция.

Ким, И.С. Исследование рынка потребителей пальтово-ассортиментной группы для женщин среднего возраста [Текст] / И.С. Ким, В.М. Джанпаизова, О.В. Метелева // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.406-415. https://doi.org/10.55956/HQHT3557

Введение. На сегодняшний день современный рынок легкой промышленности Казахстана стоит на незначительном уровне, учитывая потенциал производства и переработку собственного сырья. В связи с этим, в первую очередь нужна трансформация подхода к промышленному

производству, а именно специалистов для современной швейной отрасли. Для этого необходимо пересмотреть образовательные программы вузов в легкой промышленности и дизайна. Следует в образовательной программе объединить и добавить такие дисциплины как менеджмент и маркетинг в индустрии моды, брендинг в дизайн одежды, креативное мышление, дизайн мышления. Так как время идет вперед, технологии идут вперед, необходимо следовать параллельно этому времени, креативно подходить к проблемам производства, решать проблемы путем анализа и маркетинга производства одежды. До сегодняшнего дня легкая промышленность и дизайн – это как две параллели. Есть необходимость в создании образовательной программы, где дисциплины легкой промышленности и дизайна будут актуализированы вместе. В последствии выйдет такой специалист, который сможет проводит маркетинговые исследования рынка промышленного производства одежды. И на основе исследования видеть перспективу будущей промышленной коллекции для массового производства с различными вариациями, трансформации, силуэта, цветовой гаммы, конструкции, технологии и декоративной отделки. В таких условиях будут усиления в конкуренции на мировом рынке, где мода Казахстана получит особое развитие и станет одним из средств воздействия на потребителей.

Исходя из всеобщих требований производства одежды (особенно сбыта), мода используется как форма организации спроса на новую продукцию. При создании новых актуальных товаров одежды акцент делается на внешние характеристики продукта, привлекающие потребителя и позволяющие созерцать его. В этом случае истинная ценность одежды, как потребительского блага демонстрируется через ряд вариаций: выбор стиля, фасона, силуэта, декоративной конструкции, цвета и материала изделия. Это один из сложных этапов создания современной, конкурентоспособной одежды. Это связано с тем, что материалы оказывают существенное влияние не только на потребительские характеристики, но и на стоимость и внешний вид изделия [1,2]. На сегодняшний день в области выбора комплекта материалов для женщин средней возрастной группы решены проблемы, связанные с тем, как оценить выбор комплекта материалов для изделий по критериям, обеспечивающим выпуск продукции по физико-механическим свойствам материала, качеству, цвету, отделки для дальнейшего запуска в технологический процесс. Однако вопрос научно обоснованной дифференциации материалов для изделий с различными составами, цветами и фасонами для определенной категории женщин, а именно среднего возраста (44-60 лет), что особенно важно при разработке промышленных коллекций пальтово-ассортиментной группы для женщин этой категории, исследован недостаточно, поэтому на данном этапе является актуальным [3]. В связи с этим возникает необходимость прогнозирования удовлетворенности женщин при выборе пальтово-ассортиментной группы с декоративными элементами с целью своевременного реагирования на рыночный спрос.

Условия и методы исследований. Одним из главных критериев исследования является поиск знаний или процесс изучения определенных факторов для выявления результатов и решения конкретных задач. Таким образом, для исследования и выявления удовлетворенности средней возрастной группы женщин, пальтово-ассортиментной группы одежды, был применен метод анкетирования. Данный метод является наиболее эффективным и универсальным способом для выявления мнений и настроений потребителей [2].

Для получения предварительных данных использовалось «пилотное исследование», с целью изучения дальнейших обширных этапов исследования. Поскольку это «пилотное исследование», объем выборки не рассчитывался. Таким образом, в соответствии с правилами проведения подобного исследования, респондентами являлись женщины различного социального, материального и культурного статуса. Так как для планируемой целевой группы женщин, необходимо представить все значимые категории, для выявления наиболее точных критериев создания промышленной коллекции пальтово-ассортиментной группы. В связи с этим респонденты представляли все соответствующие категории планируемой целевой группы. Опрос проводился в режиме онлайн и офлайн в торговых центрах, магазинах и бутиках города Шымкента. В ходе опроса был определен возраст большинства опрошенных: 37% – в возрасте до 24 лет, 29% – в возрасте 25-34 лет, 16% – в возрасте 35-44 лет, 13% – в возрасте 45-54 лет и 5% – в возрасте 55 лет и старше. Все они являлись жителями города Шымкента.

Для расчета объема выборки использовались данные на 1 января 2022 г, согласно которым в городе Шымкент проживает 1192120 человек, из них женщин 616 477. Общее количество опрошенных женщин разного возраста за период с 13 января 2022 г. по 17 сентября 2022 г. составило 388 женщин. От этого количества были отобраны анкетные данные средней возрастной группы в возрасте 35-44лет – 16%, в возрасте 45-54 лет – 13%. Исходя, из этого получается, в опросе участвовали женщины средней возрастной группы 29% – 113 респондентов.

Из предложенных статистических зависимостей выбрана следующая формула:

$$n=(t^2\cdot N\cdot d^2)/(\Delta^2\cdot N+t^2\cdot d^2) \quad (1)$$

где: n – объем выборки, чел.; t – коэффициент доверия, определяется в зависимости от того, с какой вероятностью надо гарантировать результаты выборочного обследования; d^2 – дисперсия изучаемого признака (принимается максимально возможное значение 0,25); N – число единиц генеральной совокупности; Δ – предельная ошибка выборки (2-6% или 0,02-0,06).

Конкретные значения коэффициента доверия t для различных степеней вероятности определяются с помощью функции А.М. Ляпунова представленной в таблице 1.

Таблица 1

Коэффициент доверия в зависимости от вероятности

t	Вероятность	*t*	Вероятность
0,0	0,0000	2,0	0,9545
1,0	0,6827	2,5	0,9876
1,5	0,8664	3,0	0,9973

$$n=(2^2\cdot 0{,}25^2\cdot 113)/(0{,}05^2\cdot 113+2^2\cdot 0{,}25^2)=2{,}825/0{,}5325=5{,}32\approx 6 \text{ человек} \quad (2)$$

Таким образом, при уровне доверительности 95% и предельной ошибки выборки 5%, объем ошибки выборки составил 6 человек. Проведенные расчеты показывают, что реально в опросе участвовало 107 респондентов.

Предварительное исследование в данной целевой группе показало, что интерес к современной моде у опрошенных сохраняется. Что дает

возможность создания перспективных, современных промышленных коллекций пальтово-ассортиментной группы. Из этого следует, что для данной категории женщин интерес к современной моде на верхнюю одежду с применениями декоративных элементов по-прежнему сохраняется.

Анализ выбора определенного спектра действий, выявления наилучших критерий для проектирования промышленной коллекции пальтово-ассортиментной группы проводилось с помощью анкеты-опроса. Анкета-опросник заполнялась со слов респондентов, а в случае интернет-рассылки [8] самими опрашиваемыми, таким образом анализ определенных критерий зависит от выбора потенциальных клиентов. Результат исследований в социальных опросах, во многом зависит от определения выборки совокупности объектных элементов.

В ходе исследования была составлена специальная стандартная анкета, которая содержит 10 вопросов с открытыми и закрытыми вариантами ответов [12].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате опроса путем анкетирования были получены следующие ответы. Первый вопрос: «Какой вид вы предпочитаете из верхнего ассортимента одежды?» [4]. От респондента требовалось дать одну из шести категорий ответов: а) пальто длинное; б) полупальто; в) сюртук; г) бушлат; д) тренчкот; е) пиджаки, жакеты; ж) свой вариант.

Ответы распределились следующим образом:

– 18% пальто длинное;
– 21% полупальто;
– 13% сюртук;
– 8 %бушлат;
– 11% тренчкот;
– 20% пиджаки, жакеты;
– 9 % свой вариант.

Результаты опроса представлены на рисунке 1.1.

Рис. 1.1. Вид верхнего ассортимента одежды

Второй вопрос: «Какой цвет в верхней одежде предпочитаете?». От участников опроса требовалось выбрать одну из четырех категорий ответов: а) яркие насыщенные (красный, желтый, зеленый, синий, охра, бордовый); б) темные (черный, серый, фиолетовый, коричневый); в) пастельные тона (розовый, бежевый, пудра, бледно-желтый, лавандовый, мятный, белый); г) другой вариант (укажите цвет).

Ответы распределились следующим образом:

– 37% яркие насыщенные (красный, желтый, зеленый, синий, охра, бордовый);

– 20% темные (черный, серый, фиолетовый, коричневый);

– 27% пастельные тона (розовый, бежевый, пудра, бледно-желтый, лавандовый, мятный, белый);

– 16% другой вариант (укажите цвет).

Результаты опроса представлены на рисунке 1.2.

КАКОЙ ЦВЕТ В ВЕРХНЕЙ ОДЕЖДЕ ПРЕДПОЧИТАЕТЕ?

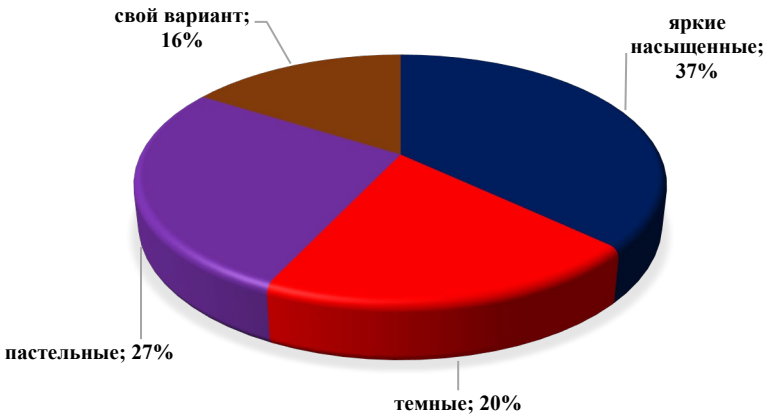


Рис. 1.2. Цвет верхней одежды

Далее вопрос был поставлен следующим образом: «Какие критерии при выборе одежды для вас имеют наибольшее значение?». От участника опроса необходимо было установить приоритеты, расположив категории предпочтений в порядке убывания: а) цена; б) волокнистый состав материала; в) марка производителя (бренд); г) качество изготовления; д) качество посадки; е) конструктивные решения.

В большинстве случаев ответы были размещены следующим образом:

а) качество изготовления;

б) цена;

в) качество посадки;

г) волокнистый состав материала;

д) конструктивные решения;

е) марка производителя (бренд).

Один из основных вопросов формулировался следующим образом: «Предпочитаете ли вы декоративные элементы (орнаменты) на верхней одежде?» От респондента ожидался выбор одного из трех вариантов ответа: «Да», «Нет», «Не знаю».

Таким образом, исследование показало, что 68% респондентов отдали предпочтение использованию декоративных элементов, 23% участников опроса вызвали недовольство применение декора в изделии, а 9% дали противоречивые ответы. Из этого следует, что большинство опрашиваемых были довольны применением декора в верхней одежде. В связи с этим, можно сделать вывод, что в данной целевой группе женщин в настоящее время сложно найти стильную и современную верхнюю одежду, соответствующую модным тенденциям и характеризующуюся умелым использованием декоративных элементов в изделии.

В заключение был задан следующий вопрос: «В какой частиверхней одежды предпочитаете применение декора?». Предлагались следующие варианты ответов: а) в верхней части; б) нижней части; в) ассиметрично, г) симметрично; д) на рукавах; е) по спинке, полочке; ж) на воротнике, з) свой вариант.

Ответы распределились следующим образом:

– 19% в верхней части;
– 17% нижней части;
– 5% ассиметрично;
– 16% симметрично;
– 11 % на рукавах;
– 16% по спинке, полочке;
– 9 % на воротнике;
– 7 % свой вариант.

Результаты опроса представлены на рисунке 1.3.

Рис. 1.3. Применение декора

Заключение. В ходе последних исследований в области художественного проектирования модной одежды, включая разработку промышленных коллекций пальтово-ассортиментной группы, была выявлена

необходимость использования художественных систем типа «композиционное формообразование» и «декорирование» [10]. Для разработки структурной организации одежды с использованием метода композиционного формообразования, необходим доступ к информации пожеланий и выбору потребителей в области верхней одежды, таких как выбор силуэтов, цветовой гаммы, декоративных элементов и стилевых аспектов. Авторы [13] ранее отмечали об особенностях разработки промышленных авторских коллекций, рассматривая методы, типы и основные этапы оформления авторских коллекций. Поэтому задачей нашего дальнейшего исследования является разработка промышленной коллекции пальтово-ассортиментной группы с применением декоративных элементов для средней возрастной группы женщин [14,15]. На рисунке 1.4. представлены эскизы коллекции пальтово-ассортиментной группы в стиле эклектика.

Проведенные маркетинговые исследования методом анкетирования позволили сделать следующие выводы:

– в качестве верхнего ассортимента одежды женщины средней возрастной группы большее предпочтение отдают – полупальто, 21%;

– по выбору цветовой гаммы основное количество респондентов предпочтение отдают ярким насыщенным цветам 37%;

– анкетирование показало, что 68% респондентов предпочитают в верхней одежде применение декора, с его расположением в верхней части, придавая одежде элегантность, красоту и востребованность.

По результатам исследований были созданы эскизы моделей одежды для данной целевой группы женщин в стиле эклектика, включающих в себя изделия, которые были признаны потребителями, наиболее востребованными на рынке благодаря их фасону, силуэту, цветовой гамме, конструкции, форме и использования декора.

Рис. 1.4. Эскизы коллекции пальтово-ассортиментной группы в стиле эклектика

Список литературы

1. Виниченко, И.В. Потребительские предпочтения населения как исходная информация при проектировании одежды [Текст] / И.В. Виниченко, Е.А. Баландина // Современные исследования социальных проблем. – 2011. – Т.7. – №3.
2. Килошенко, М.М. Прогноз моды: поиск основной переменной продолжается [Текст] / М.М. Килошенко // Директор. – 2007. – №5 (95).
3. Кузьмичев, В.Е. Художественно-конструктивный анализ и проектирование системы «фигура-одежда» [Текст]: учебное пособие / В.Е. Кузьмичев, Н.И. Ахмедулова, Л.П. Юдина. – Иваново: ИГТА, 2010. – 300 с.
4. Коробцева, Н.А. Исследование предпочтений в выборе одежды [Текст] / Н.А. Коробцева, О.В. Ваниева // Дизайн и технологии. – 2015. – № 49. – С. 17-23.
5. Hines, T. Marketing in the fashion industry. Comprehensive research for industry specialists. Fashion Marketing: ContemporaryIssues. – Grevcov Books, 2011. – 416 p.
6. Сорокина, Н.Л. Связь дизайна и маркетинга. Важность изучения потребителя для дизайнера одежды [Текст] / Н.Л. Сорокина // Архитектон: известия вузов. – 2011. – № 34.
7. ГОСТ 17037-85 Изделия швейные. Термины и определения [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2010. – 10 с.
8. Бескоровайная, Г.П. Новый подход к маркетинговым исследованиям в производстве одежды [Текст] / Г.П. Бескоровайная, Н.М. Назарова, Ю.П. Макарова // Швейная промышленность. – 2010. – № 5. – С. 36-38.
9. Hughes, Kristin. Design to Promote Agency and Self-efficacy trough Educational Game in Beyond Barble and Mortal Kombat: New Perspectives on Girls and Games. – Cambrige, Ma: MIT Press, 2008. – 231-246 p.
10. Jenny, Ubale The Basics Fashion Design. Textiles and fashion. – Singapore: Production by AVA Book Production Pte. Ltd., 2008. – 183 p.
11. Meirelles, I. Design for Information: An Introduction to the Histories, Theories, and Best Practices Behind Effective Information Visualizations. – US.: Rockport, 2013. – 225 p.
12. Easey, M. Fashion Marketing / 3rd Edition. – UK.: Wiley Blackwell, 2009. – 260 p.
13. Ким, И.С. Особенности разработки концепции промышленных авторских коллекции как способ творческой самореализации для дизайнеров [Текст] / И.С. Ким, Г.С. Кенжибаева, В.М. Джанпаизова, А.А. Купенова, Г.И. Дайрабаева, К.А. Есенбаева, Б.П. Торебаев // Журнал Изв. Вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020. – № 4 (388). – С. 148-152.
14. Faerm S. Fashion Design Course: Principles, Practice, and Techniques: A Practical Guide for 2012. – [?]. – 152 p.
15. [?] Aspiring Fashion Designers. – CA.: Barron's, 2010. – 144 p.

Материал поступил в редакцию 22.09.24

И.С. Ким[1], В.М. Джанпаизова[2], О.В. Метелева[3]

[1]М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан
[2]Ж.А. Ташенов атындағы Университет, Шымкент қ., Қазақстан
[3]Иваново мемлекеттік политехникалық университеті, Иваново, Ресей

ОРТА ЖАСТАҒЫ ӘЙЕЛДЕРГЕ АРНАЛҒАН ПАЛЬТО-АССОРТИМЕНТ ТОБЫНЫҢ ТҰТЫНУШЫЛАР НАРЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Бұл мақалада пальто-ассортимент тобына сұраныс пен ұсыныс арасындағы сәйкестікті анықтау мақсатында Шымкент қаласындағы орта жастағы әйелдер арасында жүргізілген зерттеу нәтижелері келтірілген. Олардың сән

қалаулары мен үміттерін зерттей отырып, орта жас тобына ерекше назар аударылады. Деректерді жинау еңбекке қабілетті жастағы әйелдерге бағытталған анкетамен сауалнама әдістемесінің көмегімен жүзеге асырылды. Сауалнама барысында сыртқы киімнің ең қолайлы ассортименті анықталды және төрт бағыт бойынша ассортиментке салыстырмалы талдау жүргізілді: өнім түрі, силуэт, пішіні мен ұзындығы, құрылымдық және сәндік элементтер мен әрлеу. Пальто-ассортимент тобының тартымдылығы мен функционалдығына әсер ететін сәндік әрлеуді қолданудың маңыздылығы анықталды. Зерттеу нәтижесінде инновациялық дизайн шешімдері мен тұтынушылардың қалауын біріктіретін орта жастағы сыртқы киім нарығының заманауи талаптарын көрсететін жинақ әзірленді.

Тірек сөздер: костюм дизайны, жоғарғы ассортимент, пальто-ассортимент тобы, киімдегі декор, орташа жас тобы, коллекция.

I.S. Kim[1], V.M. Janpaizova[2], O.V. Meteleva[3]

[1]M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Zh.A. Tashenov University, Shymkent, Kazakhstan
[3]Ivanovo State Politechnical University, Ivanovo, Russia

MARKET RESEARCH OF CONSUMERS OF THE COAT RANGE GROUP FOR MIDDLE AGE WOMEN

Abstract. This article presents the results of a study conducted among middle-aged women in the city of Shymkent in order to determine the correspondence between supply and demand for the coat assortment group. Special attention is paid to the middle age group, exploring their fashion preferences and expectations. Data collection was carried out using a developed questionnaire and survey methodology aimed at the female population of working age. During the survey, the most preferred range of outerwear was identified and a comparative analysis of the assortment was carried out in four directions: product type, silhouette, shape and length, structural and decorative elements and decoration. The importance of the use of decorative finishes affecting the attractiveness and functionality of the coat assortment group has been determined. As a result of the research, a collection has been developed that reflects the modern requirements of the middle-aged outerwear market, integrating innovative design solutions and consumer preferences.

Keywords: costume design, top assortment, coat assortment group, decor in clothes, middle age group, collection.

References

1. Vinichenko I.V., Balandina Ye.A. Potrebitel'skiye predpochteniya naseleniya kak iskhodnaya informatsiya pri proyektirovanii odezhdy [Consumer Preferences of the Population as Initial Information in Clothing Design] // Sovremennyye issledovaniya sotsial'nykh problem [Modern Studies of Social Problems], 2011. Vol. 7, No. 3, [in Russian].
2. Kiloshenko M.M. Prognoz mody: poisk osnovnoy peremennoy prodolzhayetsya [Fashion Forecast: The Search for the Main Variable Continues] // Direktor, 2007. No. 5 (95), [in Russian].
3. Kuz'michev, V.Ye., Akhmedulova, N.I., Yudina, L.P. Khudozhestvenno-konstruktivnyy analiz i proyektirovaniye sistemy «figura-odezhda» [Artistic and Constructive Analysis and Design of the “Figure-Clothing” System]: textbook. – Ivanovo: IGTA, 2010. – 300 p., [in Russian].
4. Korobtseva N.A., Vaniyeva O.V. Issledovaniye predpochteniy v vybore odezhdy [Research of preferences in choosing clothes] // Dizayn i tekhnologii [Design and technologies], 2015. No. 49. P. 17-23, [in Russian].

5. Hines, T. Marketing in the fashion industry. Comprehensive research for industry specialists. Fashion Marketing: ContemporaryIssues. – Grevcov Books, 2011. – 416 p.
6. Sorokina N.L. Svyaz' dizayna i marketinga. Vazhnost' izucheniya potrebitelya dlya dizaynera odezhdy [The relationship between design and marketing. The importance of consumer research for a clothing designer] // Arkhitekton: izvestiya vuzov [Architecton: news of universities], 2011. No. 34, [in Russian].
7. GOST 17037-85 Izdeliya shveynyye. Terminy i opredeleniya [Sewing products. Terms and definitions]. – Moscow: Standartinform, 2010. – 10 p., [in Russian].
8. Beskorovaynaya G.P., Nazarova N.M., Makarova YU.P. Novyy podkhod k marketingovym issledovaniyam v proizvodstve odezhdy [A New Approach to Marketing Research in Clothing Production] // Shveynaya promyshlennost' [Sewing Industry], 2010. No. 5. P. 36-38, [in Russian].
9. Hughes, Kristin. Design to Promote Agency and Self-efficacy trough Educational Game in Beyond Barble and Mortal Kombat: New Perspectives on Girls and Games. – Cambrige, Ma: MIT Press, 2008. – 231-246 p.
10. Jenny, Ubale The Basics Fashion Design. Textiles and fashion. – Singapore: Production by AVA Book Production Pte. Ltd., 2008. – 183 p.
11. Meirelles, I. Design for Information: An Introduction to the Histories, Theories, and Best Practices Behind Effective Information Visualizations. – US.: Rockport, 2013. – 225 p.
12. Easey, M. Fashion Marketing / 3rd Edition. – UK.: Wiley Blackwell, 2009. – 260 p.
13. Kim I.S., Kenzhibayeva G.S., Dzhanpaizova V.M., Kupenova A.A., Dayrabayeva G.I., Yesenbayeva K.A., Torebayev B.P. Osobennosti razrabotki kontseptsii promyshlennykh avtorskikh kollektsii kak sposob tvorcheskoy samorealizatsii dlya dizaynerov [Features of the development of the concept of industrial author's collections as a way of creative self-realization for designers] // Zhurnal Izv. Vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti [Magazine Izvestiya. Vuzov. Tekhnologiya tekhnologiya promishlennosti], 2020. No. 4 (388). P. 148-152, [in Russian].
14. Faerm S. Fashion Design Course: Principles, Practice, and Techniques: A Practical Guide for 2012. – [?]. – 152 r.
15. [?] Aspiring Fashion Designers. – CA.: Barron's, 2010. – 144 p.

ҒТАМР 64.33.81

Т.Н. Сулейменова[1] – *негізгі автор,*
Н.М. Көбеева[2], Н.А. Бекбергенова[3]

[1]*Техн. ғылым. канд.,* [2,3]*Магистрант*

[1]*https://orcid.org/0009-0000-5362-3621*

[1,2,3]*М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Университеті, Шымкент қ., Қазақстан*

[1]*suleimenovatigu@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/VXKM1876

ТАЛШЫҚТЫ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗАРА БАЙЛАНЫСЫ

Аңдатпа. Мақалада тоқыма өндірісінде кеңінен қолдалынатын көптоннажды талшықты материалдардың құрылым ерекшеліктері, өндіру барысындағы технологиялық үрдістердің жағдайына байланысты құрылымы мен қасиеттерінінің өзара байланыстылығы қарастырылады. Шикізат түріне, талшықты материалдарды қалыптау әдісіне байланысты талшықтар мен жіптерде пайда болатын ақауларға, кеуектерге сипаттама беріледі. Балқыма, ерінді әдістермен қалыптасатын талшықты материалдардың өндіру тәсілдеріне байланысты сапалық көрсеткіштеріне сипаттама беріледі.

Мақалада талшықты материалдардың технологиялық үрдістері жіптердің әртүрлі ұзындықта өтетіндігі айтылады. Қасиет көрсеткіштерін анықтайтын әдістер қарастыру керектігі айтылады. Белгілі бір ұзындықта анықталатын көрсеткіштердің жұмыс жағдайын келтіретін есептемелер қажет етіледі. Қасиеттер көрсеткіштерін анықтайтын әдістер қарастыру қажеттілігі айтылады. Қарастырылатын әдістер технологиялық сатыларды имитация жасайтын, мүнкіндігінше технологиялық үрдістерге жақын болуы тиіс екендігін білдіріледі.

Тірек сөздер: талшық құраушы полимер, талшық, жіптер, ақаулар, кеуектер, қасиет.

Сулейменова, Т.Н. Талшықты материалдардың құрылымы мен қасиеттерінің өзара байланысы [Мәтін] / Т.Н. Сулейменова, Н.М. Көбеева, Н.А. Бекбергенова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.416-422. https://doi.org/10.55956/VXKM1876

Кіріспе. Бүгінде бастапқы полимерлер түрлері мен құрылымы, алыну тәсілдері, әртүрлі ассортиментте және қолданылуы бойынша көптеген жіптер өндіріледі.

Басқа полимерді материалдарға қарағанда жіптер бірқатар ерекшеліктерге ие, оның ішіниде кіші геометриялық өлшемдер (қалыңдығы 5-100 мкм) және талшыққұраушы полимерлер макромолекулаларының қабаттығы мен тізбекті құрылымына байланысты және қасиеттерінің анизотропиялығы, жіптердің біросьті бағытталуы мен жоғары құрылым реттілігі. Нәтижесінде, жіптердің беріктігі мен қаттылығы, иілгіштігі ж.т.б. ось бойынша жоғары (және көлденеңінде кіші) [1,3].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Текстильді жіптердің құрылымы мен қасиеттері талшықты материалдардың өндіру тәсілдерімен және әдістерімен анықталады. Яғни, қалыптау үрдістеріне (полимерлер балқымасы, ерітінді немесе дисперсиясы), бағдарлап созу, термиялық өңдеу және басқа қосымша операцияларымен анықталады.

Жіптер құрылымы бойынша келесілерге бөлінеді: элементарлы, құрама, кесілген, текстуриленген және иірілім жіптер. Ең көп өндірілетін құрама жіптер.

Негізгі зерттеу объектілер ретінде өнеркәсіпте өндірілетін химиялық талшықтар мен жіптер таңдалынады: балқыма қалыптау әдісімен қалыптанатын полиэфирді (лавсан) және полиамидті (капрон); ерітінді әдіс бойынша қалыптасатын вискозды. Зерттеу объектілердің осылай таңдалуы әртүрлі үзындықтағы үзілу сипаттамаларының тәуелділік байланыстарын анықтауға байланысты. Зерттеу әдістері стандарттық жабдықтарында электронды микроскоп көмегімен жүргізілді.

Текстильді жіптер көлемінде иірілім жіптер үлкен мөлшерде өндіріледі. Иірілім жіп кескінінде талшықтар саны әртүрлі шектерде аутқиды. Көлденең кескіні – шеңберге жақындайтын дұрыс емес овал. Иірілім жіптің ерекшелігіне жіп бетіндегі талшық ұштары (түктігі) жатады.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Жіптер мен бұйымдардың өлшемдері, құрылымы және сапалық көрсеткіштері техникалық регламент және басқа нормативті-техникалық құжаттармен нормаланады, онда сапалығын бағалау әдістері мен материалдарды сапалық градацияларға (сорт, күйі, қатарлар ж.т.б.) бөлінуі бекітіледі.

Негізінде жіптер сапасын бағалау олардың жалпы қасиеттеріне негізделеді. Сырт түрлерінің ақаулары (тазалығы және т.б.), элементарлы жіптердің үзілген саны және нормативті майланулары бойынша жіптердің сапалық градациялары анықталады (ең төменгі көрсеткіш). Бірақ, бекітілген сынама ұзындығында (500 немесе 250 мм) анықталатын механикалық қасиеттер көрсеткіштері мен олардың біркелкі еместігі, жіптердің қайта өңдеу шарттары мен қолдануын ескермейді (түрлі ұзындықтағы жіптер шарттарын). Сонымен қатар, қолдалынатын ақауларды анықтау әдістері мен қасиеттер тексіздіктері жіптер сапалығы бойынша жеткілікті объективті ақпарат бермейді [2].

Барлық жіптерде көптеген ақаулар кездеседі, олар жіптердің қасиеттеріне әртүрлі әсерін тигізеді. Ақаулар талшықтарды өндіру үрдісінде (шикізат ақаулары) немесе қайта өңдеу үрдістерінде пайда болады [7]. Текстильді жіптердің негізгі ақау түрлері 1-кестеде келтірілген.

Визкозды жіптердің ақаулары [4], ацетатты [5], полиакрилонитрилды [6,7] жұмыстарда кеңінен қарастырылған. Біршама жұмыстар балқыма жолдармен алынатын (полиамидті, полиэфирді, және т.б.) жіптердің ақауларына арналған.

Ерітінді жолмен қалыптасқан жіптердің негізгі ақауларын диаметр біркелкі еместігі, ерітіндідегі және тұндыру ваннадағы механикалық қоспалар, гель тәрізді бөліктер, кеуектер, жабысқан заттар құрайды [4,5]. Балқыма әдісімен қалыптасқан жіптерге диаметр тексіздігі, жарылыстар, ластанулар тән. Иірілген жіптерде қалыңдықтар мен жіңішке аймақтар, ширату ақаулары, ісінген аймақтар, қосалқы заттар, түйіндер т.б. жатады.

Кесте 1

Текстильді жіптердің негізгі ақаулары

р/с	Жіп түрлері	Талшықтар ақаулары	Жіптер ақаулары
1	Құрама жіптер	Қоспалар, қалыңдауы, бөлінуі, сынуы, жыртылуы, ісінуі, гель-бөліктері, шытынауы, қисықтанауы, жарылуы, бұралуы, кеуектер, ойыңқылар, сығылуы, зақымдалған талшықтар	Элементарлы жіптердің үзілуі, топтық үзілулер, ісіну, жабысқан заттар, қоспалар, маландырғыштар, қалыңдықтар, жіңішкелінуі, түйіндер, бұралыңқылық, қисықтанауы, дақтар
2	Иірілген жіп	Кір қоспалар, тері заттары, жгуттар, түйіндер, улюк, жабысқан жерлері, үзілген, зақымдалған талшықтар	Қалың жерлер, жіңішке жерлер, түйіндер, үлпек түйіндері, ширату ақаулары, бұранқылар, ісіну жерлері, ілмектер, ширатылымдар

Талшықты материалдардың барлық құрылым деңгейдегі (молекулярдық, үстүнгі молекулярдық және микродеңгейде) гетерогендік пен құрылым ақаулары кездеседі.

Барлық талшықты материалдарда өлшемдері әртүрлі кеуектер мен жарылған аймақтары кездеседі. Талшықты материалдардың кеуектілігі шикізат түрлеріне, қалыптау әдісі мен режимдеріне, өңделу жолдарына (кептіру, термосозу және т.б.) байланысты.

Балқыма әдісімен қалыптасқан жіптерде кеуектер аз. Кеуектілігі жоғары жіптерге сулы әдіс бойынша қалыпталған жіптер жатады. Әрбір жіп түріне өлшемі мен орналасуы бойынша өзіндік кеуектер кездеседі [1]. Біршама талшық түрлерінде кездесетін кеуектер көлемі бойынша деректер 2-кесте келтіріледі.

Кесте 2

Талшықты материалдардың кеуектері

Жіптер	Кеуек көлемі $см^3/г$	Жіптер	Кеуек көлемі $см^3/г$
Полиэтилентерефталатты	0,009	Вискозды	0,016-0,039
Полиамидті	0,014	Триацетатты	0,015
Полипропиленді	0,021	Диацетатты	0,003
Поливинилспиртті	0,025-0,029	Углеродты	0,05-0,3

Талшықты материалдардың қасиеттерінің біркелкі еместігі жіптердің ақаулығы мен құрылымының біркелкі еместігін сипаттайды.

Дәстүрлі түрде қасиеттер біркелкі еместігі вариациялық коэффициентпен анықталады. Вариациялық коэффициент шамалары стандарттармен регламенттелінеді.

Көрсеткіштердің вариациялық коэффициентті жинақ шамаларының ортақ арифметикалық шамадан аутқуын бағалайды. Дегенмен, жіптердің үзу сипаттамалары түрлі ұзындықта әр қилы болады. Әдетте бұл шама 1-20% аралығында болады.

Иіру өнімдерінің қасиеттерін зерттеу барысында көбінде сызықтық тығыздық бойынша вариациялық коэффициентке көп көңіл бөлінеді. Бұл көрсеткіш геометриялық құрылымдық біркелкі емес екендігін сипаттайды. Иірілім жіптердің сызықтық тығыздығы бойынша біркелкі еместігі кездемеде ақаулы жолақшалар, кедір бұдыр аймақтарын береді.

Спектральді талдау бойыша біркелкі еместік көрсеткіш жұмыс органдардарының конструкциясы мен режимдерін, өндірілетін өнім қасиетіне әсерін тигізеді. Соның нәтижесінде технологиялық жабдықтарды реттеуге және ағымдағы жөндеулерді жүргізуге болады.

Иіру өнімдерінің біркелкі емес көрсеткішінің зерттеу ұзындығына байланысты өзгеруін біркелкі емес градиет сипаттайды. Көбінде, көпшілік иірілім жіптерде жіп ұзындығы ұлғайған сайын біркелкі емес градиент кемиді.

P-l диаграммасынан жіптердің қасиеттерін бағалау үшін келесі әдіс қолдалынады:

$$\Delta A = ŋPolo - ŋPl \quad (1)$$

мұнда: P – үзу жүктемесі; l – үзу барысындағы ұзаруы; η – зерттеу барысындағы диаграмма толықтығы; $ŋPolo$ – шартты түрде ақаусыз жібінің үзу жұмысы.

Үзу жұмысының азаюы жіп өніміндегі ақауларына байланысты. ΔA шамасымен бір әдіспен жасалатын (қалыптанатын) жіптердің ақауларын бағалауға ұсынылады.

Элементарлы жіптердің беріктігі бойынша біркелкі еместігін құрама жіптердің акустикалық әдісмен бағалауға да болады. Сынау барысында жеке элементарлы жіптердің үзілуге дейін созу барысындағы қирауын нақты түрде байқауға болады. Бірмезетте бірнеше жіп үзілген жағдайда тіркейтін жабдықтағы амплитуда импульсының өсуі байқалады. Бұл әдіс элементарлы жіптері шектеулі санынан тұратын құрама жіптерде қолдануға болады.

Қандай да бір қасиеттің біркелкі еместігі туралы ақпарат сол қасиеттің үйлестіру функциясына алуға болады. Үйлестіру функция әртүрлі факторлар әсерінен зерттелінетін қасиеттің ықтималды-статистикалық моделі болып табылады. Негізінде, теориялық үйлестіруді таңдау барысында, іс жүзінде алынатын империялық мәліметтерге сүйенеді.

Кейбір жұмыстарда талшықтар мен жіптердің ақаулары және механикалық қасиеттері бойынша біркелкі еместігі беріктік көрсеткіштің масштабтық коэфициенті бойынша жүргізіледі.

Беріктіктің статистикалық теориясы бойынша дененің қирауы ақаулы құрылым жерден басталады. Денедегі ақаулардың қауіптілігі бойынша орналасуы статистикалық сипатта болады (ең қауіпті ақаулар аздау кездеседі).

Талшықты материалдардағы өлшемі және қауіпті дәрежелігі бойынша ақаулар кездейсоқ орналасқандықтан зерттелінетін сынама беріктігі қысқыш аралық ұзындыққа тәуелді.

Беріктіктің жасшатбтық тәуелділігі көміртекті, арамидті және басқа да талшықтар мен жіптерде анықталған. Көптоннажды талшықтар мен жіптердің үзу сипаттамалар көрсеткіштері қарастырылмаған.

Технологиялық қайта өңдеу және пайдалану барысында жіптер периотты өзгермелі күштер әсерінен деформацияланады, ал кей жағдайларда қирайды. Сыртқы әсерлерден қирау үрдісі ең осал аймақтардан басталады.

Талшықты материалдарда кездесетін әртүрлі ақаулар мен элементарлы звено құрылыстарындағы бұзышулықтар макромолекула құрылысына біркелкі емес аймақтарға негіз болады. Ал ол талшықтардың үстіңгі молекулярдық деңгелерде көрінеді. Жақын тәртіптіліктің бұзылуы молекулалық байланыстардың толық іске асырылмауына себеп болады, нәтижесінде «әлсіз жерлер» құралады, онда қарқынды деформациялық үрдістер өтеді, содан кейін қирау үрдісі орын алады.

Талшық құрылымы аз реттелінген жағдайда ол жүктеу үрдісінде көп дәрежеде өзгереді. Бұл жағдайда терең құрылымдық қайта құру үрдістері өтеді. Кей жағдайда қайтымсыз. Толығымен бағдарланбаған талшықтар жүктелу үрдісінде қосымша бағытталуы мүнкін.

Талшықтардың микроқұрылымы белгілі мөлшерде деформациялық қасиеттеріне әсер етеді. Әр түрлі бағыттағы ядро мен қабықтың (оболочка) болуы талшықтың қасиеттерінің екі түрлі қабаттардан тұратын композициялық жүйенің бір түрі ретінде деформациялануына әкеледі. Элементарлы жіптердің көлденең кескін формасы мен беті бастапқы полимер шикізатына, алыну шарты мен әдісі жіптер қасиетіне әсерін тигізеді.

Бағдарланған полимерлер (талшықты материалдар, қабықтар) құрылымының гетерогенділігі мен ақау аймақтарының болуы тізбектердің үзілуі ең үлкен ақаулы аймақтардан болған жерлерде шоғырланып микрожарықтар пайда болуына әкеледі. Ақаулар және микрожарықтар саны полиэтилен, поликапроамидта, полиэтилентерефталатта және табиғи жібектен жасалған талшықтарды деформациялау процестеріндегі өлшеулер бойынша I $см^3$-ке $1 \cdot 10^{15}$ шамасында бағаланады.

Микрожарықтардың пайда болуы кернеулердің шоғырлануына алып келеді және микроқирау ошағының өсуіне алып келеді. Микрожарықтардың бір бөлігі құрылымның ең ақаулы аймақтарында интенсивті түрде өседі, бір бөліктері бір бірімен бірігеді. Нәтижесінде, сынама кескінідегі ең осал жерінде магистральді жарықтар пайда болады. Ол сынаманың соңғы қирауына әкеледі.

Талшықты материалдардың қирау аймағында кернеу асқан жерлерде кернеулердің өсуі деформациялық процестердің жүруіне ықпал етеді.

Көлденең гетерогенділік және қауіпті ақаулардың болуы үзу сипаттамаларының орта деңгейлері мен біркелкі еместігін анықтайды. Ақаулардың әсері талшықты материалдардың қауіпті ақаудың таралу кезеңі сынама үлгінің ұзындығына сәйкес болған жағдайда артады, демек, үлгінің ұзындығының азаюымен үзілу сипаттамаларының орташа деңгейі және олардың біркелкі емес көрсеткіші артады. Бірақ бұны қолданыстағы стандарттар есепке алмайды (бекітілген сынама ұзындығында L=500 мм жіптердің сапалығын регламенттейтін үзілу барысындағы беріктік пен деформация бойынша вариациялық коэффициент).

Құрама жіптер мен иірілген жіптердегі талшықтардың, элементарлі жіптердің көлденең гетерогенділігі мен біркелкі еместігі (неравномерность) көрсеткіштер қасиеттерінің орташа шамасына әсерін тигізеді, бірақ практикалық тұрғыдан қасиеттердің бойлық біркелкілігіне әсер етпейді, көбінде, бұған талшықтар арасындағы адгезиялық өзара әрекеттесудің болуы (үйкеліс күштері), иірілген жіптерде ерекше көрінеді; сонымен қатар талшықты материалдардың беттік өңделуі, жіптер мен жіптердің құрамдас бөліктері арасында бір тұтастық көрінеді.

Қасиет көрсеткіштерінің біркелкі еместігі түрлі үйлестіру теориялық функциялармен сипатталынады. Жиі нормальді, нормальді логарифмді, экспоненциальды үйлесу және 1-ші және 3-ші экспериментальді шама үйлесуі қолдалынады.

Нормалді (Гаусово) үйлестіруде қарастырылатын біркелкі емес көрсеткіш тәуелсіз кіші әсерлердің (аутқуларды) нәтижесі болып табылады. Логарифмді нормальді үйлестіруде қарастырылатын шаманың біркелкі емес көрсеткішін көп санды тәуелсіз әсерлер (аутқулар) нәтижесі болып табылады. Әсерлер бір-бірінен тәуелсіз және тұрақты қарқындылықпен жүрген жағдайда,

бір әсерден (ауытқудан) туындаған шаманың біркелкілігі, экспоненциалды таралумен сипатталады.

1-ші және 3-ші типтегі экстремалды шамалардың таралуы әлсіз немесе берік байланыс модельдеріне негізделген. Егер әлсіз сілтеме моделіне сәйкес келетін және сол жақта шегі бар 3 типті үлестіру болса Вейбуллдың екі немесе үш параметрлік таралуы жиі қолданылады. Әр түрлі жіптердің қасиеттерінің біркелкі шамасының эксперименттік гистограммалармен немесе үлестіру функцияларымен сипатталады, онда белгілі бір дәрежеде жуықтау дәрежесімен жоғарыда аталған теориялық үлестірулермен жуықталады. Көбінесе қалыпты үлестіру және екі немесе үш параметрлі Вейбулла үлестіру функциялары қолданылады.

Қорытынды. Барлық жіптерге (талшықтарға, құрама жіптерге және иірілген жіптерге) құрылым гетерогендік пен барлық деңгейде ақаулық тән. Құрылым гетерогендік ұзына бойы және көлденеңіне де болады. Химиялық жіптерге көлденеңді гетерогендік тән. Ол қалыптау аймақтардың физикалық өрістерінің тексіздігімен байланысты құрылымдық бойындағы гетерогендік әлсіздеу көрінеді, себебі физикалық өрістер стационарды болып табылады.

Егер қалыптасатын балқыма немесе ерітінді берілетін кезде машина органы себебінен немесе жіптерді машина органдарына тасымалдау (мысалы, жаңа қалыптасқан жіптерді жайғастыру барысынды) периотты ауытқитын болса, белгілі дәрежеде гетерогендік көрінеді. Иірілім жіптерге негізінен көлденең гетерогендік тән, ол иірілім жіптердің аймақтарындағы талшықтардың әр түрлі орналасуымен байланысты. Ақаулар механикалық қасиеттерге, тексіздікке және өңдеу процестерінің өтуіне әсерін тигізеді.

Әдебиеттер тізімі

1. Перепелкин, К.Е. Структура и свойства волокон [Текст] / К.Е. Перепелкин. – М.:Химия, I985. – 208 с.
2. Зябицкий, А. Теоретические основы формования волокон [Текст] / пер.с англ. под ред. К.Е. Перепелкина. – М.:Химия, 1979. – 504 с.
3. Перепелкин, К.Е. Физико-химические основы процесса формования химических волокон [Текст] / К.Е. Перепелкин. – М.:Химия, 1978. – 320 с.
4. Папков, С.П. Фязико-химичеокие основы формования искусственых и синтетических волокон [Текст] / С.П. Папков. – М.:Химия, 1970. – 312 с.
5. Юркевич, В.В. Технология производства химических волокон [Текст] / В.В. Юркевич, А.Б. Пакшвер. – М.:Химия, 1987. – 304 с.
6. Сорокин, Е.Я. Неравномерность свойств химических волокон [Текст] / Е.Я. Сорокин, К.Е. Перепелкин. – М.:НИИТЭХИМ, 1975. – 36 с.
7. Перепелкин, К.Е. Дефектность и гетерогенность микроструктуры химических нитей и их влияние на свойства [Текст] / К.Е. Перепелкин, А.Т. Серков, Т.М. Иванцова и др. – М.: НИИТЭХИМ, 1986. – 48 с.

Материал редакцияға 24.09.24 түсті.

Т.Н. Сулейменова[1], Н.М. Көбеева[1], Н.А. Бекбергенова[1]

[1]Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г.Шымкент, Казахстан

ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. В статье рассмотрена взаимосвясь структуры и свойств многотоннажных волокнистых материалов широко применяемых в текстильной и

швейной промышленности. Даны характеристики дефектности и неравномерности свойств, а также пористость волокнистых материалов в зависимости от способа формования. Даны оценочные характериатики волокнистых материалов формуемые способами из расплава и раствора.

Работа нитей в технологическом процессе осуществляется при различных длинах. Указывается на необходимость разработки методов оценки качества нитей приближенных к процессам переработки. Рассматриваемые методы по возможности должны имитировать технологический процесс.

Ключевые слова: волокнообразующий полимер, волокно, нити, дефектность, пористость, свойства.

T.N. Suleimenova[1], N.V. Kobeeva[1], N.A. Bekbergenova[1]

[1]M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

THE RELATIONSHIP BETWEEN STRUCTURE AND PROPERTIES OF FIBROUS MATERIALS

Abstract. The paper considers the relationship between the structure and properties of multitoned fibre materials widely used in the textile and clothing industry. Characteristics of defectiveness and non-uniformity of properties, as well as porosity of fibrous materials depending on the method of moulding are given. Estimated characteristics of fibrous materials moulded by melt and solution methods are given.

The work of yarns in the technological process is carried out at different lengths. The necessity of development of methods of yarns quality estimation close to the processing is pointed out. The considered methods should simulate the technological process if possible.

Keywords: fiber-forming polymer, fiber, filaments, defects, porosity, properties.

References

1. Perepelkin, K.E. Struktura i svojstva volokon [Structure and properties of fibers]. – Moscow: Chemistry, Í985. – 208 p., [in Russian].
2. Zyabitsky, A. Theoretical foundations of fiber formation [Theoretical basis of fiber formation] / translated from English under the editorship of K.E. Perepelkin. - Moscow: Chemistry, 1979. - 504 p., [in Russian].
3. Perepelkin, K.Ye. Fiziko-khimicheskiye osnovy protsessa formovaniya khimicheskikh volokon [Physicochemical foundations of the process of forming chemical fibers]. – Moscow: Chemistry, 1978. – 320 p., [in Russian].
4. Papkov, S.P. Fyaziko-khimicheokiye osnovy formovaniya iskusstveniykh i sinteticheskikh volokon [Physicochemical foundations of forming artificial and synthetic fibers]. – Moscow: Chemistry, 1970. – 312 p., [in Russian].
5. Yurkevich, V.V., Pakshver A.B. Tekhnologiya proizvodstva khimicheskikh volokon [Technology of production of chemical fibers]. – Moscow: Chemistry, 1987. – 304 p., [in Russian].
6. Sorokin, Ye.YA., Perepelkin, K.Ye. Neravnomernost' svoystv khimicheskikh volokon [Uneven properties of chemical fibers]. – Moscow:NIITEKHIM, 1975. – 36 p., [in Russian].
7. Perepelkin, K.Ye., Serkov, A.T., Ivantsova, T.M. et al. Defektnost' i geterogennost' mikrostruktury khimicheskikh nitey i ikh vliyaniye na svoystva [Defectiveness and heterogeneity of the microstructure of chemical threads and their influence on properties]. – Moscow: NIITEKHIM, 1986. – 48 p., [in Russian].

ҒТАМР 64.41.14

Л.Х. Юсупова[1] – *негізгі автор*, ©
Г.К. Елдияр[2], Г.Б. Джумабекова[3], С. Мунасипов[4], Б. Абзалбекұлы[5]

[1]Магистр, [2,3,5]PhD, [4]Канд. техн. наук, профессор

ORCİD
[1]https://orcid.org/0000-0002-1269-042X [2]https://orcid.org/0000-0002-7459-0870
[3]https://orcid.org/0000-0002-6375-3128 [4]https://orcid.org/0009-0009-8590-348X
[5]https://orcid.org/0000-0002-9552-0388

[1,3,4,5]М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан
[2]М.Әуезов атындағы, Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан

@ *[1]laura_yu@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/DIPU2854

ЖАСӨСПІРІМДЕРГЕ АРНАЛҒАН АЯҚ КИІМНІҢ ҮСТІНГІ БӨЛІГІНІҢ МАТЕРИАЛДАР ПАКЕТІНІҢ ТҰТЫНУШЫЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ТАЛДАУ

Аңдатпа. Мақалада жасөспірімдерге арналған аяқ киімнің материалдарының тұтынушылық қасиеттерін зерттеу нәтижелері берілген. Аяқ киім үстінің бөлшектеріне арналған материалдар пакетінің эксплуатациялық және эргономикалық сипаттамалары қарастырылады.

Тірек сөздер: тұтынушылық қасиеттері, жасанды материалдар, композиттік былғары, жасанды былғары, материалдардың құрылымы, материал жүйелері, материалдардың қасиеттері, материалдар пакеті.

Юсупова, Л.Х. Жасөспірімдерге арналған аяқ киімнің үстінгі бөлігінің материалдар пакетінің тұтынушылық сипаттамаларын талдау [Мәтін] / Л.Х. Юсупова, Г.К. Елдияр, Г.Б. Джумабекова, С. Мунасипов, Б. Абзалбекұлы // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.423-431. https://doi.org/10.55956/DIPU2854

Кіріспе. Жасөспірімдерге арналған аяқ киімге қойылатын талаптардың күрделі жиынтығы табиғи және синтетикалық былғарыны кеңінен қолдану, өндіріс процестерін үнемі жетілдіруді және материалдардың қасиеттеріне қойылатын талаптарды мұқият негіздеуді қажет етеді. Дайын аяқ киімнің сапасына материалдың гигиеналық қасиеттері жасөспірімдердің жетіліп келе жатқан ағзасына әсер ететін маңызды факторлардың бірі. Бұйым сапасына қойылатын талаптар аяқ киімнің түріне және қолданылу мақсатына байланысты материалдар пакетін дұрыс таңдауды қамтамасыз етуі керек [1].

Нарықта Қытайдан келетін арзан былғары бұйымдары, оның ішінде сапасыз аяқ киімдердің пайда болуына байланысты тұтынушылық көрсеткіштерді анықтау өзекті мәселенің бірі болып табылады. Кейбір мәліметтерге қарағанда, Қытайдан келетін аяқ киім жалпы импорттың шамамен 80%-ын құрайды. Нарықта жасөспірімдерге ұсынылған аяқ киімдердің тұтынушылық қасиеттерін мұқият талдауды және бақылауды

қажет етеді. Аяқ киімді пайдалану кезінде тұтынушылар аяқ киімнің сапасыздығына, тез тозуына және материалдардың табанды терлетіп, иіс шығаруы сияқты ақауларына шағымданады. Тұтынушыға материалдардың үлкен ассортиментін таңдау және сатып алу кезінде олардың сапасын дұрыс бағалау қиындыққа соғады. Аяқ киімнің үстіңгі бөлшектері үшін (жұлық, қоныш, тілшік, астарлық бөлшектер және аралық бөлшектер) жасанды, синтетикалық және композициялық материалдар кеңінен қолданылады.

Нарықта құны төмен аяқ киімдердің сыртқы көрінісі тартымды және аяқ киім нарығында танымал тауарлардың тауашасында ұсынылған. Материалдар құрылымы табиғаты жағынан әртүрлі талшықтардан тұратын жасанды және синтетикалық былғарылар аяқ киім бөлшектері үшін кеңінен қолданылады. Мұндай материалдарды пайдалану еңбек өнімділігін арттырады, былғары шикізатын үнемдейді және бұйымның өзіндік құнын төмендетеді. Аяқ киімнің тұтынушылық қасиеттерін зерттеу, адам үшін экологиялық және гигиеналық қауіпсіздікті бағалау, әсіресе еліміздің өскелең ұрпағы үшін өте өзекті [2].

Өнім сапасын кешенді бағалау үшін функционалдық және тұтынушылық көрсеткіштер: эргономикалық, эстетикалық, экологиялық және беріктік қолданылады.

Аяқ киімнің гигиеналығы мен жайлылығы ең маңызды тұтынушылық қасиеттері болып табылады, бұл аяқтың жұмысына және демалуына ықпал етеді. Тұтынушылық талаптарға сай келмейтін аяқ киім көп жағдайда табан мен жалпы ағзаның қалыпты жұмысын бұзудың көзі болып табылады. Аяқ киімнің тұтынушылық сипаттамаларын бағалау үшін, физиологиялық көрсеткіштерді бір мезгілде тікелей өлшеу арқылы ең аз мәндерін анықтау қажет. Мұндай көрсеткіштерге аяқ киімді қолдану барысында ішкі микроклиматын құрал-саймандармен анықтайтын физиологиялық сипаттамалар, яғни аяқ киімдік микроклимат жатады [3].

Аяқ киімнің үстіңгі бөлшектеріне арналған материалдардың гигиеналық қасиеттерінің негізгі көрсеткіштеріне бу өткізгіштігі мен ылғал сорғыштық қасиеттері жатады [4].

Аяқ киімнің ішіндегі кеңістікте ылғалдың бу тәрізді жиналуы адамның хал-жағдайына кері әсерін тигізеді. Бұйымды қолдану барысында сыртқы және ішкі факторлардың тигізетін әсері оның барлық тұтыну мерзімінде жоғары деңгейде қорғайды.

Хроммен иленген аяқ киімнің жылдам тозу себептерінің бірі үстіңгі бөлшектердің материалдарының дымқылдануы мен оның кебу үдерітері жатады. Материалдардың бұл үдерістерінің көп ретті қайталануы мен циклдығы аяқ киімнің бұрмалануына, материалдың иілгіштігін төмендетуге және аз деформациялануына әкеліп соғады. Соның салдарынан былғарының сыртқы бетінде қыртыстар, сызаттар, жарықтар пайда болып, аяқ киім өз пішінін жоғалтады [5,6].

Бұл жұмыс жасөспірімдерге арналған аяқ киімнің материалдар пакеттерінің тұтынушылық қасиеттерін зерттеулердің жалғасы болып табылады. Зерттеу жұмысының мақсаты жасөспірімдер аяқ киіміне арналған материалдардың гигиеналық қасиеттерінің көрсеткіштерін анықтау және материалдар пакетін жасау болып табылады.

Жасөспірімдерге арналған аяқ киім материалдарының сапасы көп жағдайда механикалық қасиеттеріне, ең бастысы олардың беріктігі мен деформациялануына тәуелді болады. Материалдардың мұндай көрстеткіштерін анықтау үшін бір-өсті немесе екі өсті созылу, сығу, иілу және т.б. әдістермен анықтауға болады. Іс жүзінде көп жағдайда үзу машинасында

бір өсті созу әдісі қолданылады. Алдыңғы зерттеу жұмыстарында хроммен иленген өгізше мен жартылай былғарыларды мысалға ала отырып, материалдардың қасиеттерін нейрондық желілер арқылы анықталды [7].

Л.П. Узакова, Ю.Ю. Жабборовтың зертеулерінде аяқ киімді жасауға арналған заманауи материалдардың түрлері мен олардың қасиеттері ғылыми тұрғыда негізделген. Сонымен қатар олардың зерттеу нәтижелері аяқ киміді жеңіл, берік және ыңғалйы етіп жасауға мүмкіндік береді [8].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеу нысандары ретінде ЖШС «Тараз былғары өңдеу зауыты» кәсіпорында өңделген табиғи, композитті және синтатикалық былғары үлгілері қолданылды. Сынақ үлгілері ретінде келесі материалдар зерттелді:

1-пакет $ТБ_1$: хроммен иленген ірі қара малдың жартылай былғары (МЕСТ 3717-84) және қой терісінен жасалған астарлық былғары (МЕСТ 939-88) қабылданды.

2-пакет $ТБ_2$: аяқ киім үстіне арналған нубук (ССТ 17-258-80) және ешкі терісінен жасалған астарлық велюр (ТШ 17-06-3-76).

3-пакет ($СВ_3$) аяқ киімдік синтетикалық велюр (ТШ 17-21-395-81) және астарлық синтетикалық былғары СК-4 (ТШ 17-21-436-82).

4-пакет ($ЭТЗ_4$) аяқ киімдік замша тәрізді Т-эластобылғары (ТШ 17-21-221-78) және астарлық Т-эластабылғары (ТШ 17-1297-75).

5-пакет ($КБ_5$) аяқ киімдік композициялық былғары (ГОСТ Р 58158-2018 «Обувь. Термины и определения» (ISO 19952-2005 негізінде модифицияланған) және астарлық синтетикалық былғары СК-4 (ТШ 17-21-436-82).

Материалдар пакеті 1-суретте келтірілген.

1-пакет 2-пакет 3-пакет

4-пакет 5-пакет

Сурет 1. Материалдар пакеттері

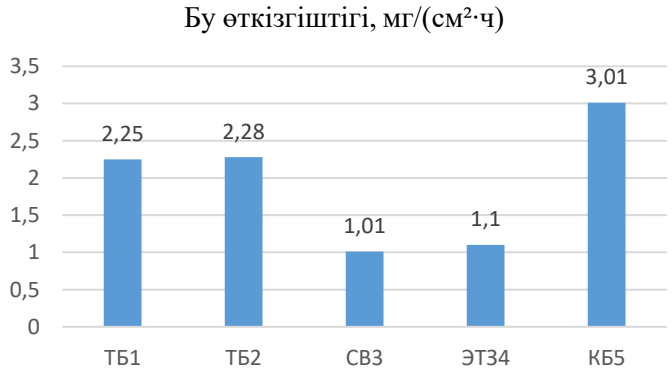
«Текстиль, материалтану және стандартизация» кафедрасының зертханасында ИСО 20344:2011 «Табанды жеке қорғау құралдары» «Сынау әдістері» стандартының 7.2 «Абсорбция мен десорбцияны анықтау» тармағына сәйкес аяқ киімдік материалдардың ылғал өткізгіштік және ылғал сіңіргіштігін қасиеттері зерттелді [12]. Ал материалдардың бу өткізгіштігі мен салыстырмалы бу өткізгіштік көрсеткіштері ГОСТ ISO 14268 стандартына сай анықталды.

Зерттеу нәтижелері. Зерттелген аяқ киімдік материалдардың зерттеу нәтижелеріне талдау барысында әр сынақ үлгілер тобындағы үш үлгінің орташа арифметикалық мәні алынды. Сынақ нәтижелерінің көрсеткіштерінің ауытқу қателігі 5%-дан аспады. Зерттеу нәтижелері 1, 2 кестеде және 2, 3, 4-суреттерде келтірілген.

Кесте 1

Сынама үлгілердің гигиеналық қасиеттерінің мәндері

Көрсеткіш	Аяқ киімнің үстінгі бөлігінің материалы				
	$ТБ_1$	$ТБ_2$	$СВ_3$	$ЭТЗ_4$	$КБ_5$
Бу өткізгіштігі, мг/(см²·ч)	2,25	2,28	1,01	1,1	3,01
Салыстырмалы бу өткізгіштігі, %	73	75	-	-	77,3
Ылғалдануы, %	143,19	141,8	80,79	81,64	145,0
Ылғал сіңіргіштігі, %	165,05	164,9	81,3	82,1	167,01
Гигроскопиялығы, %	15,70	15,2	7,5	7,3	12,6
Ылғалды шығару, %	15,22	15,11	7,31	2,30	12,84

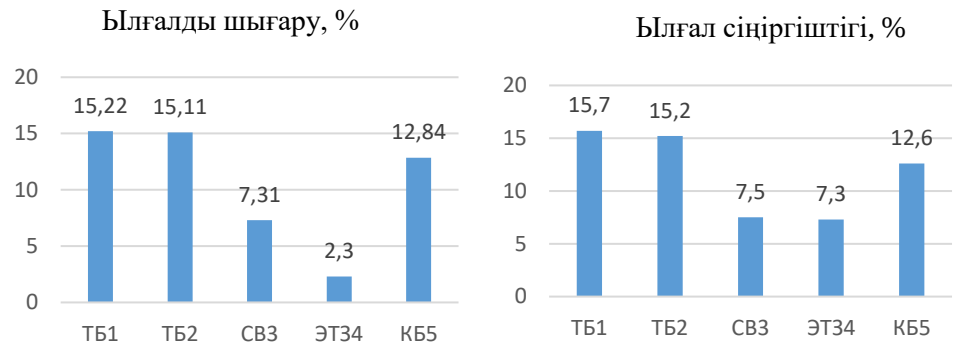


Сурет 2. Материалдардың бу өткізгіштік қасиеті, %

2 суреттегі диаграммаға сәйкес 5-нұсқадағы композициялық былғары $КБ_5$ үлгілерінің мәндері $ТБ_1$ бақылау үлгісінің көрсеткіштерінен: ылғалдануы 1,81%, ылғал сіңіргіштігі 1,96% жоғары екені анықталды. Бұл $КБ_5$ композициялық материалының табиғи былғарының құрылымына жақын келетінін көрсетеді. Композициялық сынақ үлгілерінің бу өткізгіштігі табиғи былғары $ТБ_1$, $ТБ_2$ үлгілердің мәндерінен қатты ауытқымайды. Табиғи және композициялық сынақ үлгілерінің ылғалдылық мәндері шамамен бір-біріне жуық, ал синтетикалық былғары үлгілердің мәндерінде ауытқушылық біршама байқалады. Сынама үлгілердің гигроскопиялығы мен ылғалды шығару көрсеткіштерінің мәндері де тура сондай ауытқушылық көрсетеді. Ылғалдану мен ылғал сіңіргіштік көрсеткіштері бойынша табиғи былғары мен композициялық материалдардың мәндері бір-біріне жуық шамада, ал синтетикалық былғары үлгілердің мәндері оларға қарағанда төмен

көрсеткіштерге ие болғандығы анықталды. Бұл композициялық материалдардың табиғаты әртүрлі болатын талшықтардан тұруымен түсіндіріледі [9]. Олардың талшықтарының құрылымы кеуекті және гидрофильді екені және олар жоғары бу өткізгіштік пен ылғал сіңіргіштік қасиеттеріне ие екенін сипаттайды.

Аяқ киімдік синтетикалық велюрдың құрылымы табиғи былғарыға жақын екені анықталды. Сондықтан синтетикалық былғарылардың бу өткізгіштік көрсеткіштері аяқ киімдік табиғи замшадан төмен көрсеткіштерімен ерекшеленеді. Табиғи және синтетикалық былғарылардың ылғалды шығаруы мен сіңіргіштігі шамамен ұқсайды (3-сурет).



Сурет 3. Материалдардың ылғалды шығаруы мен сіңіргіштік қасиеттері

Сурет 4. Материалдардың гигроскопиялық қасиеті, %

4-суреттегі диаграммаға бойынша, астарсыз аяқ киімге арналған синтетикалық велюрдің гигроскопиялық көрсеткіші аяқ киімдік табиғи замшаның мәндеріне жуық екені анықталды [10,11].

$СВ_3$ аяқ киімдік синтетикалық велюр, $ЭТЗ_4$ аяқ киімдік замша тәрізді Т-эластабылғары үлгілерінің ылғалдылық және гигроскопиялық мәндері шамамен бір-біріне жақын, бірақ табиғи былғары мен композициялық материалдың көрсеткіштерінен төмен және жасөспірімдердің аяқ киімнің үстіңгі бөлшектеріне гигиеналық талаптар бойынша қарастырмаған жөн (4-сурет).

Аяқ киімнің үстіңгі бөлшектері үшін беті тегіс табиғи хроммен иленген ірі қара малдың жартылай былғары (МЕСТ 3717-84), әр түрлі түсті

синтетикалық, жасанды және табиғи былғарылар зерттелді. Аяқ киімнің үстіңгі бөлшектеріне арналған материалдардың сипаттамаларын талдау және бағалау нәтижелерінен кейін жасөспірімдердің аяқ киімінің материалдар пакеті жасалды.

Зерттеу нәтижелерін талқылау. Сонымен композициялық былғарының құрылымы фибриалды талшықтардан құралуына байланысты табиғи былғарының қасиеттеріне жақын болатыны анықталды. Композициялық былғарының гигиеналық қасиеттері синтетикалық былғарының полимер жабынымен салыстырғанда, ауа өткізгіштік, гигроскопиялық, ылғал беру және тағы басқа кешенді сапа көрсеткіштерімен ерекшеленеді.

Астарлы материалдары үшін жасанды және синтетикалық былғары қолданылды. Жасөспірімдерге арналған аяқ киім материалдар пакетіне жалпы 5 сынама үлгілер 5 жүйесі зерттеліп, аяқ киімнің сыртқы, ішкі және аралық үстіңгі бөлшектеріне материалдар таңдалып конфекциялық карта жасалды (2-кесте).

Кесте 2

Аяқ киімнің үстіңгі бөлігінің дайындамаларының материалдар пакеттері

Материалдар пакетінің белгіленуі	Материалдар пакеті		
	сыртқы бөлшектерге арналған	астарлық бөлшектерге арналған	аралық бөлшектерге арналған
$ТБ_1$	хроммен иленген ірі қара малдың жартылай былғары МЕСТ 3717-84	қой терісінен жасалған астарлық былғары МЕСТ 939-88	Тик-саржа
$ТБ_2$	аяқ киім үстіне арналған нубук ССТ 17-258-80	ешкі терісінен жасалған астарлық велюр ТШ 17-06-3-76	бумазея-корд,
$СВ_3$	аяқ киімдік синтетикалық велюр ТШ 17-21-395-81	астарлық синтетикалық былғары ТШ 17-21-436-82	х/б полотно для межподкладки CASPER
$ЭТЗ_4$	аяқ киімдік замша тәрізді Т-эластобылғары ТШ 17-21-221-78	астарлық Т-эластобылғары ТШ 17-1297-75	Қатты саржа
$КБ_5$	аяқ киімдік композициялық былғары ТШ 17-21-436-82	астарлық синтетикалық былғары ТШ 17-21-436-82	Аралық бөлшек-ке арналған бөз

Тәжірибелік нәтижелерді статистикалық өңдеу іріктеменің қателігі 3-тен 10%-ға дейін ауытқиды, бұл алынған деректердің салыстырмалы біртектілігін көрсетеді. Тұтынушылық сипаттамаларына талдау композициялық және синтетикалық былғарыдан жасалған материалдар пакеттері, әдетте, қасиеттері жағынан табиғи былғарыдан және олардың негізінде жасалған аяқ киімнің үстінгі бөлігіне арналған материалдар пакеттерінен едәуір кем түспейтіні анықталды.

Қорытынды. Экономикалық тұрғыдан алғанда, композициялық және синтетикалық материалдардан жасалған аяқ киім өзіндік құны бойынша арзанырақ, талап етілген гигиеналық қасиеттерге ие болғандықтан, табиғи былғарыдан жасалған аяқ киіммен бәсекелесе алады. Дегенмен, үстіңгі бөлшектерге арналған материалдардың өнімділік сипаттамалары шынайы былғарымен салыстырғанда айтарлықтай төмен болады.

Композициялық былғары құны бойынша қымбат табиғи шикізатқа балама ретінде аяқ киім кеңінен қолданылады. Табиғи былғарыдан айырмашылығы, композициялық былғары табиғи компоненттерден тұрады, гипоаллергенді және синтетикаға тән артық иісі болмайды. Сондықтан, ол гигиеналық және тұтынушылық талаптарға жауап беретіндіктен, жасөспірімдер ағзасының белсенді өсу және жетілу кезеңінде аяқ киім өндірісінде қолдануға ұсынылады. Олай болса жасөспірімдерге арналған аяқ киімнің үстіңгі бөлшектеріне арналған композициялық материалдар табиғи былғарыдан жасалған аяқ кимідермен бәсекелесуі әбден мүмкін деген қорытынды жасалды.

Әдебиеттер тізімі

1. Лашковский, В.В. Детская и подростковая подиатрия современные подходы к диагностике и лечению заболеваний стоп [Текст] / В.В. Лашковский, А.Г. Мармыш // Новости хирургии. – 2011. – Т. 19. – №. 2. – С. 94-100.
2. Грдзелидзе, М.Г. Проблематика патологии стопы [Текст] / М.Г. Грдзелидзе, М.М. Шаламберидзе // Технології та дизайн. – 2013.
3. [?] Лабораторный практикум по текстильному материаловедению [Текст]. – М: Легпромбытиздат, 1986. – 344 с.
4. Джураев, А.М. Гидрофобная обработка бахтармяной стороны образцов кожи хромового дубления [Текст] / А.М. Джураев, Т.Ж. Кодиров, Г.А. Жураева // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. – 2023. – № 10 (115).
5. Пожидаев, Н.Н. Лобараторный практикум по Материаловедению изделий из кожи [Текст] / Н.Н. Пожидаев, Н.А. Гуменный. – М., Легкая индустрия, 1976. – 272 с.
6. Калита, А.Н. Справочник обувщика [Текст] / А.Н. Калита, А.И. Кобляков, Г.Н. Кукин и др. – М. Легпромбытиздат, 1988. – 437 с.
7. Yussupova L., Sokolovskiy A., Munasipov S., Kulkaeva L., Kunelbayev M. Prediction of strength properties of natural fiber-porous composites by neural networks // Materials Physics and Mechanics, 2021. Vol. 47, No. 4. P. 613-620.
8. Узакова, Л.П. Научное обоснование современных материалов для изготовления спортивной обуви [Текст] / Л.П. Узакова, Ю.Ю. Жабборов // Вестник науки. – 2022. – Т. 4. – №. 3 (48). – С. 196-203.
9. Юсупова, Л.Х. Разработка размерного ассортимента обуви для юношей призывного возраста Жамбылской области [Текст] / Л.Х. Юсупова, Г.Б. Джумабекова // Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Ташкентского института текстильной и лёгкой промышленности, на тему: «Soha korxonalari uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashda milliy va xorijiy tajribalar». – г. Ташкент, 2022. – С. 173-176.
10. Yussupova L.Kh., Abzalbekuly B., Baidildayeva A.K., Munasipov S.E. Development of size range of shoes for young men of Zhambyl region // The Journal of Almaty Technological University, 2023. No. 4. P. 18-22.
11. Jumabekova G., Baidildayeva A., Yussupova L. Study of the hygienic properties of leather for shoe uppers // Proceedings Book. 7th International Congress on Innovative Aspects for Leather industry. – IAFLI, 2023. – P. 18-22.
12. ГОСТР 12.4 .295 Средства индивидуальной защиты ног [Текст]. – Введ. 2017-12-26 .– Стандартинформ, 2018. – 51 с.

Материал редакцияға 25.09.24 түсті.

Л.Х. Юсупова[1], Г.К. Елдияр[2], Г.Б. Джумабекова[1], С. Мунасипов[1], Б. Абзалбекулы[1]

[1]Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан
[2]Южно Казахстанский университет имени М. Ауезова, г. Шымкент, Казахстан

АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАКЕТА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЕРХА ПОДРОСТКОВОЙ ОБУВИ

Аннотация. В статье представлены результаты исследования потребительских свойств материалов обуви для подростков. Исследуются эксплуатационные и эргономические характеристики пакета материалов для деталей верха обуви.

Ключевые слова: потребительские свойства, искусственные материалы, композитная кожа, искусственная кожа, структура материалов, системы материалов, свойства материалов, пакет материалов.

L.Kh. Yussupova[1], G.K. Yeldiyar[2], G.B. Jumabekova[1], S. Munasipov[1], B. Abzalbekuly[1]

[1]Taraz Regional University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan
[2]M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

ANALYSING THE CONSUMER CHARACTERISTICS OF A PACKAGE OF MATERIALS FOR THE UPPER OF TEENAGE SHOES

Abstract. The article presents the results of research of consumer properties of materials of footwear for teenagers. The operational and ergonomic characteristics of the package of materials for shoe upper parts are investigated.

Keywords: consumer properties, man-made materials, composite leather, artificial leather, material structure, material systems, material properties, material package.

References

1. Lashkovskiy V.V., Marmysh A.G. Detskaya i podrostkovaya podiatriya sovremennyye podkhody k diagnostike i lecheniyu zabolevaniy stop [Pediatric and adolescent podiatry modern approaches to diagnostics and treatment of foot diseases] // Novosti khirurgii [News of surgery], 2011. Vol. 19. No. 2. P. 94-100, [in Russian].
2. Grdzelidze M.G., Shalamberidze M.M. Problematika patologii stopy [Problems of foot pathology] // Tekhnologíí ta dizayn [Technologies and design], 2013. [in Russian].
3. [?] Laboratornyy praktikum po tekstil'nomu materialovedeniyu [Laboratory practical training in textile materials science]. – Moscow: Legprombytizdat, 1986. – 344 p., [in Russian].
4. Dzhurayev A.M., Kodirov T.ZH., Zhurayeva G.A. Gidrofobnaya obrabotka bakhtarmyanoy storony obraztsov kozhi khromovogo dubleniya [Hydrophobic treatment of the fleshy side of chrome-tanned leather samples] // Universum: tekhnicheskiye nauki : elektron. nauchn. Zhurn [Universum: technical sciences: electron. scientific magazine], 2023. No. 10 (115), [in Russian].
5. Pozhidayev, N.N., Gumennyy N.A. Lobaratornyy praktikum po Materialovedeniyu izdeliy iz kozhi [Laboratory workshop on materials science of leather goods]. – Moscow: Light Industry, 1976. –272 p., [in Russian].
6. Kalita, A.N., Koblyakov, A.I., Kukin, G.N. et al. Spravochnik obuvshchika [Shoemaker's Directory]. – Moscow: Legprombytizdat, 1988. – 437 p., [in Russian].
7. Yussupova L., Sokolovskiy A., Munasipov S., Kulkaeva L., Kunelbayev M. Prediction of strength properties of natural fiber-porous composites by neural networks // Materials Physics and Mechanics, 2021. Vol. 47, No. 4. P. 613-620.

8. Uzakova L.P., Zhabborov YU.YU. Nauchnoye obosnovaniye sovremennykh materialov dlya izgotovleniya sportivnoy obuvi [Scientific substantiation of modern materials for the manufacture of sports shoes] // Vestnik nauki [Bulletin of Science], 2022. Vol. 4. No. 3 (48). P. 196-203, [in Russian].
9. Yusupova, L.KH., Dzhumabekova, G.B. Razrabotka razmernogo assortimenta obuvi dlya yunoshey prizyvnogo vozrasta Zhambylskoy oblasti [Development of a size range of shoes for young men of conscription age in the Zhambyl region] // Sbornik trudov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu Tashkentskogo instituta tekstil'noy i logkoy promyshlennosti, na temu: «Soha korxonalari uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashda milliy va xorijiy tajribalar» [Collection of proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry, on the topic: “Soha korxonalari uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashda milliy va xorijiy tajribalar.”]. – Tashkent, 2022. P. 173-176, [in Russian].
10. Yussupova L.Kh., Abzalbekuly B., Baidildayeva A.K., Munasipov S.E. Development of size range of shoes for young men of Zhambyl region // The Journal of Almaty Technological University, 2023. No. 4. P. 18-22.
11. Jumabekova G., Baidildayeva A., Yussupova L. Study of the hygienic properties of leather for shoe uppers // Proceedings Book. 7th International Congress on Innovative Aspects for Leather industry. – IAFLI, 2023. – P. 18-22.
12. GOSTR 12.4 .295 Sredstva individual'noy zashchity nog [Personal protective equipment for legs]. – Introduced. 2017-12-26.– Standartinform, 2018. – 51 p., [in Russian].

МРНТИ 64.41.14

Ф.А. Бобоев[1] – *основной автор*, **М.У. Илхамова**[2], **Ж.Д. Ахмедов**[3]

[1]*PhD исследователь,* [2]*PhD, доцент,* [3]*Исследователь*

[1]*https://orcid.org/0009-0007-4339-845X* [2]*https://orcid.org/0000-0002-5383-8400* [3]*https://orcid.org/0000-0002-9787-5684*

[1,2,3]*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,*

г. Ташкент, Республика Узбекистан

[1]*malokhat_69_86@mail.ru*

©

https://doi.org/10.55956/JEWI3864

ПОДГОТОВКА ИСХОДНОЙ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕРХА СПЕЦОБУВИ В СРЕДЕ AUTOCAD

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы проектирования обуви строчечно-литьевого метода крепления, приводятся методика подготовки исходной графической информации и проектирование обуви в системе AutoCad.

Ключевые слова: автоматизация проектирования обуви, программное обеспечение, строчечно-литьевой метод, программа AutoCad.

Бобоев, Ф.А. Подготовка исходной графической информации и проектирование верха спецобуви в среде AutoCad [Текст] / Ф.А. Бобоев, М.У. Илхамова, Ж.З. Ахмедов // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.432-439. https://doi.org/10.55956/JEWI3864

Введение. Обувная промышленность на сегодняшний день представляет собой высокотехнологичное производство, активно использующее автоматизированное оборудование и специализированное программное обеспечение [1]. Опыт зарубежной обувной промышленности показывает реализацию возможностей современных информационных технологий, которая влечет за собой повышение качества и производительности труда, творческого потенциала работников, что в конечном итоге положительно сказывается на экономической эффективности производства [1-3]. В обувной промышленности, как и в других отраслях экономики, с каждым годом всё активнее разрабатывают и внедряют автоматизированные методы проектирования, которые являются одним из этапов эволюционного развития методик проектирования технологических процессов. Компьютерное проектирование моделей в обувном производстве находится на высоком уровне. Однако, в настоящее время широко используемые за рубежом САПР имеют высокую стоимость являются все еще недоступными для небольших фирм.

Условия и методы исследований. Основными тенденциями развития производства обуви в Узбекистане является создание новых и расширение ассортимента известных химических материалов, внедрение и развитие

перспективных технологий, в том числе литьевого метода крепления низа обуви. В производстве обуви литьевого крепления низа, доминирующим является строчечно-литьевой метод. Несмотря на сравнительно дорогостоящую литьевую оснастку, этот метод за счет высокой производительности и низкой трудоемкости сборки заготовок верха широко применяется для производства обуви стабильного ассортимента (специальная обувь, обувь спортивного типа) [4].

Качество обуви литьевого метода крепления формируется в процессе проектирования обуви. При производстве обуви литьевого метода крепления используются литьевые раздвижные колодки. Одним из основных факторов, влияющих на качественное литье, является правильно спроектированная и изготовленная в соответствии с технологическими нормативами объемная заготовка верха. При проектировании верха необходимо стремиться к тому, чтобы длина контура затяжной кромки приближалась периметру или длине контура втачной стельки. Для получения объемной заготовки втачную стельку соединяют с заготовкой верха оверлочным (однониточным) швом на машине фирмы «Штробель» [5]. Формование верха обуви при этом методе крепления производится путем одевания объемной заготовки на металлическую раздвижную колодку с подогревом, т.е. внутренним формованием.

Для осуществления внутреннего формования заготовка должна быть уменьшена в расчете на последующее растяжение при формовании. При одевании на раздвижную колодку заготовка уменьшенного размера растягивается на величину деформации заданного материала или системы материалов. В момент замыкания (раздвижения колодки) в переймах деформация не затруднена трением, там и происходит наибольшая вытяжка заготовки. Для обеспечения, заданного растяжения деталей верха объемной заготовки при формовании колодкой необходимо исключить возможность растяжения других составных заготовки, в частности втачной стельки. Это может быть достигнуто применением соответствующих материалов, исключающих растяжение стельки [5].

Результаты исследований и их обсуждение. В работе предложена методика проектирования обуви строчечно-литьевого метода крепления с использованием графической системы AutoCAD, которая является одним из мощных инструментальных средств, которое обеспечивает автоматизацию графических работ на базе современных. С помощью AutoCADa может быть построен любой чертеж, если только его можно начертить вручную. Каждую линию чертежа конструктор должен провести сам, как он это делает при «ручном» способе [6].

Последовательность подготовки исходной информации и построение деталей обуви в системе AutoCAD состоит из последовательных операций:

1. Обклеивание колодки молярным скотчем, нанесение граничных линий и линий модели;
2. Снятие слепка с колодки, наклеивание на бумагу;
3. Усреднение разверток боковых поверхностей колодки (оболочки);
4. Сканирование оболочки;
5. Ввод оболочки в систему AutoCAD;
6. Оцифровка оболочки с помощью сплайнов;
7. Построение конструктивной основы верха;
8. Построение линий припусков на швы и обработку;
9. Построение конструктивной основы подкладки;
10. Построение промежуточных деталей;

11. Деталировка шаблонов;
12. Распечатка или вырезание шаблонов деталей.

Для подготовки исходной информации при проектировании деталей верха с графической среды AUTOCAD, колодку обклеивают малярным скотчем -бумажной лентой с нанесенной клеевой пленкой. Лента располагается вдоль тела колодки таким образом, чтобы каждый последующий слой перекрывал предыдущий не менее чем на 10 мм и склеивался с ним. Для плотного облегания, лента разглаживается на колодке. По линии ребра следа колодки в пяточной и носочной частях образовываются замины ленты, их тоже нужно тщательно разгладить (рис. 1). На оболочку наносятся пограничные линии: средняя – по гребню колодки через наиболее выпуклую точку середины носочной части до грани следа колодки и середины стельки; заднюю – вдоль пяточного закругления до грани следа колодки и точки середины стельки, а также линию грани следа колодки.

Рис. 1. Оклеивание боковой поверхности и следа колодки клеевой бумажной лентой

В нашем примере – подошва со сложным фигурным бортиком, завышенным в носочной части. Имея на оболочке боковой поверхности колодки контур бортика можно определить место нахождения образования выпрессовок в следствии плотной стыковки заготовки верха на колодке с губками полуматриц литьевой пресс формы. По этой линии будет приклеиваться в дальнейшем двусторонняя скотч лента для предотвращения образования выпрессовок [7]. На рисунке 2 показано нанесение контура бокового обжима бортика. Так как способ внутреннего формования требует точного совпадения периметра стельки с периметром деталей, расположенных по стелечной грани колодки, для правильного расположения деталей верха в готовой обуви на следе колодки и верхе отмечают метки – ориентиры. Их положение соответствует положению деталей на стелечной грани колодки после сострачивания со стелькой.

На колодку со слепком наносятся модельные линии в соответствии с эскизной проработкой. После отработки конструктивных контуров модели оболочку снимают с колодки и распластывают на плотном листе бумаги. На рисунке 3 представлены эскиз проектируемой модели и нанесение линий модели.

Рис. 2. Нанесение контура бокового обжима – бортика подошвы

Рис. 3. Эскиз проектируемой модели и нанесение линий модели

Оболочка разрезается по передней и пяточным пограничным линиям, а также по контуру соединительного шва втачной стельки на внутреннюю и наружную поверхности и след, аккуратно снимают и распластывают на бумаге (рис. 4). Распластованные начинают с пяточной части, ориентируясь на длиннотно-габаритный размер колодки, который будет служить опорной поверхностью при распластывании.

Рис. 4. Распластывание оболочки колодки

Распластанная оболочка сканируется и вводится в графическую систему. Отсканированное изображение грунт-модели вставляют в рабочее поле экрана (рис. 5) командой *Raster Image Reference*>>падающего меню *Insert.*

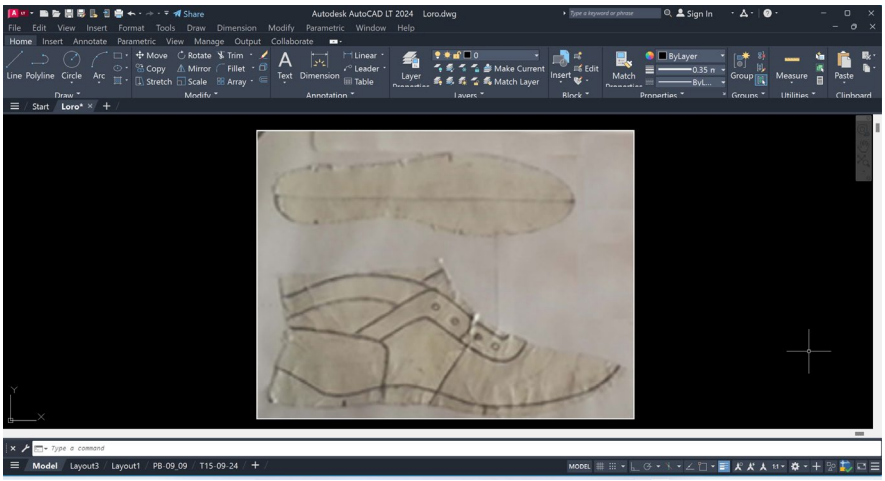


Рис. 5. Вставка отсканированной оболочки колодки в рабочее поле AutoCad

Построение деталей верха и подкладки выполняется в среде AutoCAD. По предлагаемой методике предварительно выполняется построение конструктивной основы деталей верха обуви с использованием наиболее эффективной на взгляд конструктора системы (графо-копировальной или итальянской школы ARS-sutoria) [6]. С помощью команд *Spline* и *Polyline* (из панели *Draw*) оцифровывают линии грунт-модели (рис. 6).

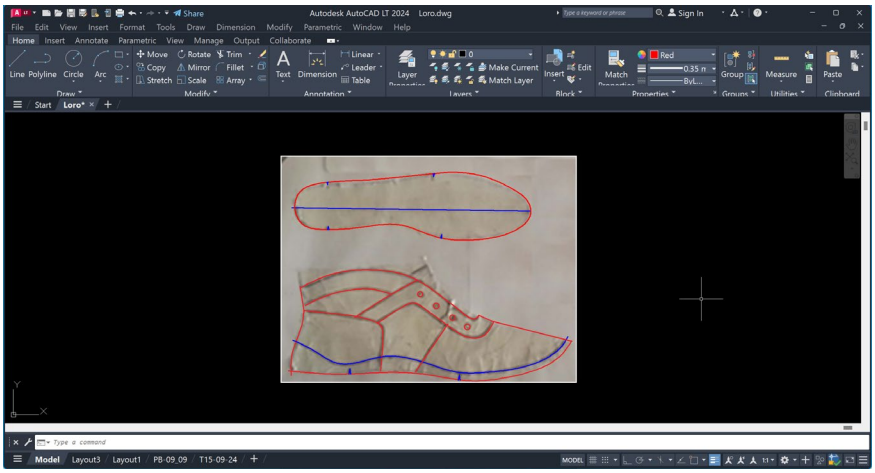


Рис. 6. Оцифрованная в AutoCADe грунт-модели верха

Проводится линия перегиба союзки через точку С’ и наиболее выпуклую точку носка Нв строится с помощью команды *Line.*

Для построения вспомогательных линий припусков на швы и обработку пользуются командой *Offset* (панель *Modify*) (рис. 7).

По грунт-модели верха строят конструктивную основу подкладки. Следует построить все детали с указанием припусков на обработку, с

нанесением линий наложения и декора, которые составляют конструкцию модели верха.

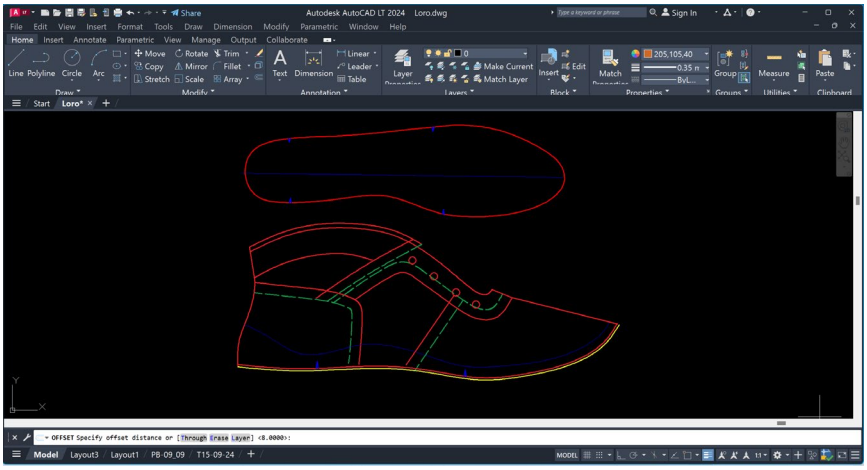


Рис. 7. Построение линий припусков командой Offset панели Modify

После выполнения построения конструктивной основы верха на неё переносят со слепка гофры-ориентиры, а затем вычерчивается припуск на сострачивание верха с втачной стелькой. Далее выполняется деталировка. Все детали верха необходимо сохранить в виде блоков командой *Create Block* в меню *Block* (рис. 8).

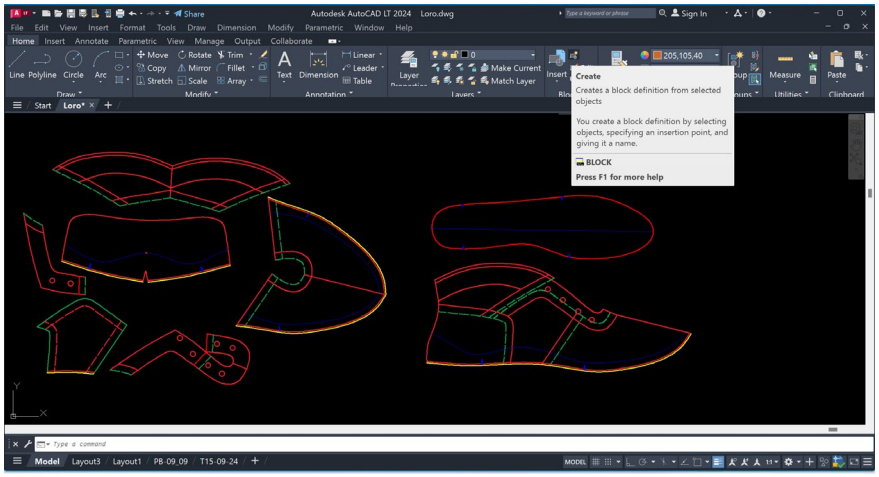


Рис. 8. Выполнение деталировки

И на последнем этапе производится распечатка или вырезание шаблонов деталей на плоттере с режущим ножом.

Заключение. Проектирование верха обуви в графической системе AUTOCAD позволяет значительно повысить эстетический и технический уровень проектируемой модели, способствует сокращению сроков и стоимости проектирования, качественно меняет труд проектировщика, обеспечивает использование цифровых методов решения задач.

В этих условиях оцениваемый экспертами эффект составляет от сокращения времени на 20% до его увеличения в 2 раза по сравнению с временем, необходимым при «ручном» способе [8].

При создании нового чертежа некоторое сокращение времени возможно за счет: «печати» текстовой информации вместо вырисовывания букв; полуавтоматической простановки размеров и построения различных припусков.

Список литературы

1. Butdee S., Tangchaidee K. Formulation of 3D shoe sizes using scanning camera and CAD modelling // Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 2008. Vol. 31. Issue 2.
2. Lai M.Y., Wang L.L. Automatic Shoe-Pattern Boundary Extraction by Image-Processing Techniques // International Journal of Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2008. Vol. 24. P. 217-227.
3. Татаров, С.В. Проблема новых методов проектирования и изготовления обуви [Текст] / С.В. Татаров, Н.В. Яковлева, Т.М. Сумарокова, П. Гросс // Журнал «Кожа & Обувь». – 2012. – № 2.
4. Александров, С.П. Производство рабочей и специальной обуви на литьевых агрегатах ВБ8МА [Текст] / С.П. Александров // Журнал «Кожевенно-обувная промышленность». – 2006. – № 4.
5. Карабанов, П.С. Теория и практика совершенствования технологии прямого литья низа на обувь [Текст]: монография / П.С. Карабанов, Т.А. Дмитриенко, А.В. Колесникова. – Саратов: Изд-во «Академия управления», 2016. – 206 с.
6. Основные методы проектирования обуви [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.znaytovar.ru/new529.html.
7. Илхамова, М.У. Сокращение образования отходов полиуретанового низа путем совершенствования способа производства обуви литьевого метода крепления [Текст] / М.У. Илхамова, Д.Т. Максудова, Ж.З. Ахмедов, Н.У. Ибрагимова // Журнал Композиционные материалы, 2020. – № 2. – С. 190-195.
8. Раджабова, Ш.Н. Совершенствование методики проектирования мужской обуви [Текст]: дисс. ... магистра: [?] / Ш.Н. Раджабова. – Ташкент, 2013.

Материал поступил в редакцию 25.09.24

Ф.А. Бобоев[1], М.У. Илхамова[1], Ж.З. Ахмедов[1]

[1]Ташкент тоқыма және жеңіл өнеркәсіп институты, Ташкент қ., Өзбекстан Республикасы

БАСТАПҚЫ ГРАФИКАЛЫҚ АҚПАРАТТЫ ДАЙЫНДАУ ЖӘНЕ AUTOCAD ЖҮЙЕСІНДЕ АРНАЙЫ АЯҚ КИІМІНІҢ ҮСТІҢГІ БӨЛГІНІҢ БӨЛШЕКТЕРІН ЖОБАЛАУ

Аңдатпа. Мақалада тігіспен бекіту әдісін қолданып аяқ киімді жобалау мәселелері қарастырылады, AutoCAD жүйесінде бастапқы графикалық ақпаратты дайындау және аяқ киімді жобалау әдісі қарастырылған.

Тірек сөздер: аяқ киім дизайнын автоматтандыру, бағдарламалық қамтамасыз ету, тігілмелі-құю әдіс, AutoCad бағдарламасы.

F.A. Boboev[1], M.U. Ilkhamova[1], J.Z. Akhmedov[1]

[1]Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan

PREPARATION OF INITIAL GRAPHIC INFORMATION AND DESIGN OF THE UPPER OF WORK SHOES IN THE AUTOCAD SYSTEM

Abstract. The article discusses the design of footwear using the stitch-molding method of fastening, provides a method for preparing the initial graphic information and designing footwear in the AutoCAD system..

Keywords: automation of shoe design, software, stitch-molding method, AutoCAD.

References

1. Butdee S., Tangchaidee K. Formulation of 3D shoe sizes using scanning camera and CAD modelling // Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 2008. Vol. 31. Issue 2.
2. Lai M.Y., Wang L.L. Automatic Shoe-Pattern Boundary Extraction by Image-Processing Techniques // International Journal of Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2008. Vol. 24. P. 217-227.
3. Tatarov S.V., Yakovleva N.V., Sumarokova T.M., Gross P. Problema novykh metodov proyektirovaniya i izgotovleniya obuvi [The problem of new methods of designing and manufacturing footwear] // Journal «Kozha & Obuv'» [“Leather & Shoes”], 2012. No. 2, [in Russian].
4. Aleksandrov, S.P. Proizvodstvo rabochey i spetsial'noy obuvi na lit'yevykh agregatakh VB8MA [Production of work and special footwear on VB8MA injection molding units] // Journal «Kozhevenno-obuvnaya promyshlennost'» [“Leather and Footwear Industry”], 2006. No. 4, [in Russian].
5. Karabanov, P.S., Dmitriyenko T.A., Kolesnikova A.V. Teoriya i praktika sovershenstvovaniya tekhnologii pryamogo lit'ya niza na obuv' [Theory and practice of improving the technology of direct casting of the bottom of shoes]: monograph. – Saratov: Publishing house “Academy of Management”, 2016. – 206 p., [in Russian].
6. Basic methods of shoe design [Electronic resource]. – Access mode: http://www.znaytovar.ru/new529.html.
7. Ilkhamova M.U., Maksudova D.T., Akhmedov ZH.Z., Ibragimova N.U. Sokrashcheniye obrazovaniya otkhodov poliuretanovogo niza putem sovershenstvovaniya sposoba proizvodstva obuvi lit'yevogo metoda krepleniya [Reducing the formation of polyurethane bottom waste by improving the method of manufacturing shoes using the injection molding method of fastening] // Journal Kompozitsionnyye materialy [Composite Materials], 2020. – No. 2. – P. 190-195, [in Russian].
8. Radzhabova, SH.N. Sovershenstvovaniye metodiki proyektirovaniya muzhskoy obuvi [Improving the methodology for designing men's shoes]: diss. ... Master's degree: [?]. – Tashkent, 2013, [in Russian].

ҒТАМР 30.19.21

Ә.Т. Жакаш[1] – *негізгі автор*, ©
Э.А. Джакашова[2], А. Есилханқызы[3]

[1]*Техн. ғылым. канд., доцент,* [2]*Магистр,* [3]*Магистрант*

ORCİD [1]*https://orcid.org/0000-0001-8685-9868* [2]*https://orcid.org/0000-0001-8827-0053*
[3]*https://orcid.org/0000-0001-5372-8976*

[1,2,3]*М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,*

Тараз қ., Қазақстан

@ [1]*zhakash58@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/VCNG9506

АВТОБАЛАНСИРЛЕР ҚОЗҒАЛЫСЫНЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ

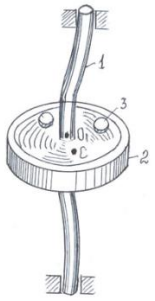
Аңдатпа. Динамикалық жүйелердің қозғалыстарына айналыстағы роторлар мен бірнеше маятниктердің синхронды қозғалыстарында жатқызуға болады. Айналыстағы роторларға икемді білікті теңгерілмеген дискілер мен автобалансирлер жатқызуға болады. Бұлардың қозғалыстарын математикалық тұрғыдан зерттеуде бірқатар қиындықтар бар. Сондықтан мұндай жүйелердің математикалық моделін құру және оны шешу маңызды мәселе болып табылады.

Тірек сөздер: тороидеальдық қуыс, теңгерілмеген дискі, статикалық момент, орнықтылық, Лагранж функциясы.

Жакаш, Ә.Т. Автобалансирлер қозғалысының математикалық моделі [Мәтін] / Ә.Т. Жакаш, Э.А. Джакашова, А. Есилханқызы // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.440-446. https://doi.org/10.55956/VCNG9506

Кіріспе. Айналмалы қозғалыс жасайтын дискілерде болатын дебалансты автоматты түрде теңгеретін балансирлердің мүмкін бір құрылымдық түрі 1-суретте көрсетілген. Бұл түрдегі балансир айналатын икемді білікке *1*, диск *2* бекітілген. Оның ауырлық ортасы, С нүктесі AO_1B білігінде жатпайды. Дискіге сұйық май құйылатындықтан ол цилиндрлік немесе тороидеальдық қуыс түрінде болып келеді. Май құйылған қуысқа екі шарик орналасқан. Олар айналу дискінің айналу жағдайына байланысты автоматты түрде дискінің қажетті жеріне орналасып дебалансты теңгеріп, біліктің тербелісін тоқтатып, оның тіректеріне берілетін динамикалық әсерді жояды.

Автобалансирлердің басқада конструкциялық варианттары болуы мүмкін. Мәселен, дискідегі қуастар мен шариктердің орнына, қандайда алшақтықпен білікке кигізілген сақина түрінде болуыда мүмкін. Төменде келтірілген автобалансирдің құрылымдық схемасын алғаш рет Е.Сирл ұсынған [1]. Мұндай балансирлер центрифуга типтес машиналарда қолданылады. Олар, әсіресе центрифугалардың ротоларының дебаланстары машинаның жұмыс істеу процестері кезінде өзгермелі болған кезде тиімді.



Сурет 1. Автоматты түрде теңгеретін балансир

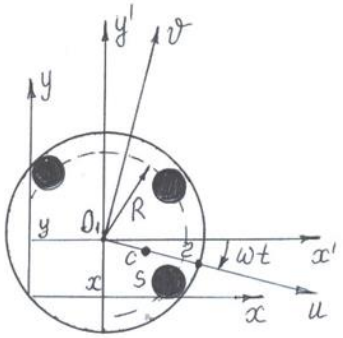
Зерттеу шарттары мен әдістері. Бір теңгерілмеген дискілі, шарикті автобалансир жүйенің қозғалысының дифференциадық теңдеулер жүйесі келесі түрде өрнектеледі [1]:

$$\ddot{\varphi}_s + \beta_0(\dot{\varphi}_s - \omega) = \frac{1}{R}(\ddot{x}\sin\varphi_s + \ddot{y}\cos\varphi_s)\ (s = 1,2,\dots,k), \quad (1)$$

$$M\ddot{x} + \beta\dot{x} + cx = M_1 r\omega^2\cos\omega t + mR\sum_{s=1}^{k}(\ddot{\varphi}_s\sin\varphi_s + \varphi_s^2\cos\varphi_s), \quad (2)$$

$$M\ddot{y} + \beta\dot{y} + cy = -M_1 r\omega^2\sin\omega t + mR\sum_{s=1}^{k}(\ddot{\varphi}_s\cos\varphi_s - \varphi_s^2\sin\varphi_s). \quad (3)$$

Мұндағы (2-сурет) x және y xOy қозғалмайтын жүйесіндегі дискінің O_1 центрінің координаттары. Бұл координаттардың басталуы подшипниктер осьтері мен дискі жазықтығының қиылысында орналасқан; $\varphi_s - s -$ші шариктің ортасы мен дискінің ортасы O_1 нүктелерін өосатын түзу мен Ox осінің бағыты арасындағы сағат тілінің бағытындағы бұрыш;



Сурет 2. Теңгерілмеген дискінің қимасы

M_1 – дисканың массасы; m – шариктің массасы; $M=M_1+km$ – жүйенің массасы; r – дискінің эксцентриситеті; R – біліктің осінен шариктің ортасына дейінгі арақашықтық; ω – біліктің айналмалы бұрыштың жылдамдығы; β_0 – β – тұтқыр кедіргілердің коэффициенттері; (с–біліктің иілу қатаңдығы).

Автобалансирлер динамикасын зерттегенде (1), (2), (3) дифференциалдық теңдеулерінің шешімдерінің бар болуы мен орнықтылығы қызықтырады, басқаша айтқанда $x(\omega t) = y(\omega t) = 0$ болуы, яғни шешімдердің біліктің тербелісінің болмауын білдірмейтіндігі.

Бұл жерде біз автобалансир есебінің шешімін қарастыру арқылы дискідегі шариктердің синхронды қозғалысы туралы мәселеге келіп тірелеміз. (1), (2) және (3) дифференциалдық теңдеулерін келесі түрге келтірейік:

$$\ddot{\varphi}_s + \beta_0(\dot{\varphi}_s - \omega) = \mu_{\omega^2\phi}(\varphi_s, \ddot{x}, \ddot{y})(s = 1,2, \dots, k), \quad (4)$$

$$M\ddot{x} + c\ddot{x} = mR\sum_{s=1}^{k}(\ddot{\varphi}_s \sin\varphi_s + \varphi_s^2 \cos\varphi_s) + M_1 z\omega^2 \cos\omega t - \mu_{\beta'\dot{x}}, \quad (5)$$

$$M\ddot{y} + cy = mR\sum_{s=1}^{k}(\ddot{\varphi}_s \cos\varphi_s - \varphi_s^2 \sin\varphi_s) + M_1 z\omega^2 \sin\omega t - \mu_{\beta'\dot{y}}, \quad (6)$$

мұндағы $\mu_\phi(\varphi_s, \ddot{x}, \ddot{y}) = \frac{1}{R\omega^2}(\ddot{x}\sin\varphi_s + \ddot{y}\cos\varphi_s)$, $\mu_{\beta'} = \beta$ (7)

(7) теңдігіндегі $\mu > 0$ шамасын аз параметр деп қарастырамыз.

Жоғарыда атап өткендей бұл жерде (5), (6) және (7) теңдеулерінің шешімдері қызықтырады. Олардың шешімдерін келесі түрде іздейміз:

$$\varphi_s = \omega t + \alpha_s + \mu\psi_s(\omega t), x = x(\omega t), y = y(\omega t), \quad (8)$$

мұндағы φ_s, x және y периоды $2\pi/\omega$ тең уақыт t тәуелді периодты функциялар, ал α_s – тұрақты; Жоғарыда атап өткендей, бастапқы фаза α_s таңдап отырып немесе анықтай отырып,

x ≈ 0, y ≈ 0 болуы қызықтыруы мүмкін, яғни өзіндік теңгерілулік орындалады.

Мұндай түрде қарастырылатын мәселе [2] еңбекте қарастырылатын біркелкі айналымға жақындайтын айналмалы қозғалыста болатын құрылымдардың синхронды қозғалысының дербес жағдайы бола алады.

(5), (6) және (7) теңдеулеріне сәйкес тудырма жүйелер $p^2 = \frac{c}{M} \neq \omega^2$ болғанда, келесі шешімдер түрінде болуы мүмкін, яғни:

$$\begin{cases} \varphi_s^0 = \omega t + \alpha_s \\ x^0 = WR\left[\eta\cos\omega t + \sum_{j=1}^{k}\cos(\omega t + \alpha_j)\right] \\ y^0 = -WR\left[\eta\sin\omega t + \sum_{j=1}^{k}\sin(\omega t + \alpha_j)\right] \end{cases} \quad (9)$$

Бұл жердегі белгілеулер:

$$\eta = \frac{M_1 z}{mR},\ W = \frac{m}{M_1}\cdot\frac{\omega^2}{p^2-\omega^2},\ p^2 = \frac{c}{M} \quad (10)$$

(8) шешімдер теңдеулерін қанағаттандыратын $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$ параметрлер шамаларын анықтайтын негізгі теңдеулерді құрайық. (7) және (9) теңдіктеріне сәйкес ол теңдеулерді келесі R түрде жаза аламыз.

$$P_s(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k) = \frac{\mu\omega^2}{\beta_0} < \phi(\varphi_s^0, \ddot{x}^0, \ddot{y}^0) > = \frac{1}{\beta_0 R}\int_0^{2\pi/\omega}(\ddot{x}^0 \cdot \sin\varphi_s^0 + \ddot{y}^0 \cdot \cos\varphi_s^0)dt = \frac{1}{2}\cdot\frac{\omega^2}{\beta_0}W\left[\eta\sin\alpha_s + \sum_{j=1}^{k}\sin(\alpha_s - \alpha_j)\right] = 0$$

(s=1,2,…,k) (11)

Бұл теңдеулер, төмендегі шарттарды қанағаттандыратын $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$ қарағанда қажетті шешімдерді береді.

$$\eta + \sum_{j=1}^{k} \cos\alpha_j = 0, \sum_{j=1}^{k} \sin\alpha_j = 0 \qquad (12)$$

(12) шарттары орындалса, (9) теңдеулеріне сәйкес біліктің тербелісі бірінші жуықтауда болмайды, яғни:

$$x^0(\omega t) = y^0(\omega t) = 0 \qquad (13)$$

Олай болса, қарастырып отырған жағдайда, біріншіден қозғалыстың орнықтылық шартының орндалуы, екіншіден қарастырып отырған қозғалыстың орнықтылығымен қатар (11) теңдеулерінің шешімдерін жауап беретін басқада қозғалыстардың орнықтылығы қызықтыруы мүмкін. Сондықтан, (12) шарттарын қанағаттандыратын (11) теңдеулерінің шешімдері негізгі деп, қалған шешімдерді жанама деп атайды [3].

(11) теңдеулерінің шешімдері орнықты болуы төмендегі анықтауыш арқылы құрылған алгебралық теңдеулердің нақты шешімдерінің таңбаларына байланысты

$$\left|\frac{\vartheta P_s}{\vartheta \alpha_j} - \delta_{sj}\vartheta c\right| = \vartheta, \qquad (s=1,2,\ldots,k) \qquad (14)$$

мұндағы, δ_{sj} – Кронекер символы.

Енді дискіде екі шарик болатын жағдайды қарастырайық яғни k=2 тең болғандағы жағдай. (11) теңдеулер келесі түрде өрнектеледі:

$$P_1(\alpha_1, \alpha_2, \omega) = -\frac{1}{2}\frac{\omega^2}{\beta_0} W[\eta \sin\alpha_1 + \sin(\alpha_1 - \alpha_2)] = 0 \qquad (15)$$

$$P_2(\alpha_1, \alpha_2, \omega) = -\frac{1}{2}\frac{\omega^2}{\beta_0} W[\eta \sin\alpha_2 - \sin(\alpha_1 - \alpha_2)] = 0$$

Бұл теңдеулерден әртүрлі төрт шешімдер ала аламыз:

1) $\alpha_1^{(1)} = \pi - \gamma$, $\alpha_2^{(1)} = -(\pi - \gamma)$;
2) $\alpha_1^{(2)} = 0$, $\alpha_2^{(2)} = 0$;
3) $\alpha_1^{(3)} = \pi$, $\alpha_2^{(3)} = \pi$;
4) $\alpha_1^{(4)} = 0$, $\alpha_2^{(4)} = \pi$;

мұндағы, $\gamma = arccos\left(\frac{\eta}{2}\right) = arccos\frac{M_1 z}{2mR}$.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Жоғарыда келтірілген төрт шешімдердің ішінде біліктің тербелісте болмауын қамтамасыз ететін тек бірінші шешім. Басқаша айтсақ, бірінші шешім негізгі болып, қалған үш шешім жанама шешімдер. Негізгі шешімнің бар болу шарты орындалуы үшін төмендегі теңсіздік орындалуы керек, яғни:

$$\frac{\eta}{2} = \frac{M_1 z}{2mR} < 1$$

Теңсіздік орындалған жағдайда, екі темір шардың біліктің осіне қарағандағы ең үлкен статикалық моменті дискінің сол біліктің осіне қарағандағы статикалық моментіне үлкен екенін көрсетеді.

Темір шарлардың орталары C_1 және C_2 орналасулары, біліктің деформацияға дейінгі ортасы О және деформациядан кейінгі қозғалыс кезіндегі орталары O_1, сол сияқты дискінің ауырлық ортасы С.

Бұл тұрғызулар t=0 уақыт моментіне сәйкес (9) және (16) формулаларына сәйкес тұрғызылды. Ал кез-келген уақыт үшін, дискінің темір шарларын бірге uO_1v координаттар жүйесінің $\varphi_0 = \omega t$ бұрышына бұрылуына сәйкес келеді.

Енді (16) шешімдерінің орнықтылығын талдауға көшейік. Бұл жағдайда (15) теңдеулерін төмендегідей ықшамдап жазуға болады:

$$x^2 + Ax + B = 0,$$

мұнда (15) теңдеуіне сәйкес:

$$A = -\left(\frac{\vartheta P_1}{\vartheta \alpha_1} + \frac{\vartheta P_2}{\vartheta \alpha_2}\right) = \frac{\omega^2 W}{2\beta_0}[\eta(cos\alpha_1 + \cos\alpha_2) + 2cos(\alpha_1 - \alpha_2)],$$

$$B = \left(\frac{\vartheta P_1}{\vartheta \alpha_1} \cdot \frac{\vartheta P_2}{\vartheta \alpha_2} - \frac{\vartheta P_1}{\vartheta \alpha_2} \cdot \frac{\vartheta P_2}{\vartheta \alpha_1}\right) = \frac{\omega^4 W^2 \eta}{4\beta_0^2}[\eta \cos\alpha_1 \cos\alpha_2 + (\cos\alpha_1 + \cos\alpha_2) \cdot \cos(\alpha_1 - \alpha_2)] \quad (19)$$

(16) шешімдеріне жауап беретін, қарастырып отырған қозғалыстардың асимптотикалық орнықтылығы мен бар болуыдың жеткілікті шарттарын қанағаттандыру үшін келесі теңсіздіктер орындалу керек, яғни:

$$A > 0, B > 0 \quad (20)$$

(16) негізгі шешім үшін, (19) формуласынан А мен В таба аламыз:

$$A = A^{(1)} = \frac{\omega W}{\beta_0}(-\eta \cos\gamma + \cos 2\gamma) = -\frac{\omega^2 W}{\beta_0} \quad (21)$$

$$B = B^{(1)} = \frac{\omega^4 W^2 \eta}{4\beta_0^2}(\eta \cos\gamma^2 - 2\cos\gamma \cos 2\gamma) = \left(1 - \frac{\eta^2}{4}\right)\frac{\omega^4 W^2 \eta^2}{4\beta_0^2}$$

(17) теңсіздігіне сәйкес В шамасы барлық кезде қарастырылып отырған шешімнің бар болу аймағында оң болады.

Ал, А шамасына қатысты айтатын болсақ, оның оң болу шарты келесі W > 0 теңсіздігіне келтіреді немесе (10) теңдіктеріне сәйкес келесі теңсіздік жаза аламыз:

$$\omega > P = \sqrt{\frac{c}{M}} \quad (22)$$

(16) теңдеуіндегі жанама үш жағдай үшін (19) формуласы бойынша келесі шамаларды ала аламыз:

$$A^{(2)} = \frac{\omega^2 W}{2\beta_0}[\eta(\cos 0° + \cos 0°) + 2\cos 0] = \frac{\omega^2 W}{2\beta_0}(2\eta + 2) = \frac{\omega^2 W}{\beta_0}(1 + \eta)$$
$$B^{(2)} = \frac{\omega^4 W^2 \eta}{4\beta_0^2}[\eta \cos 0° \cos 0° + (\cos 0° + \cos 0°)\cos 0\,°] = \frac{\omega^4 W^2 \eta}{4\beta_0^2}(\eta + 2)$$

$$A^{(3)} = -\frac{\omega^2 W}{2\beta_0}[\eta(\cos\pi + \cos\pi) + 2\cos(\pi - \pi)] = \frac{\omega^2 W}{2\beta_0}(-2\eta + 2) = \frac{\omega^2 W}{\beta_0}(1 - \eta)$$

$$B^{(3)} = -\frac{\omega^4 W^2 \eta}{4\beta_0^2}[\eta \cos\pi \cos\pi + (\cos\pi + \cos\pi)\cos\pi] = \frac{\omega^4 W^2 \eta}{4\beta_0^2}(\eta - 2) \qquad (23)$$

$$A^{(4)} = -\frac{\omega^2 W}{2\beta_0}[\eta(\cos 0° + \cos\pi) + 2\cos(0 - \pi)] = \frac{\omega^2 W}{2\beta_0}(-2) = -\frac{\omega^2 W}{\beta_0}$$

$$B^{(4)} = \frac{\omega^4 W^2 \eta}{4\beta_0^2}[\eta \cos 0° \cos\pi + (\cos 0 + \cos\pi)\cos(-\pi)] = -\frac{\omega^4 W^2 \eta}{4\beta_0^2}$$

(23) теңдеулері негізінде келесі тұжырымдамаларды жасай аламыз; екінші шешім сынақ аймағына дейінгі жағдайда орнықты, яғни $\omega < p$ жағдайында; үшінші шешім сынақ аймағынан кейінгі жағдайда орнықты, яғни $\omega > p$ болғанда; соңғы төртінші шешім барлық жағдайда орнықсыз екенін орнықсыз екенін көрсетеді. Олай болса, (17) шарт орындалса, негізгі шешім бар болуын қамтамасыз етеді. Ол шешім сынақ аймағынан кейінгі аралықта жалғыз біліктің айналу жылдамдығында ол орнықсыз. Жоғарыда айтылған тұжымдамалар, қарастырылатын автобалансирдың қолдануының тиімді аймағын анықтайды.

Бұл қарастырылған жүйе үшін де бұрыннан белгілі темір шарларсыз дискінің өзіндік теңгерілулердің мәселесінің шешімдерінің нәтижелерінде қолдануға болатынын көреміз[4].

Екі темір шармен қарастырылған автобалансирдің жұмыс істейтінін белгілі болғандықтан, көп теміршарларлы қолданудың қажеттілігі жоқ екенін көрсетеміз. Оның үстіне k > 2 болғанда зерттеу күрделеніп кететіні де белгілі.

Сонымен қатар, қарастырылып отырған мәселені шешуі синхронды қозғалыстың орнықтылықтың интегралдық белгісі арқылы шешуге болатынын айта кету керек. Орнықтылықтың интегралдық белгісін қолдануда потенциалдық функцияның ролін Лагранждың функциясы атқара алады. Ол функция толық теңгерілген дисканың білігінің тербелісіне сәйкес келеді. Бұл жағдайда Лагранждың функциясын бастапқы жуықтауда келесі түрде есептеуге болады:

$$D = \lambda^{(I)} = < \left(T^{(I)} - \Pi^{(I)}\right) = < \frac{1}{2}M[(\dot{x}^0)^2 + (\dot{y}^0)^2] - \frac{1}{2}C[(\dot{x}^0)^2 + (\dot{y}^0)^2] > \quad (24)$$

(9) өрнегін ескере отырып, (24) орталандыру арқылы келесі функцияны аламыз:

$$D = \lambda^{(I)} = -M\frac{m\omega^2 R^2}{M_1} \cdot W\left[\eta \sum_{s=1}^{k} \cos\alpha_s + \frac{1}{2}\sum_{s=1}^{k}\sum_{j=1}^{k} cos(\alpha_s - \alpha_j)\right] \qquad (25)$$

Қорытынды. Орнықтылықтың интегралдық критериіне сәйкес қозғалыстың орнықтылығы D функциясының минимум нүктелеріне сәйкес келеді. Осы шарттардан (9) – негізгі теңдеулерді ала аламыз және оларға сәйкес орнықтылық шарттарын да аламыз.

Сонымен қатар, орнықтылықтың интегралдық критериінің негізінде қарастырып отырған жүйенің өзіндік теңгерілуінің сынақтық аймақтан кейінгі қорытындыларын шығаруға да болады, яғни (24) теңдеудегі $\Pi^{(I)}$ – потенциалдық энергияны $T^{(I)}$ кинетикалық энергияға қарағанда ескермеуге болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Блехман, И.И. Синхронизация в природе и технике [Текст] / И.И. Блехман. – М.: Наука, 2021. – 440 с.
2. Румянцев, С.А. Динамика переходных процессов и самосинхронизация движения вибрационных машин [Текст] / С.А. Румянцев. – Екатеринбург: УрОРАН, 2003. – 136 с.
3. Блехман, И.И. Вибрационная механика и вибрационная реология [Текст] / И.И. Блехман. – Москва.: Физматлит, 2018. – 865 с.
4. Пиковский, А. Синхронизация. Фундаментальные нелинейные явления [Текст] / А. Пиковский, М. Розенблюм, Ю. Куртис. – М: Техносфера, 2003. – 496 с.

Материал редакцияға 16.02.24 түсті.

А.Т. Жакаш[1], Э.А. Джакашова[1], А. Есилханкызы[1]

[1]Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ АВТОБАЛАНСИРА

Аннотация. Движения динамических систем можно объяснить синхронными движениями вращающихся роторов и нескольких маятников. Вращающиеся роторы включают в себя несбалансированные диски с гибким валом и автобалансиры. Существует ряд трудностей при изучении их движений с математической точки зрения. Поэтому создание математической модели таких систем и ее решение является важной задачей.

Ключевые слова: автобалансир, тороидальная полость, неуравновешенный диск, статический момент, устойчивость, функция Лагранжа.

A.T. Zhakash[1], E.A. Dzhakashova[1], A. Yesilkhankyzy[1]

[1]M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

MATHEMATICAL MODEL OF AUTOBALANCER MOVEMENT

Abstract. The synchronous motions of rotating rotors and several pendulums can explain the motions of dynamic systems. Rotating rotors include unbalanced flexible shaft discs and auto-balancers. There are a number of difficulties in studying their movements from a mathematical point of view. Therefore, the creation of a mathematical model of such systems and its solution is an important task.

Keywords: auto balancer, toroidal cavity, unbalanced disk, static moment, stability, Lagrange function.

References

1. Blekhman, I.I. Sinkhronizatsiya v prirode i tekhnike [Synchronization in nature and technology]. – Moscow: Science, 2021. – 440 p., [in Russian].
2. Rumyantsev, S.A. Dinamika perekhodnykh protsessov i samosinkhronizatsiya dvizheniya vibratsionnykh mashin [Dynamics of transient processes and self-synchronization of motion of vibration machines]. – Ekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2003. – 136 p., [in Russian].
3. Blekhman, I.I. Vibratsionnaya mekhanika i vibratsionnaya reologiya [Vibration mechanics and vibration rheology]. – Moscow.: Fizmatlit, 2018. – 865 p., [in Russian].
4. Pikovskiy, A., Rozenblyum, M., Kurtis, YU. Sinkhronizatsiya. Fundamental'nyye nelineynyye yavleniya [Synchronization. Fundamental nonlinear phenomena]. – Moscow: Tekhnosfera, 2003. – 496 p., [in Russian].

IRSTI 30.03.19

H. Duru[1] – *main author,*
B. Gürbüz[2], A.B. Chiyaneh[3]

[1]Prof. Dr., [2]Dr.

ORCİD *[1]https://orcid.org/0000-0002-3179-3758 [2]https://orcid.org/0000-0002-2851-173X [3]https://orcid.org/0000-0003-4401-5477*

[1]University of Van Yüzüncü yıl,
Van, Turkey

@ *[1]hduru@yyu.edu.tr*

https://doi.org/10.55956/GXLZ1174

A SECOND-ORDER FINITE DIFFERENCE METHOD FOR SINGULARLY PERTURBED NONLINEAR DELAY PARABOLIC PROBLEMS WITH PERIODIC INITIAL-BOUNDARY CONDITIONS

Abstract. In this paper, a numerical study for the singularly perturbed nonlinear delay parabolic problems with boundary conditions are made. A finite difference method based on the mesh with adaptive points are proposed. The method employs interpolating quadrature rules containing integral remainder terms with linear basis functions ensuring a second-order accuracy rate on an adaptive mesh. The proposed method exhibits second-order convergence in the space variable, and first-order in the time variable, regardless of the perturbation parameter. Stability analysis is provided, and numerical experiments corroborate the theoretical findings. The results demonstrate the effectiveness of the proposed approach in accurately solving singularly perturbed nonlinear delay parabolic problems with boundary value conditions.

Keywords: time-delayed parabolic-elliptic problems, asymptotic analysis, finite difference method, uniform convergence, Bakhvalov mesh.

Duru H., Gürbüz B., Chiyaneh A.B. A second-order finite difference method for singularly perturbed nonlinear delay parabolic problems with periodic initial-boundary conditions // Mechanics and Technology / Scientific journal. – 2024. – No.3(85). – P.447-451. https://doi.org/10.55956/GXLZ1174

Introduction. In this article, we study the following problem:

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \varepsilon \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + a(x)\frac{\partial u}{\partial x} + b(x,t)u + c(t)u(x,t-r) = f(x,t,u),\ (x,t) \in \mathcal{D}, \qquad (1)$$

$$u(x,t) = \psi(x,t), \quad (x,t) \in [0,l] \times [-r,0], \qquad (2)$$

$$u(0,t) = u(l,t) = 0, \quad t \in [0,T] \qquad (3)$$

where $0 < \varepsilon < 1$ perturbation parameter, r delay parameter, $T = kr, k \in \mathbb{Z}^+$ $[0,T] = \cup_{i=1}^{k}[(i-1)r, ir]$; $a(x)$, $b(x,t), c(t)$ and $f(x,t,u)$ are sufficiently smooth functions. Also, $0 < \alpha \le a(x)$, $0 < b(x,t) \le b^*$, $c^* \ge c(t) > 0$ ve $\left|\frac{\partial f(x,t,u)}{\partial u}\right|$, $\left|\frac{\partial f(x,t,u)}{\partial x}\right| \le M$.

Conditions and methods of research. Such problems arise as mathematical models of the object studied in many fields of science. This problem contains boundary layers where the solution changes rapidly due to its singular perturbation feature. Since the solution changes rapidly at these boundary layers, the algorithm may not be stable due to the derivatives tending to infinity in classical difference problems. For this reason, difference schemes will be established with interpolation quadrature rules containing the integral remainder term and basis functions [1]. Since the coefficient of the highest order term of the differential equation has a small parameter, parameter-dependent singularity occurs. For this reason, choosing the basis functions to zero out the remaining terms in the highest order derivatives is an advantage of the method used. In addition, since the quadrature rules have integral remainder terms, they cause the conditions of the solution function and its derivatives to be alleviated due to the feature of the integral operator. This is another advantage of our method.

In this article, a difference scheme will be established using linear basis functions on a adaptive mesh [6-7].

Research results and discussion. For such problems, you can also refer to the following resources [2-5,13-14].

1. Asymptotic Estimation for Continuous Problem

For the problem (1)-(3), we write:

$$f(x,t,u) = f(x,t,0) + \frac{\partial f(x,t,\tilde{u})}{\partial u}u, \quad \tilde{u} = \gamma u, \quad 0 < \gamma < 1$$

where such that

$$F(x,t) = f(x,t,0), \;\; B(x,t) = b(x,t) - \frac{\partial f(x,t,\tilde{u})}{\partial u}$$

The problem (1)-(3) changes the following linear problem

$$Lu \equiv \frac{\partial u}{\partial t} - \varepsilon\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + a(x)\frac{\partial u}{\partial x} + B(x,t)u + c(t)u(x,t-r) = F(x,t), \tag{4}$$

$$u(x,t) = \psi(x,t), \quad (x,t) \in [0,l] \times [-r,0], \tag{5}$$

$$u(0,t) = u(l,t) = 0, \quad t \in [0,T]\,. \tag{6}$$

where $T = mr$ and $[0,T] = \cup_{p=0}^{m-1} I_p$, $I_p = [pr,(p+1)r]$. Here, we have the domain $[0,l] \times I_0$ for proof. Then will be made the proof for the domain $[0,l] \times I_1$ and using Bellman will be generalized to the $[0,l] \times I_p$ region Bellman.

Lemma 1. The following estimations are true for the solution of the problem (1)-(3):

$$\left\| \frac{\partial^{s+k} u}{\partial x^s \partial t^k} \right\| \le \varepsilon^{-s/2} C_p \left\{ \|\psi(x,0)\|^2 + \int_{-r}^{0} \|\psi(x,\tau)\|^2 d\tau + \|F\|^2_{L_2(D)} \right\}, \quad s = 0,1,2\,; k = 0,1; p = 0. \tag{7}$$

Proof. Using the inner product $(Lu, u) = (F, u)$ and energy inequalities, we have the inequality (7).

For $p = 1$, so if we say $u(x,t) = u_1(x,t)$, $(x,t) \in [0,r]$; for $[0,l] \times I_1 = [0,l] \times [r,2r]$; in a similar way we have:

$\left\|\frac{\partial^{s+k}u}{\partial x^s \partial t^k}\right\| \leq \varepsilon^{-\frac{s}{2}} C_p\{\|u_1(x,r)\|^2 + \int_0^r \|u_1(x,\tau)\|^2 d\tau + \|F\|^2_{L_2(D)}\}$,
$s = 0,1,2\,; k = 0,1; p = 1.$

If we continue in this way, we get the following general estimation for

$[0,l] \times I_p = [0,l] \times [pr,(p+1)r]$

$\left\|\frac{\partial^{s+k}u}{\partial x^s \partial t^k}\right\| \leq \varepsilon^{-s/2} C_p \left\{\left\|u_p(x,p(r-1))\right\|^2 + \int_{p(r-1)}^{pr} \left\|u_p(x,\tau)\right\|^2 d\tau,\right.$

$+\|F\|^2_{L_2(D)}\ s = 0,1,2\,; k = 0,1$ [8-12].

2. Construction of Difference Schemes

In this subsection, adaptive mesh points are presented. For these points, the mesh generation function that Bakhvalov 1969, mentioned in his paper is used.

Let ω denote the mesh on D, where $\omega = \omega_N \times \omega_\tau$

$\omega_N = \{x_i = ih_i,\ \ i = 1,2,\dots,N-1;\ h_i = x_i - x_{i-1}\}$,

$\omega_\tau = \left\{t_j = j\tau,\ \ j = 1,2,\dots,M;\ \tau = \frac{T}{M}\right\}$,

$\omega_N^+ = \omega_N \cup \{x = 0,l\}, \bar{\omega}_\tau = \omega_\tau \cup \{t = 0\}$

Let the mesh function v be defined on ω_N. In this study, the notations used are given by Samarskii [15]:

$v_x = \frac{v_{i+1}-v_i}{h_{i+1}}, v_{\bar{x}} = \frac{v_i - v_{i-1}}{h_i}, v_{\hat{x}} = \frac{v_{i+1}-v_i}{\hbar_i}, v_{\bar{x}\hat{x}} = \frac{v_x - v_{\bar{x}}}{\hbar_i}$

3. Let the function $g(t)$ be defined on mesh ω_τ. Then the formulas are the following:

$g_t = \frac{g_{j+1}-g_i}{\tau}, g_t = \frac{g_j - g_{j-1}}{\tau}, g_{\bar{t}t} = \frac{g_{j+1}-2g_j+g_{j-1}}{\tau^2}$

Bakhvalov mesh points [6-7] are as the following:

$$x_i = \begin{cases} -\alpha^{-1}\varepsilon \ln\left(1-(1-\varepsilon)\frac{4i}{N}\right), i = 0,1,\dots,\frac{N}{2}, x_i \in [0,\sigma_1],\ \text{if}\ \sigma_1 < \frac{1}{2}; \\ -\alpha^{-1}\varepsilon \ln\left(1-\left(1-e^{-\frac{\alpha l}{4\varepsilon}}\right)\frac{4i}{N}\right), i = 0,1,\dots,\frac{N}{2}, x_i \in [0,\sigma_1],\ if\ \sigma_1 = \frac{l}{2}; \\ \sigma_1 + \left(i - \left(\frac{N}{4}\right)\right)h^{(1)}, i = \frac{N}{2}+1,\dots,\frac{3N}{2}, x_i \in [\sigma_1,l], h^{(1)} = \frac{2(\sigma_2-\sigma_1)}{N}; \end{cases}$$

where, $\sigma_1 = \min\left\{\frac{l}{2}, -\alpha^{-1}\varepsilon \ln \varepsilon\right\}$.

We write the following difference schemes:

$$\ell y = y^j_{\bar{t},i} - \varepsilon y^j_{\bar{x}x,i} + a_i y^j_{\dot{x},i} + b^j_i y^j_i$$
$$= f\left(x_i,t_j,y(x_i,t_j)\right) - c^j y_i^{j-M_0},\ \ i = 1,\dots,N-1; j = 1,\dots,M, \qquad (7)$$

$$y(x_i, t_j) = \psi(x_i, t_j); \quad -M_0 \le j \le 0, \ \ 0 \le i \le N, \tag{8}$$
$$y(0, t_j) = \ y(l, t_j), \qquad t_j \in \omega_\tau \tag{9}$$

where, $t_j - r = j\tau - r\frac{T}{M}\frac{M}{T} = j\tau - r\frac{T}{M}\frac{M}{rm} = j\tau - \frac{T}{M}\frac{M}{m} = j\tau - \tau M_0 = \tau(j - M_0) = t_{j-M_0}$, $\frac{M}{m} = M_0$.

4. Error Estimation

Lemma Let be respectively the solutions of the problem (1)-(3) and the solution of the problem (7)-(9) u and y. The following estimation is true:

$$\left|y_i^j - z_i^j\right| \le C(N^{-2} + \tau).$$

Conclusion. A finite difference method based on the mesh with adaptive points are proposed. The method employs interpolating quadrature rules containing integral remainder terms with linear basis functions ensuring a second-order accuracy rate on an adaptive mesh. The proposed method exhibits second-order convergence in the space variable, and first-order in the time variable, regardless of the perturbation parameter. The results demonstrate the effectiveness of the proposed approach in accurately solving singularly perturbed nonlinear delay parabolic problems with boundary value conditions.

References

1. Amiraliyev G.M., Mamedov Y.D., Difference schemes on the uniform mesh for a singularly perturbed pseudo-parabolic equation // Tr.J. Mart, 1995. Vol. 19. P. 207-222.
2. Ayele M.A., Tiruneh A.A., Derese G.A. Uniformly convergent scheme for singularly perturbed space delay parabolic differential equation with discontinuous convection coefficient and source term // Journal of Mathematics, 2022. Vol. 1. P. 1874741.
3. Ansari A.R., Bakr S.A., Shishkin G.I. A parameter-robust finite difference method for singularly perturbed delay parabolic partial differential equations // Journal of computational and applied mathematics, 2007. Vol. 205 (1). P. 552-566.
4. Bansal K., Rai P., Sharma K.K. Numerical treatment for the class of time depent singularly perturbed parabolic problems with general shift arguments // Differential Equations and Dynamical Systems, 2017. Vol. 25. P. 327-346.
5. Bashier E.B., Patidar K.C. A novel fitted operator finite difference method for a singularly perturbed delay parabolic partial differential equation // Applied mathematics and Computation, 2001. Vol. 217 (9). P. 4728-4739.
6. Bakhvalov N.S. The optimization of methods of solving boundary value problems with a boundary layer // USSR Computational Mathematics and Mathematical Physics, 1969. Vol. 9 (4). P. 139-166.
7. Boglaev I.P., Approximate solution of a non-linear boundary value problem with a small parameter for the highest-order differential // Zh. Vychisl. Mat. i Mat. Fiz., 1984. Vol. 24, No. 11. P. 1649–1656.
8. Bellman, R. (Ed.). Methods of nonlinear analysis. – Elsevier, 1970.
9. Bellman R., Cooke K.L. Asymptotic behavior of solutions of differential-difference equations // American Mathematical Soc., 1959. Vol. 35.
10. Bellman, R., Cooke, K.L., Differential – difference equations. – Academic Press.New York, 1963.
11. Cooke K.L. Differential – difference equations // In International symposium on nonlinear differential equations and nonlinear mechanics / Academic Press, 1963. P. 155-171.
12. Cooke, K.L. Delay differential equations. In Mathematics of Biology. – Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1981. P. 5-80.
13. Miller, J.J.H., O'Riordan, E., Shishkin, G.I. Fitted Numerical Methods for Singular Perturbation Problems // World Scientific, Singapore, 1996.

14. Mbroh N.A., Munyakazi J.B. A robust numerical scheme for singularly perturbed parabolic reaction-diffusion problems via the method of lines // International Journal of Computer Mathematics, 2022. Vol. 99 (6). P. 1139-1158.
15. Samarski, A.A. The Theory of Difference Schemes. – Moscow, Russia: M.V. Lomonosov State University, 2001.

Material received on 02.07.24.

H. Duru[1], B. Gürbüz[1], A.B. Chiyaneh[1]

[1]Университет Ван Юзюнчу Йыл, Ван қ., Түркия

КЕШЕУІЛДЕЙТІН ЖӘНЕ ПЕРИОДТЫ БАСТАПҚЫ-ШЕТКІ ЖАҒДАЙЛАРЫ БАР СИНГУЛЯРЛЫ БҰЗЫЛҒАН СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС ПАРАБОЛАЛЫҚ ЕСЕПТЕР ҮШІН ЕКІНШІ РЕТТІ СОҢҒЫ АЙЫРМАШЫЛЫҚТАР ӘДІСІ

Аңдатпа. Бұл жұмыста артта қалған және шекаралық жағдайлары бар сызықтық емес параболалық есептерге жүргізілген сандық зерттеу нәтижелері келтірілген. Адаптивті нүктелері бар торға негізделген ақырлы айырмашылықтар әдісі ұсынылады. Әдіс адаптивті торда екінші ретті дәлдікті қамтамасыз ететін сызықтық негіз функциялары бар интегралды қалдық мүшелерден тұратын интерполяциялық квадратуралық ережелерді қолданады. Ұсынылған әдіс кеңістіктік айнымалы бойынша екінші ретті және бұзылу параметріне қарамастан уақыт айнымалысы бойынша бірінші ретті конвергенцияны көрсетеді. Тұрақтылықты талдау келтірілген, ал сандық эксперименттер теориялық тұжырымдарды қолдайды. Нәтижелер артта қалған және шекаралық жағдайлары бар сингулярлы бұзылған сызықтық емес параболалық есептерді дәл шешу үшін ұсынылған тәсілдің тиімділігін көрсетеді.

Тірек сөздер: парабола-кешіктірілген эллиптикалық есептер, асимптотикалық талдау, ақырлы айырмашылық әдісі, біркелкі конвергенция, Бахвалов торы.

H. Duru[1], B. Gürbüz[1], A.B. Chiyaneh[1]

[1]Университет Ван Юзюнчу Йыл, г. Ван, Турция

МЕТОД КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА ДЛЯ СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ И ПЕРИОДИЧЕСКИМИ НАЧАЛЬНО-КРАЕВЫМИ УСЛОВИЯМИ

Аннотация. В данной работе представлено численное исследование сингулярно возмущенных нелинейных параболических задач с запаздыванием и граничными условиями. Предлагается метод конечных разностей на основе сетки с адаптивными точками. В методе используются интерполирующие квадратурные правила, содержащие интегральные остаточные члены с линейными базисными функциями, обеспечивающие точность второго порядка на адаптивной сетке. Предлагаемый метод демонстрирует сходимость второго порядка по пространственной переменной и первого порядка по временной переменной, независимо от параметра возмущения. Приведен анализ устойчивости, а численные эксперименты подтверждают теоретические выводы. Полученные результаты демонстрируют эффективность предложенного подхода для точного решения сингулярно возмущенных нелинейных параболических задач с запаздыванием и граничными условиями.

Ключевые слова: параболо-эллиптические задачи с запаздыванием, асимптотический анализ, метод конечных разностей, равномерная сходимость, сетка Бахвалова.

ҒТАМР 68.85.39

Д.Н. Оразахын[1] – *негізгі автор*, ©
Т. Абилжанулы[2]

[1]*Магистр*, [2]*Профессор*

[1]*https://orcid.org/0000-0002-5251-7584*

[1]*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан*
[2]*«Агроинженерия ҒӨО» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан*

[1]*darhan.suan@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/UOHB8669

МАЛ АЗЫҒЫН ДАЙЫНДАУ КОМБАЙНДАҒЫ ДЕФЛЕКТОРЫНЫҢ БҮЙІР ҚАБЫРҒАСЫНЫҢ КӨЛБЕУЛІГІНІҢ ОҢТАЙЛЫ МӘНІН АНЫҚТАУ

Аңдатпа. Елімізде ірі-қара мен қой-ешкі малының 85%-дан астамы үй шаруашылығы мен кіші шаруа қожалықтарында екендігі белгілі. Кіші шаруа қожалықтардың 65% астамында ірі қараның саны 100-басқа дейін ал қой малының саны 300-ден аспайды екен. Сонымен қоса малдан алынатын өнімді арттыру үшін сүт өндіру және мал бордақылау фермаларын салу жолға қойылуда. Осындай фермаларда мал өнімі өндірісін жоғарылату үшін малды сапалы азықпен қамтамасыз ету қажет. Мал азығының негізгі түрлері сүрлем шөп және сүрлем әзірлеуде мал азығын дайындау комбайндары пайдаланылады. Қазіргі таңда шет елдерде құрылысы әртүрлі комбайндар шығарылуда бірақ олардың көбісі үлкен шаруа қожалықтарына арналған. Сондықтан бағасы тым қымбат. Ал енді кішігірім комбайндар мал азығын дайындау барысында азықтың ұсақтау ірілігін реттей алмайды. Осы себепті біз кішігірім мал азығын дайындау комбайнының макеттік үлгісін жасап, оны сабақты азықтың ірілігін реттейтін құрылғымен жабдықтадық. Жүргізілген тәжірбиелік зерттеулер аясында комбайнмен шөп шапқан кезде әр түрлі ылғалдықтағы жалдағы шөпті жинап ұсақтағанда нәтижелі мәліметтер алынды. Осымен қатар комбайнды жүгеріні шауып ұсақтау үрдісінде сынауда оның дефлекторының тығылып қалуы байқалды. Сондықтан осы мақала бойынша азықты артқа және бүйірге лақтыру үрдістерінде дефлектордың бүйір қабырғасының оңтайлы мәнін анықтау зерттеу мақсаты болып табылады. Комбайнға сабақты азықтың ұсақтау ірілігін реттейтін құрылғы қойылғанда өтілетін үрдістің математикалық моделін алып, яғни комбайнның параметірлеріне байланысты азықтың ұсақтау ірілігінің теориялық жолмен анықтайтын заңдылықтарын алу. Осы алынған нәтижелер жасалған комбайнның мал азығын әзірлеудің барлық үрдістерінде пайдалануға болатынын көрсетеді. Бұл жағдай осы жасалған комбайнның басқа комбайндармен салыстырғанда бәсекелестігінің жоғары болуын қамтамасыз етеді. Ал алынған теориялық зерттеулер нәтижесі ғылыми ортадағы мәртебесінің және еліміздегі ғылыми бәсекелестік жоғарылауын қамтамсыз етеді.

Тірек сөздер: жем-шөп жинағыш комбайн, дефлектор, дефлекторының бүйір қабырғасы, айдау диапазоны, жылдамдық.

Оразахын, Д.Н. Мал азығын дайындау комбайндағы дефлекторының бүйір қабырғасының көлбеулігінің оңтайлы мәнін анықтау [Мәтін] / Д.Н. Оразахын, Т. Абилжанулы // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.452-458. https://doi.org/10.55956/UOHB8669

Кіріспе. Елімізде ірі-қара басы 9000-нан, қой басы 25000-нан асқандығын статистика орталығы көрсетіп отыр [1]. Осынша мал басы санына қарамастан олардың көпшілігі шағын шаруа қожалықтарына тиесілі. Әйткенменде мал шаруашылығын тиімді пайдалану, одан өндірілетін өнімді дұрыс жоспарлау қазіргі заман талабы. Ал малдан алынатын өнімді жоғарылату үшін толық роционалды аралас-азықпен қамту қажет болып табылады. Сүт және мал бордақылау фермаларында толық рационды аралас азық ретінде ұсақталған шөпті, сүрлемді және құнарлы құрама жемді араластырып дайындалады. Еліміздің көптеген аудандарда аралас-азық дайындау да күрделі мәселелердің бірі екендігі белгілі болып отыр. Бұл жағдайда шөп әртүрлі техналогиялар арқылы дайындалғанмен оны қыста ұсақтау қиындық туғызады. Ал шағын шаруа қожалықтарында малдың қоңдылығын артыратын сүрлем, пішендеме дайындау жұмыстары жүргізілмейді. Себебі пішен, сүрлем дайындайтын комбайындар елімізде өндірілмейді. Шетелдік нұсқалары қымбат. Бұл мәселенің шешімі ретінде шағын шаруа қожалықтарына қолайластырылған отандық комбайнның параметірлерін оңтайландыру.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Жалпы теорялық зерттеулерді жүргізуде теориялық механиканың одан бөлек ықтималдық теорияның әдістері қолданылады. Ауыл шаруашылық өнімдерін өндіруде технологиялық процестерді қамтамасыз ететін машиналарды жасау және жетілдіруде негізгі ғылыми мәселелер: машиналардың оңайлатылған және ұтымды конструктивті технологиялық схемаларын жасау; төмендетілген энергия шығындарымен жоғары өнімділік көрсеткіштерімен ауыл шаруашылығының технологиялық процестерінің жоғары сапалы орындалуына қол жеткізу.

Бұл ретте жоспарланған зерттеулердің негізгі гипотезалары келесі түрде қалыптасады:

– технологияның жоғары сапалы орындалуына машиналардың параметірлерін және олардың кинематикалық режимдерін негіздеу сонымен қатар ішінара бір жұмыс органында және түпкілікті басқа жұмыс органдарында орындау арқылы қол жеткізуге болады.

– механикалық процестерді жоғары өнімділігі болуы мүмкін зерттелетін технологиялық процестерді жүзеге асыру

– жоғары өнімділікке және сапалы технологиялық процеске комбайнның жекелеген жұмыс органдарына емес, негізгі жұмыс орындарына толықтырулар енгізу арқылы қол жеткізуге болады

– эксплуатациялық шығындарды инновациялық технологияларды тиімді пайдалану арқылы азайтуды жүзеге асыруға болады

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Жоғарыда атап өткендей дефлектордың бұрыштық өлшемдерін анықтау және оңтайлы мәндерін табу теориялық және эксперименттік зерттеулерді жүргізу арқылы анықталады.

Комбайн толық жұмыс атқару барысында дефлектордың бүйір қабырғаларына соғылатын массаның мөлшерімен жылдамдығының өзгерісін анықтай бойынша зерттеу жұмыстары жүргізіледі. Эксперименттік деректерді өңдеу кезінде оңтайландыру параметрлері қолданылады, ол қажетті фракциялар үшін ұсақтау процессінің меншікті энергия сыйымдылығы ретінде анықталады.

$$N_{УТ} = \frac{N_P}{Q_П \cdot \frac{П_{ТФ}}{100}} = \frac{N_P \cdot 100}{Q_П \cdot П_{ТФ}} \ , \qquad (1)$$

бұл жердегі: Nут – процеске кететін қуат, кВт; QП – процестің өнімділігі, т/сағ; П – фракцияның массалық үлесі, %.

Процестің өнімділігін анықтау үшін 10 метр көлеміндегі жерге тәжірибе жіргізіледі. Жүгері собығының 1 метр көлеміндегі жердегі орташа салмағы анықталады. Процестің өнімділігі келесі формуламен анықталады:

$$Q_{П} = m_{ПМ} \cdot \upsilon_{a} \cdot 3{,}6, \tag{2}$$

Жоғарыда айтылғандай бұл зерттеудің негізгі мақсатының бірі ауылшаруашылығына арналған, эксплуатациялық шығындары аз және технологиялық процестерінің сапасы жоғары комбайнның параметрлерін жасау. 1-суретте далалық зерттеу сынағы көрсетілген.

Сурет 1. Далалық зерттеу сынағы

Тәжірибелік зерттеулерде өсімдік және мал шаруашылығына арналған машиналардың жұмыс орындары мен механизмдерінің теориялық анықталған параметрлері нақтыланады. Осылайша алға қойған негізгі мақсаты іске асырыла отырып теориялық және эксперименттік зерттеу әдістері қолданылып ауылшаруашылығына қажетті әмбебап комбайнның параметрлері дайындалады. Зертханалық сынақ 2-суретте келтірілген.

Сурет 2. Зертханалық сынақ

Сонымен қатар «Китебаев» шаруа қожалығында ылғал жоңышқаны ұсақтау яғни өсіп тұрған жерінен шауып ұсақтау тәжірибелік жұмыстар жүргізілді.

Елімізде шаруа қожалықтардың көпшілігі кішігірім болғандығына байланысты көп жағдайда тіркемелі комбайндарды қолдану тиімділігі байқалады [2]. Олардың ішінде КПП-2 ұзындығы 2 м дейін өсетін жүгері, қамыс, тағы да басқа шөптесін өсімдіктерді шауып, ұсақтап, жинауға арналған комбайн. Сағатына 35 т дейін шөп шабуға қауқарлы, салмағы 1,5 т ені 3 м, биіктігі 4 м болады [3]. ПН-420 дәнді дақылды сонымен қатар көпжылдық шөптерді шабуғаарналған комбайн болып табылады. Оның ені 1,5 м, орылған шөпті 3,5 м-ге дейін лақтыруға күші жетеді, өнімділігі 18 т/сағ [4]. КСД-2 шөпті шауып ұсақтауға арналған көп функциялы комбайн, ені 3350 мм, биіктігі 3750 мм, салмағы 1250 кг, өнімділігі 38 т/сағ [6]. Ұсақтауға арналған 8 пышақпен жабдықталған. Шабылған шөпті шнек арқылы бункерге жеткізеді. Бункерде пышақпен ұсақталған өнім бірден барабан арқылы сыртқа тасмалданады [11]. Бұл аталған комбайндардың барлығындадерлік ұсақталған массаның максималды ұзындығы 200 мм ге дейін. Сонымен қатар тегіс пышақпен жабдықталған. Ал пышақпен жабдықталған комбайн шөпті жаншып ұсақтамайтындығы белгілі. Бұл дегеніміз зоотехникалық талаптарға сәйкес келмейтіндігін көрсетеді. Одан бөлек аталған комбайндарда ұсақталған шөптің ұзындығын реттеу қарастырылмаған [5]. Бізде жасалған отандық комбайн шапқыш ротордан, таптағыш барабаннан, ені 1 м болатын ұсақтағыш ротордан, дефлектордан және қозғалтқыш механизмдерден тұрады. Мұнда ұсақтағыш ротор екі жүзі бар пышақ типтес балғашалармен жабдықталған. Сонымен қатар ұсақталған массаның ірілігін реттеу үшін камераның бірінші бөлігіне бірнеше қатар қарсы пышақтар қатары орналасқан. Ал камераның екінші бөлігі бос. Себебі бұл ұсақтау камерасынан шығатын массаның жылдамдығын арттыру үшін қалдырылған. Біздің комбайнда ұсақталған массаның ірілігін реттеу үшін қарсы пышақтар қатары орнатылған, бұл жобаның техникалық жаңалығы болып табылады. Осы қарсы ұрғыштар қатарына және бір қатарға орнатылған пышақтардың адымына байланысты ұсақталған шөптің ірілігін математикалық түрде анықтау. Яғни ұсақтау процесінің математикалық моделін алу жобаның ғылыми жаңалығы болып табылады.

Қорытынды. Біздің ұсынып отырған комбайн құрылысының қарапайымдылығымен, бағасының қолжетімділігімен және шаруа қожалықтарда жем шөп дайындау процестерін толық атқара алатындығымен жобалық құндылығының маңыздылығын көрсетеді.

Жалпы осы комбайнды көптеп шығару арқылы шаруа қожалықтарда қордаланып қалған ет, сүт өндіру мәселесін жем шөп дайындаудың қолжетімді болуымен шешуге мүмкіндік зор. Бұл комбайн әлемдік комбайндарға зерттеулер жүргізе отырып, олардың ерекшеліктері мен артықшылықтарын басшылыққа алып, еліміздің аграрлық жағдайына қолайластырылып жасалғандығымен құнды болып саналады.

Қолданыстағы көптеген комбайндарда жүгері мен шөпті шабу процесі шапқыш ротор және ұсақтағыш кескіш қарсы ұрғыштар арқылы жүзеге асырылады. Бұл жердегі ұсақтайтын органдардың негізгі кемшілігі олар ұсақталатын шөптің ірілігін ретемейді және құрғақ шөпті ұсақтау барысында шөп бойымен жаншып ұсақтамайды. Ал біздің комбайнда шапқыш ротор арқылы орылған шөп ұсақтау камерасында қарсы пышақтар мен ұрғыш пышақтар арқылы жаншылып ұсақталады және сол қарсы ұрғыштар

көмегімен шөптің ірілігін реттеуге мүмкіншілік жасалған. Ал ұсақтау камерасының артқы бөлігінде кеңістік тегіс болғандықтан ұсақталған шөп жылдамдығын жоғалтпастан сыртқа шығарылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Abilzhanuly T., Iskakov R., Abilzhanov D. Darkhan O. Determination of the Average Size of Preliminary Grinded Wet Feed Particles in Hammer Grinders // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2023, Vol. 1(121). P. 34-43.
2. Iskakov R., Sugirbay A. Technologies for the Rational Use of Animal Waste: A Review. Sustainability, 2023. Vol. 15(3).
3. Iskakov R.M., Mamirbaeva I.K., Gulyarenko A.A., Silaev M.Y., Gusev A.S. Improved Hammers for Crushers in Feed Production // Russian Engineeing Research, 2022. Vol. 42(10). P. 987-992.
4. Козлов, В.М. Оптимизация процесса транспортировки измельченной массы в роторном кормоуборочном комбайне [Текст]: дисс. … канд. техн. наук / В.М. Козлов. – Москва, 2005. – 22 с.
5. Марына, А.А. Повышение эффективности процесса загрузки транспортных средств кормоуборочным комбайном путем оптимизации конструктивно-режимных параметров дефлектора [Текст]: дисс. … канд. техн. наук / А.А. Марына. – Саратов, 2007. – 22 с.
6. Комбайн кормоуборочный прицепной [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.selhoz-ufa02.ru /goods/124690026-kombayn_kormouborochny_pritsepnoy_sterh_xd_2_0.
7. Абилжанулы, Т. Кормоприготовительные машины для крестьянских хозяйств и других агроформирований [Текст] / Т. Абилжанулы. – Астана: АО КазАТУ им С. Сейфуллина, 2007. –200 с.
8. Красниченко, А.В. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин: в двух томах [Текст] / Красниченко А.В. – Том 1.– М., 1960.– 656 с.
9. Стрелков, С.П. Механика [Текст] / С.П. Стрелков.– Москва: Наука, 1975.– 560 с.
10. Детлаф, А.А. Курс физики [Текст] / А.А. Детлаф. – Москва: Высшая школа, 1973. 384 с.
11. Оразахын, Д. Мал азығын жинауыш-ұсақтауышқа арналған жүгері сабағын шапқыш роторының параметрлерін негіздеу [Мәтін]: дис. ... PhD / Д. Оразахын. – Алматы, 2024. – 49 б.

Материал редакцияға 28.09.24 түсті.

Д.Н. Оразахын[1], Т. Абилжанулы[2]

[1]Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан
[2]ТОО «НПЦ Агроинженерии», г. Алматы, Казахстан

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ НАКЛОНА БОКОВОЙ СТЕНКИ ДЕФЛЕКТОРА КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Аннотация. Более 85% поголовья крупного рогатого скота и овец в нашей стране находится в собственности домашних хозяйств и мелких фермерских хозяйств. Более чем в 65% мелких хозяйств поголовье крупного рогатого скота составляет до 100, а поголовье овец не превышает 300. В то же время в стране ведется строительство откормочных и молочных ферм крупного рогатого скота для увеличения производства животноводческой продукции. Для увеличения производства продукции животноводства в этих хозяйствах необходимо обеспечить животных качественными кормами. Основными видами кормов являются силос и силосное сено, используются

кормоуборочные комбайны. Сегодня зарубежные страны выпускают зерноуборочные комбайны различных конструкций, но большинство из них предназначены для крупных фермерских хозяйств. Вот почему цена дорогая. А мелкие комбайны не регулируют крупность помола корма при кормоприготовлении. Поэтому мы изготовили макет кормоуборочного комбайна для мелких животных, оснастили его устройством регулировки размера корма и определили его оптимальные параметры. В ходе проведенных опытов при скашивании травы комбайном урожай собирали и измельчали. Кроме того, при испытании комбайна в процессе скашивания кукурузы было замечено, что его дефлектор заблокирован. Поэтому целью данного проекта является определение оптимальной величины боковой стенки дефлектора в процессе забрасывания корма назад и в сторону. Беря математическую модель процесса, происходящего при установке в комбайне устройства для регулировки крупности измельчения стебельчатых кормов, т.е. получить законы, теоретически определяющие крупность измельчения продуктов в зависимости от параметров комбайна. Полученные результаты показывают, что изготовленный комбайн можно использовать во всех процессах разработки кормов для животных. Это условие гарантирует, что этот комбайн более конкурентоспособен, чем другие зерноуборочные комбайны. А результат теоретических исследований повысит статус в научной среде и научную конкуренцию в стране.

Ключевые слова: кормоуборочный комбайн, дефлектор, массовая скорость, диапазон перекачки, скорость.

D.N. Orazakhyn[1], T. Abilzhanuly[2]

[1]Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan
[2]LLP «SPC of Agroengineering», Almaty, Kazakhstan

DETERMINING THE OPTIMAL VALUE OF THE SLOPE OF THE SIDE WALL OF THE DEFLECTOR IN THE FORAGE HARVESTER

Abstract. More than 85% of the cattle and sheep population in our country is owned by households and small farms. In more than 65% of small farms, the cattle population is up to 100, and the sheep population does not exceed 300. At the same time, the country is building fattening and dairy cattle farms to increase livestock production. To increase livestock production in these farms, it is necessary to provide animals with high-quality feed. The main types of feed are silage and silage hay, forage harvesters are used. Today, foreign countries produce grain harvesters of various designs, but most of them are intended for large farms. That is why the price is expensive. And small combines do not regulate the coarseness of the feed grinding during feed preparation. Therefore, we manufactured a model of a small animal forage harvester, equipped it with a feed size adjustment device and determined its optimal parameters. During the experiments, the harvest was collected and chopped while mowing grass with a combine. In addition, when testing the combine while mowing corn, it was noticed that its deflector was blocked. Therefore, the purpose of this project is to determine the optimal size of the deflector side wall when throwing feed back and to the side. Taking a mathematical model of the process that occurs when a device for adjusting the size of the chopping of stalked feed is installed in the combine, i.e., to obtain laws that theoretically determine the size of the product chopping depending on the combine parameters. The results show that the manufactured combine can be used in all animal feed development processes. This condition ensures that this combine is more competitive than other grain harvesters. And the results of theoretical research will increase the status in the scientific community and scientific competition in the country.

Keywords: forage harvester, deflector, mass speed, pumping range, speed.

References

1. Abilzhanuly T., Iskakov R., Abilzhanov D. Darkhan O. Determination of the Average Size of Preliminary Grinded Wet Feed Particles in Hammer Grinders // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2023, Vol. 1(121). P. 34-43.
2. Iskakov R., Sugirbay A. Technologies for the Rational Use of Animal Waste: A Review. Sustainability, 2023. Vol. 15(3).
3. Iskakov R.M., Mamirbaeva I.K., Gulyarenko A.A., Silaev M.Y., Gusev A.S. Improved Hammers for Crushers in Feed Production // Russian Engineeing Research, 2022. Vol. 42(10). P. 987-992.
4. Kozlov, V.M. Optimizatsiya protsessa transportirovki izmel'chennoy massy v rotornom kormouborochnom kombayne [Optimization of the process of transportation of chopped mass in a rotary forage harvester]: diss. … Cand. Techn. Sciences. – Moscow, 2005. – 22 p., [in Russian].
5. Maryna, A.A. Povysheniye effektivnosti protsessa zagruzki transportnykh sredstv kormouborochnym kombaynom putem optimizatsii konstruktivno-rezhimnykh parametrov deflektora [Improving the efficiency of the process of loading transport means of a forage harvester by optimizing the design and operating parameters of the deflector]: diss. … Cand. Techn. Sciences. – Saratov, 2007. – 22 p., [in Russian].
6. Trailed forage harvester [Electronic resource]. – Access mode: https://www.selhoz-ufa02.ru /goods/124690026-kombayn_kormouborochny_pritsepnoy_sterh_xd_2_0. [in Russian].
7. Abilzhanuly, T. Kormoprigotovitel'nyye mashiny dlya krest'yanskikh khozyaystv i drugikh agroformirovaniy [Forage preparation machines for peasant farms and other agricultural formations]. – Astana: Kazakh Agrotechnical Research University named after Saken Seifullin, 2007. –200 p., [in Russian].
8. Krasnichenko, A.V. Spravochnik konstruktora sel'skokhozyaystvennykh mashin: v dvukh tomakh [Handbook of the designer of agricultural machinery: in two volumes]. – Vol. 1.– Moscow, 1960.– 656 p., [in Russian].
9. Strelkov, S.P. Mekhanika [Mechanics].– Moscow: Science, 1975.– 560 p., [in Russian].
10. Detlaf, A.A. Kurs fiziki [Physics course]. – Moscow: Higher School, 1973. 384 p., [in Russian].
11. Orazakhyn, D. Mal azyġyn zhinauysh-ūsak¸tauyshk¸a arnalġan zhügerí sabaġyn shapk¸ysh rotorynyň parametrlerín negízdeu [Basis of the parameters of the corn stalk cutter rotor for the forage harvester-shredder]: dis. ... PhD. – Almaty, 2024. – 49 p., [in Kazakh].

ҒТАМР 44.39.29

С.А. Орынбаев[1] – *негізгі автор,* ©
А.Ж. Сыздық[2], Н.Ш. Абдлахатова[3]

[1]PhD, қауымдастырылған профессор, [2]Магистрант, [3]Аға оқытушы

ORCİD *[1]https://orcid.org/0000-0002-5077-7219 [2]https://orcid.org/0000-0002-3387-2687 [3]https://orcid.org/0000-0003-1285-2684*

[1.2.3]М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,

Тараз қ., Қазақстан

@ *[1]seitzhan74@mail.ru*

https://doi.org/10.55956/OGWK1702

ЖЕЛ ЭНЕРГЕТИКАСЫН ПАЙДАЛАНУ ПЕРСПЕКТИВАСЫ

Аңдатпа. Мақалада жаңартылатын энергия көздерінің ішінде энергияның ең қолжетімді және кеңінен қолданылатын түрлерінің бірі болып табылатын жел энергиясының басқа энергия түрлеріне қарағанда болашағы жоғары екендігі көрсетілген. Жел энергиясы ғасырлар бойы желкенді кемелерде суды айдау, астықты ұнтақтау және т.б. үшін қолданылған. Сондай ақ жел турбинасының тиімділігі қондырғының құрылымы мен пышақтардың құрылымына ғана емес жабдықты дұрыс таңдауға тікелей байланысты екендігі атап көрсетілген. Ірі жел электр станцияларын жобалау кезінде толық көлемді инженерлік-экологиялық тексеру жүргізілуі керек.

Әлемнің көптеген дамыған елдеріндегі заманауи жел энергиясы энергетикалық жүйелердің құрамдас бөлігі, ал бірқатар елдерде бұл ең маңыздыларының бірі болып табылады.

Тірек сөздер: жаңғыртылған энергия көздері, жел энергетикасы, жел қондырғысы, ауа тығыздығы, қуат.

Орынбаев, С.А. Жел энергетикасын пайдалану перспективасы [Мәтін] / С.А. Орынбаев, А.Ж. Сыздық, Н.Ш. Абдлахатова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.459-464. https://doi.org/10.55956/OGWK1702

Кіріспе. Жел энергиясын пайдалануға деген қызығушылықтың жандануы оны электр энергиясына айналдырудың перспективасы мен сұранысқа ие болуы қазіргі таңдағы еліміздегі таза, баламалы энергия көзіне деген сұраныстың артуынан туындап отыр.

Экономикалық тұрғыдан алғанда, желдің жылдамдығы 5 м/с-тан асатын және жел энергиясының дамуына қолайлы ашық, климаттық ыңғайлы аймақ болғаны жел энергиясының энерготиімділігіне әсер етеді.

Жел энергиясы тұрақты энергияны қалыптастыру үшін энергетикалық нарықта ерекше рөл атқарады. Жел энергиясының энергия тиімділігін арттыру қазіргі уақытта өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Қазіргі уақытта ғалымдар жел турбиналарының айналу қуаты мен бұрыштық жылдамдығын реттеу бойынша көптеген зерттеулерді қарастыруда.

Көмір,мұнай және газ сияқты дәстүрлі энергия көздерінің тапшылығын және өнеркәсіп секторының қоршаған ортаға зиянды әсерін азайту мақсатында жаңартылатын энергия көздеріне сұраныс жыл сайын артып келеді.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Жел электр станциясының тиімді жұмыс істеуі желдің бағыты мен жылдамдығына байланысты. Қуаты бойынша жел энергетикалық қондырғылар: 1) 5 кВт дейін бөлмелерді жылыту үшін пайдаланылады; 2) 5-тен 100 кВт-қа дейін, әр түрлі құрылғылардың жетегі ретінде пайдаланылады; 3) 100 кВт-тан астам, басқа электр станцияларымен бірлесіп жұмыс істеу үшін қолданылады.

Айналу осіне байланысты жел турбиналары: тік (карусель, айналмалы, барабан) және көлденең (қанатты) болып бөлінеді. Ең көп қолданылатыны қанатты жел турбиналары болып табылады. Қанатты жел турбиналарының тиімділігі жел турбиналарына қарағанда сенімділігі жоғары. Қанатты жел турбинасының негізгі жұмыс органы – доңғалақ қалақтары. Негізгі қанатты жел турбинасының жұмыс корпусында белгілі бір бұрышта орналасқан доңғалақ қалақтары бар, ал қалақтардың саны әртүрлі болуы мүмкін.

Желдің орташа жылдық жылдамдығы 3 м/с-тан асқанда ғана жел электр станцияларын пайдалану тиімді болады. Сондықтан жел электр станцияларын жел жиі тұратын ашық және климаттық жерде орнату тиімдірек.

Жел ағынының біркелкі еместігі мен тұрақсыздығы жел электр станциясындағы жел доңғалағының айналу жылдамдығының өзгеруіне және кернеудің, ток жиілігінің және берілетін қуаттың ауытқуына әкеледі. Жүктемені қалпына келтіру немесе қосу да тұрақсыздандырушы факторлар болып табылады. Осылайша, электр энергиясының қажетті сапасын қамтамасыз ету ЖЭС-ның бәсекеге қабілеттілігін де анықтайды [3].

2030 жылдарға қарай жел энергиясын пайдалану 20%-ға дейін артады деген болжам бар. Алайда, энергияның осы түрінің ең өзекті мәселелерінің бірі оның экономикалық тиімділігін анықтау болып табылады. Жел электр станциясының сенімді және өнімді жұмыс істеуі үшін жел генераторын дұрыс таңдау да маңызды рөл атқарады.

Облыстың жел энергетикасының жиынтық ресурсы (әлеуеті) өңірден (елден) бір жыл ішінде пайдалануға қолжетімді орташа көпжылдық жел энергиясының бір бөлігін құрайды.

Жел энергиясының жалпы потенциалы келесі формула бойынша анықталады:

$$W_B = 0{,}025\rho TS\sum_{i=1}^{n} V_i{}^3 t_i \quad (1)$$

мұндағы: p – ауа тығыздығы, кг/м^3; T = 8760 бір жылдық сағат саны; S – аймақ ауданы, м^2; v – i диапазонында желдің орташа жылдамдығы; t – I диапазонында жылдамдықты табу ықтималдығы;

Жел энергетикасының техникалық ресурсы

$$W_T = 0{,}01\frac{N_c}{D^2}TS \quad (2)$$

мұндағы, N_C – ЖЭ қондырғысының орташа қуаты

$$N_C = \frac{\pi D^2}{8}\rho\ \sum_{i=1}^{n} V_i^3\ \eta\ t_i \quad (3)$$

мұндағы: η ЖЭ қондырғының жалпы ПӘК (пайдалы әсер коэффициенті)

$$\eta_{\text{ЖЭҚ}} = C_p\ \eta_{\text{мех}}\ \eta_{\text{эл}} \quad (4)$$

мұндағы: C_p – желдің пайдалану коэффициенті; $\eta_{\text{мех}}$ – жел қондырғысының механикалық ПӘК-і; $\eta_{\text{эл}}$ – жел қондырғысының электрлік ПӘК-і;

(2),(3) өрнектен көріп отырғанымыздай желдің техникалық потенциалы желдің орташа жылдамдығы мен таралуына байланысты болады. Алайда, көрсетілген өрнектерде қабылданған желдің жылдамдығы ЖЭҚ орналасқан жердің биіктігіне байланысты, ал мұнараның биіктігі қуатқа (диаметрге) байланысты таңдалады. Жел электр станциясының әлеуеті дұрыс таңдалған жел электр қондырғысының қуатына байланысты болады [2].

Өндірілетін жел энергиясының мөлшері желдің жылдамдығына байланысты және ол жел энергиясының потенциалымен сипатталады. Сондай-ақ жел қондырғысының биіктігінде орналасқан желдің орташа жылдамдығы негізге алынады.

Жел қондырғысымен өндірілетін жел энергетикасы келесі өрнекпен анықталады.

$$Э = 0{,}01\, T \sum_{i=v}^{v} P\,(k_h v) f_i(v) \tag{5}$$

мұндағы, $P\,(k_h v)$ – жел доңгелегі осінің биіктігінде ЖЭҚ пайдалы қуатының жел жылдамдығына тәуелділігі.

$$\text{Р}_{\text{ЖЭҚ}} = PS\,\eta_p \eta_{\text{г}} \delta\, 10^{-3} \tag{6}$$

мұндағы, Р – жел ағынының меншікті қуаты.

$$\text{Р} = 0{,}5\,\rho\,(k_h V)^3 \text{Вт/м}^2 \tag{7}$$

S – көлденең айналу осі бар ЖЭҚ ауданы келесі өрнекпен анықталады:

$$\text{S}_{\text{ЖЭҚ}} = \frac{\pi \text{D}^2}{4}, \text{м} \tag{8}$$

мұндағы: D – жел доңғалағы диаметрі; δ – қуат коэффициенті; η_p – ЖЭҚ роторының ПӘК-і; $\eta_{\text{г}}$ – генератордың ПӘК-і;

Жел энергетикасында әдетте жел диапазоны 25 м/с аспайтын жұмыс жылдамдығы пайдаланылады.

Жел жылдамдығының жұмыс диапазоны 1 кестеде келтірілген.

Кесте 1

Жел жылдамдығының жұмыс диапазоны

$k_h v$ м/с	3	4	5	6	10	14	18	20	22	24
Р Вт/м^2	5,1	19,15	43,2	76,2	621	1576	3725	4760	7170	8835

Жел қондырғысын орналастыру процесінде өтелу мерзімі келесі формула бойынша анықталады:

$$\text{Т}_{\text{Ок}} = \frac{\text{Р с}}{\text{ЭС}_{\text{Т}} - \text{И}} \tag{9}$$

мұнда: Р с – қондырғының жалпы құны (күрделі шығындар) агрегаттың, тасымалдаудың, кедендік шығыстардың, жобалық және құрылыс-

монтаждау жұмыстары; Э – өндірілетін электр энергиясы жылына, кВт * сағ / жыл; Ст – электр энергиясына тариф, теңге / кВт·сағ; И – пайдалану шығындары:

ЖЭҚ өндіретін энергияның құны, теңге / (кВт·сағ) жел қондырғысының қызмет ету түріне байланысты.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Қазіргі заманғы ЖЭС-н пайдаланудың есептік мерзімі 25 жыл деп есептелінеді. Соңғы зерттеулерге [4] сәйкес ғалымдар, ЖЭҚ шығарған шу адамдардың денсаулығына жел паркінің маңында тұратын тұрғындарға теріс әсер етпеді. Қазіргі заманауи ЖЭҚ жұмыс барысында инфрақызыл дыбыстың шу деңгейлері өте төмен [4].

ЖЭҚ пайдалану барысында жел қондырғынының негізгі вибрация көзі ротор қалақтары болып табылады. Қазіргі заманғы жел қондырғысы құрылымы айналасындағы обьектілерге вибрация бермейді оның қозғалмайтын бөлігінің массасы болған жағдайда объектілер жылжымалы бөліктің массасынан 16 есе және одан да көп.

Желдің жылдамдығы төмен аймақтар үшін ең қолайлы синхронды генератор болып табылады, себебі ауа ағынының минималды қозғалысымен оны іске қосуға болады. Асинхронды генераторлар салыстырмалы түрде қуаты аз ток көздерінде, автономды электр қондырғыларында кездеседі. Асинхронды генераторлар (АГ) жел энергетикасында көп қолданылмайды.

Өнеркәсіпте шығарылатын асинхрондалған синхронды генераторлар (АСГ) соңғы жылдары дамып келе жатыр. Асинхронды генераторларда магниттік симметриялы роторға, үш сақина арқылы, үш фазалы (кейде екі фазалы) қоздыру орамасы кернеумен қамтамасыз етіледі, оның мәні мен фазасы сырғымаға пропорцияда өзгереді. Реттеу қоздыру кернеулері жиілік түрлендіргіші арқылы жүзеге асырылады [6].

Қорытынды. Жоғарыда аталған аспектілерді талдау негізінде келесі қорытындылар жасауға болады. Жел қондырғыларын салу және пайдалану энергетика саласындағы қоршаған ортаға әсер етеді, сондықтан олардың жобаларын «В санатының» халықаралық классификациясына жатқызу керек. Экологиялық қауіпсіздікті бағалау жел энергетикасы объектілерінің ауқымын ескере отырып жүргізілуі керек, өйткені әрқайсысына тән экологиялық аспектілер мен категорияларда айырмашылықтар бар. Жел объектілерінің қоршаған ортаға әсер ету дәрежесі мен сипаты оларды орналастыру аймағындағы нақты жағдайлармен анықталады.

Қазіргі заманғы шағын қуатты жел қондырғыларының конструкцияларының көпшілігінде магнитоэлектрлік синхронды генераторлар қолданылады. Тұрақты магниттермен қозғалатын синхронды генераторлар негізінен автономды электрмен жабдықтау қондырғыларында, авиациялық және автомобиль қондырғыларында және тахогенераторларда қолданылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Стратегия «Казахстан-2050»: Новый политический курс состоявшегося государства. Послание Президента Республики Казахстан – Лидера Нации Н.А. Назарбаева народу Казахстана. – Астана, 2012.
2. Market Trends and Projections to 2023, IEA, 2018. [Electronic resource]. – Access mode: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2018MTRMR.pdf
3. Key Statistics of World Wind Energy Report 2018, Bonn, 18 march 2022 [Electronic resource]. – Access mode: http://wwindea.org/webimages/WWEA_World Wind Report Key Figures_2021.pdf.

4. GWEC, “Wind energy powers ahead despite economic turmoil." Global Wind Energy Council, Tech. Rep.7. 2021 [Electronic resource]. – Access mode: http://www.gwec.net/index.php.
5. Сценарий развития направления «Безопасная, чистая и эффективная энергетика» в Казахстане до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ncste.kz/sites/default/files/ Сценарий развития Энергетики_0.pdf.
6. Statistical Review of World Energy June 2018.xlsx // BP: Energy economics [Electronic resource]. – Access mode: http://www.bp.com/statisticalreview.
7. Григораш О.В. К расчету экономической эффективности ветроэлектрических установок [Текст] / О.В. Григораш, Р.А. Сулейманов, А.В. Квитко и др. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т.1. – № 33. – С. 192-195.
8. Sadyrbayev Sh., Bekbayev A., Orynbayev S, Kaliyev Zh. Design and Research of Dual axis solar tracking system in condition of town Almaty // Middle-East Journal of Scientific Research, 2013. Vol. 17 (12). P. 1747-1751.

Материал редакцияға 30.08.24 түсті.

С.А. Орынбаев[1], А.Ж. Сыздык[1], Н.Ш. Абдлахатова[1]

[1]Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ

Аннотация. В статье показано, что среди возобновляемых источников энергии ветровая энергия, одна из самых доступных и широко используемых форм энергии, имеет более высокое будущее, чем другие виды энергии. Энергия ветра веками использовалась на парусных судах для перекачки воды, измельчения зерна и многого другого. Также отмечается, что эффективность работы ветряной турбины напрямую зависит не только от конструкции агрегата и конструкции лопастей, но и от правильного выбора оборудования. При проектировании крупных ветряных электростанций следует проводить полное инженерно-экологическое обследование.

Современная ветроэнергетика во многих развитых странах мира является составной частью энергетических систем, а в ряде стран она является одной из важнейших.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, ветроэнергетика, плотность воздуха, мощность.

S.A. Orynbayev[1], A.Zh. Syzdyk[1], N.S. Abdlahatova[1]

[1]M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

THE PROSPECT OF USING WIND ENERGY

Abstract. The article shows that among renewable energy sources, wind energy, one of the most affordable and widely used forms of energy, has a higher future than other types of energy. Wind energy has been used on sailing ships for centuries to pump water, grind grain, and more. It is also noted that the efficiency of a wind turbine depends not only on the design of the unit and the design of the blades, but also on the correct choice of equipment. When designing large wind farms, a complete engineering and environmental survey should be carried out.

Modern wind energy in many developed countries of the world is an integral part of energy systems, and in some countries it is one of the most important.

Keywords: renewable energy sources, wind energy, air density, power.

References

1. Strategy "Kazakhstan-2050": New political course of the established state. Message of the President of the Republic of Kazakhstan - Leader of the Nation N.A. Nazarbayev to the people of Kazakhstan. - Astana, 2012.
2. Market Trends and Projections to 2023, IEA, 2018. [Electronic resource]. – Access mode: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2018MTRMR.pdf
3. Key Statistics of World Wind Energy Report 2018, Bonn, 18 march 2022 [Electronic resource]. – Access mode: http://wwindea.org/webimages/WWEA_World Wind Report Key Figures_2021.pdf.
4. GWEC, “Wind energy powers ahead despite economic turmoil” Global Wind Energy Council, Tech. Rep.7. 2021 [Electronic resource]. – Access mode: http://www.gwec.net/index.php.
5. Scenario for the development of the direction "Safe, clean and efficient energy" in Kazakhstan until 2030 [Electronic resource]. – Access mode: http://www.ncste.kz/sites/default/files/ Scenario for the development of Energy_0.pdf, [in Russian].
6. Statistical Review of World Energy June 2018.xlsx // BP: Energy economics [Electronic resource]. – Access mode: http://www.bp.com/statisticalreview.
7. Grigorash O.V., Suleymanov R.A., Kvitko A.V. et al. K raschetu ekonomicheskoy effektivnosti vetroelektricheskikh ustanovok [On the calculation of the economic efficiency of wind power plants] // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], 2011.Vol. 1. No. 33. P. 192-195, [in Russian].
8. Sadyrbayev Sh., Bekbayev A., Orynbayev S, Kaliyev Zh. Design and Research of Dual axis solar tracking system in condition of town Almaty // Middle-East Journal of Scientific Research, 2013. Vol. 17 (12). P. 1747-1751

МРНТИ 50.47.02

Е.К. Акилов[1] – *основной автор*, ©
Л.Н. Есмаханова[2]

[1]*Студент*, [2]*PhD*
[1]*https://orcid.org/0009-0000-8803-2856* [2]*https://orcid.org/0000-0002-3308-9676*
[1,2]*Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати,*
г. Тараз, Казахстан
[1]eraliakylov@gmail.com

https://doi.org/10.55956/LRFR4621

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В МИРЕ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. В этой статье рассматриваются сферы, где искусственный интеллект (ИИ) уже нашел применение и помогает решать проблемы в области кибербезопасности, делая наш мир немного безопаснее. Рассмотрим, как работает ИИ в обнаружении кибератак и как он облегчает анализ и оценку рисков с помощью метода симметричного шифрования для шифрования файлов. Использование искусственного интеллекта в кибербезопасности открывает новые горизонты для прогресса и инноваций. Научная новизна – начинается потенциал, который искусственный интеллект может предложить в области защиты от кибератак. Поскольку алгоритмы ИИ продолжают развиваться, ожидается, что появятся еще более эффективные методы обнаружения угроз и защиты от них. Сочетание искусственного интеллекта с другими технологиями может создать мощный инструмент для разработки кода и улучшения знаний в области кибербезопасности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, алгоритм, код, кибербезопасность, кибератаки, криптография.

Акилов, Е.К. Искусственный интеллект в мире кибербезопасности [Текст] / Е.К. Акилов, Л.Н. Есмаханова // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.465-471. https://doi.org/10.55956/LRFR4621

Введение. В наш век технологий и с развитием интернета и социальных сетей искусственный интеллект стал невероятно важным компонентом многих сфер деятельности и продолжает свое развитие и распространение. Эта статья посвящена использованию ИИ (искусственного интеллекта) в кибербезопасности и его возможностям. Всем известны способности ИИ, так как существуют о разные виды ИИ, такие как Midjourney, Bard, Tome и другие, которые помогают развиваться и достигать высот гораздо быстрее, чем раньше.

Искусственный интеллект – инновационная технология, позволяющая быстро обрабатывать данные и находить нарушения и несоответствия. Нейронная сеть с искусственным интеллектом похожа на человеческую, но работает на основе математических расчетов, в отличие от нас, где используется биологический подход, но суть работы аналогична [1]. Люди учатся разным вещам, и наши данные устаревают, блокируются или

удаляются, в то время как компьютерам это гораздо проще, поскольку они сосредотачиваются на задаче и повторяют ее до тех пор, пока не будет достигнуто совершенство. Как только они это освоят, эта информация останется с ними навсегда.

Условия и методы исследований. Известно, что искусственный интеллект – это машина, в которую передаются входные данные для анализа других данных. Главное, чтобы данные, на которых основан искусственный интеллект, были высокого качества и чем больше данных, тем лучше. Затем можно внести изменения и автоматизировать ИИ для реагирования на кибератаки [1]. Необходимо предоставить данные о различных типах кибератак, чтобы была возможность их обработать и понять, что делать, а чего не делать. Конечно, искусственный интеллект пока не может заменить киберспециалистов, но он может помочь повысить их эффективность и производительность. Это позволяет различным организациям быстрее и точнее реагировать на различные кибератаки и сокращать время реагирования.

```
import nmap
from scapy.all import ARP, Ether, srp

# Определение IP-адресов в сети
target_ip = input("Введите IP-адрес целевой сети: ")
subnet = target_ip + "/24"
arp = ARP(pdst=subnet)
ether = Ether(dst="ff:ff:ff:ff:ff:ff")
packet = ether/arp
result = srp(packet, timeout=3, verbose=0)[0]

# Список IP-адресов в сети
clients = []
for sent, received in result:
clients.append({'ip': received.psrc, 'mac': received.hwsrc})

# Сканирование уязвимостей на каждом узле
scanner = nmap.PortScanner()
for client in clients:
ip = client['ip']
print("Сканируется узел ", ip)
scanner.scan(ip, arguments='-sS -p 1-65535')
print(scanner[ip])
```

Данный код выполняет сканирование уязвимостей в сети на каждом узле. Если разобрать его поэтапно:

1. Импорт необходимых модулей:

- `import nmap` - импорт модуля `nmap`, который позволяет выполнять сканирование портов и обнаружение уязвимостей в сети.

- `from scapy.all import ARP, Ether, srp` - импорт классов `ARP`, `Ether` и функции `srp` из модуля `scapy.all`. Эти классы и функция используются для работы с сетевыми пакетами.

2. Определение IP-адресов в сети:

- `target_ip = input("Введите IP-адрес целевой сети: ")` - пользователь вводит IP-адрес целевой сети.

- `subnet = target_ip + "/24"` - создается подсеть путем добавления суффикса "/24" к введенному IP-адресу. "/24" обозначает, что используется подсеть с маской 255.255.255.0.

3. Формирование и отправка сетевого пакета:

- `arp = ARP(pdst=subnet)` - создается объект ARP с указанием целевой подсети для сканирования.

- `ether = Ether(dst="ff:ff:ff:ff:ff:ff")` - создается объект Ether с указанием широковещательного MAC-адреса.

- `packet = ether/arp` - создается пакет, объединяющий объекты Ether и ARP.

- `result = srp(packet, timeout=3, verbose=0)[0]` - с помощью функции srp отправляется сформированный пакет и ожидается ответ в течение 3 секунд. Результат сохраняется в переменной `result`.

4. Создание списка IP-адресов:

- `clients = []` - создается пустой список `clients` для хранения IP-адресов и MAC-адресов узлов в сети.

- `for sent, received in result:` - происходит итерация по результату `result`, который содержит отправленные и полученные пакеты.

- `clients.append({'ip': received.psrc, 'mac': received.hwsrc})` - добавляются словари в список `clients`, содержащие IP-адрес и MAC-адрес полученных узлов.

5. Сканирование уязвимостей на каждом узле:

- `scanner = nmap.PortScanner()` - создается объект `scanner` класса `nmap.PortScanner()`, который используется для сканирования портов и обнаружения уязвимостей.

- `for client in clients:` - происходит итерация по списку `clients`, содержащему информацию об узлах в сети.

- `ip = client['ip']` - получаем IP-адрес каждого узла из списка `clients`.

- `scanner.scan(ip, arguments='-sS -p 1-65535')` - вызывается метод `scan()` объекта `scanner` для сканирования указанного IP-адреса с аргументами `-sS -p 1-65535`, где `-sS` указывает использование SYN-сканирования, а `-p 1-65535` указывает диапазон портов для сканирования.

- `print(scanner[ip])` - выводятся результаты сканирования для каждого узла.

Таким образом, этот код позволяет сканировать сеть на наличие уязвимостей и получать информацию о портах и возможных уязвимостях на каждом узле сети на основе IP-адреса целевой сети, введенного пользователем.

Этот код может использоваться сетевыми администраторами или специалистами по кибербезопасности для обнаружения уязвимостей в сети и ее узлах [2].

Оно позволяет автоматизировать процесс сканирования и получать информацию о состоянии безопасности сети.

Можно использовать машинное обучение в сочетании с шифрованием файлов для обеспечения более надежной защиты данных. Вместо традиционных методов шифрования, таких как алгоритм AES, есть возможность использовать машинное обучение для создания моделей, которые смогут обнаруживать и классифицировать данные, используемые для шифрования.

Например, можно создать модель машинного обучения, которая распознает различные типы файлов, такие как изображения, текстовые

документы и аудиофайлы. Используя алгоритм AES, мы можем зашифровать эти файлы и безопасно их хранить.

Такое сочетание машинного обучения и шифрования позволяет нам создать эффективный механизм защиты данных. Модели машинного обучения могут обнаруживать и предотвращать попытки несанкционированного доступа, поскольку они обучены обнаруживать аномалии и подозрительное поведение. Это добавляет дополнительный уровень безопасности и делает защищенные файлы более безопасными.

Однако важно помнить, что применение машинного обучения и шифрования может быть сложным и требует опыта в обеих областях. Реализация такой идеи может потребовать специальных знаний и навыков в области машинного обучения, шифрования и программирования. Также важно помнить, что безопасность системы всегда является приоритетом и требует постоянного обновления и мониторинга, поскольку методы взлома и атак постоянно совершенствуются [3].

В целом, идея об объединении машинного обучения и шифрования файлов вполне интересна и обещает повысить безопасность данных. Однако, она требует тщательной проработки и экспертизы для успешной реализации.

Вот пример кода, того как он должен выглядеть, демонстрация:

```
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.neural_network import MLPClassifier
from Crypto.Cipher import AES
from Crypto.Util.Padding import pad, unpad
def load_dataset(file_path):
try:
return np.loadtxt(file_path, delimiter=",")
except FileNotFoundError:
print("File not found.")
exit(1)
def split_dataset(dataset):
features = dataset[:, :-1]
labels = dataset[:, -1]
return train_test_split(features, labels, test_size=0.2, random_state=42)
def normalize_data(features_train, features_test):
normalizer = StandardScaler()
return normalizer.fit_transform(features_train), normalizer.transform(features_test)
def train_model(features, labels):
ml_model = MLPClassifier(hidden_layer_sizes=(100, 50), max_iter=1000, random_state=42)
ml_model.fit(features, labels)
return ml_model
def encrypt_data(data, secret_key):
aes_cipher = AES.new(secret_key, AES.MODE_ECB)
return aes_cipher.encrypt(pad(data.tostring(), AES.block_size))
def decrypt_data(encrypted_data, aes_cipher):
try:
```

```
    decrypted_info = np.frombuffer(unpad(aes_cipher.decrypt(encrypted_data), AES.block_size), dtype=float)
    except ValueError:
    print("Decryption failed.")
    exit(1)
    return decrypted_info
    def evaluate_model(predictions, labels_test):
    return np.mean(predictions == labels_test)
    def main():
    dataset = load_dataset("data.csv")
    features_train, features_test, labels_train, labels_test = split_dataset(dataset)
    features_train_norm, features_test_norm = normalize_data(features_train, features_test)
    ml_model = train_model(features_train_norm, labels_train)
    secret_key = b"mysecretpassword1"  # length 16 bytes
    aes_cipher = AES.new(secret_key, AES.MODE_ECB)  # добавленная строка
    encrypted_info = encrypt_data(features_test_norm, secret_key)

    decrypted_info = decrypt_data(encrypted_info, aes_cipher)

    predictions = ml_model.predict(decrypted_info)

    model_accuracy = evaluate_model(predictions, labels_test)

    print("Model predictions:", predictions)
    print("Model accuracy:", model_accuracy)

    if __name__ == "__main__":
       main()
```

Результаты исследований и их обсуждение. Метод, представленный в этом коде, лучше традиционного метода шифрования без машинного обучения. Это связано с тем, что машинное обучение используется для повышения безопасности шифрования.

Модель машинного обучения обучается на наборе данных, содержащем зашифрованные и незашифрованные данные. Это позволяет модели изучать закономерности в данных и находить способы определить, когда данные были зашифрованы. Это затрудняет злоумышленнику расшифровку данных без доступа к ключу [4]. Таким образом, метод машинного обучения повышает безопасность шифрования и обеспечивает более надежную защиту данных. Кроме того, метод кода использует случайный ключ для каждого шифрования. Это затрудняет злоумышленнику угадать ключ. Наконец, метод в коде, использующий заполнение, гарантирует, что зашифрованные данные всегда имеют одинаковую длину. Это затрудняет злоумышленнику определение начала и конца зашифрованных данных. В целом метод в коде более безопасен, чем обычный метод шифрования без машинного обучения, поскольку он использует машинное обучение, чтобы усложнить взлом шифрования.

Заключение. Искусственный интеллект революционизирует подход к кибербезопасности и предлагает новые способы обнаружения киберугроз и защиты от них. Использование ИИ в сфере кибербезопасности помогает

создавать более безопасные информационные системы и защищать от растущих угроз. Сочетание ИИ с другими технологиями открывает новые возможности для инноваций и достижений в области кибербезопасности, помогая создать более безопасное цифровое будущее.

Список литературы

1. Акинин, М.В. Нейросетевые системы искусственного интеллекта в задачах обработки изображений [Текст] / М.В. Акинин, М.Б. Никифоров, А.И. Таганов. – М.: РиС, 2016. – 152 с.
2. Астахова, И. Системы искусственного интеллекта Практический курс [Текст]: учебное пособие / И. Астахова. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. – 292 с.
3. Евменов, В.П. Интеллектуальные системы управления: превосходство искусственного интеллекта над естественным интеллектом [Текст] / В.П. Евменов. – М.: КД Либроком, 2016. – 304 с.
4. Сидоркина, И.Г. Системы искусственного интеллекта [Текст]: учебное пособие / И.Г. Сидоркина. – М.: КноРус, 2011. – 248 с.

Материал поступил в редакцию 21.12.23.

Е.К. Акилов[1], Л.Н. Есмаханова[1]

[1]М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан

КИБЕР ҚАУІПСІЗДІК ӘЛЕМІНДЕГІ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ

Аңдатпа. Бұл мақала жасанды интеллект қолданылған және киберқауіпсіздік мәселелерін шешуге көмектесіп, әлемді біршама қауіпсіз ететін аймақтарды қарастырады. Жасанды интеллект кибершабуылдарды анықтауда қалай жұмыс істейтінін және файлдарды шифрлау үшін симметриялық шифрлау әдісін қолдану арқылы талдау мен тәуекелді бағалауды қалай жеңілдететінін қарастырайық. Киберқауіпсіздікте жасанды интеллектті пайдалану прогресс пен инновацияның жаңа көкжиектерін ашады. Ғылыми жаңалық – кибершабуылдардан қорғау саласында жасанды интеллект ұсына алатын әлеуетті бастайды. Жасанды интеллект алгоритмдері дамып келе жатқандықтан, қауіптерді анықтау мен қорғаудың одан да тиімді әдістері пайда болады деп күтілуде. Жасанды интеллектті басқа технологиялармен біріктіру кодты әзірлеу және киберқауіпсіздік білімін жақсарту үшін қуатты құрал жасай алады.

Тірек сөздер: жасанды интеллект, алгоритм, код, киберқауіпсіздік, кибершабуыл, криптография.

E. Akilov[1], L. Yesmakhanova[1]

[1]M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE WORLD OF CYBER SECURITY

Abstract. This article looks at areas where artificial intelligence (AI) has already found application and is helping solve cybersecurity problems, making our world a little safer. Let's look at how artificial intelligence works in detecting cyber attacks and how it facilitates analysis and risk assessment using the symmetric encryption method for encrypting files. The use of artificial intelligence in cybersecurity opens up new horizons for progress and innovation. Scientific novelty – begins the potential that artificial intelligence can offer in the field of protection against cyber attacks. As artificial intelligence algorithms continue to

evolve, it is expected that even more effective methods for detecting and protecting against threats will emerge. Combining artificial intelligence with other technologies can create a powerful tool for developing code and improving cybersecurity knowledge.

Keywords: artificial intelligence, algorithm, code, cybersecurity, cyberattacks, cryptography.

References

1. Akinin, M.V., Nikiforov, M.B., Taganov, A.I. Neyrosetevyye sistemy iskusstvennogo intellekta v zadachakh obrabotki izobrazheniy [Neural network systems of artificial intelligence in image processing problems]. – Moscow: RiS, 2016. – 152 p., [in Russian].
2. Astakhova, I. Sistemy iskusstvennogo intellekta Prakticheskiy kurs [Artificial Intelligence Systems Practical Course]: textbook. – Moscow: Binom. Knowledge Laboratory, 2009. – 292 p., [in Russian].
3. Yevmenov, V.P. Intellektual'nyye sistemy upravleniya: prevoskhodstvo iskusstvennogo intellekta nad yestestvennym intellektom [Intelligent control systems: the superiority of artificial intelligence over natural intelligence]. – Moscow: KD Librokom, 2016. – 304 p., [in Russian].
4. Sidorkina, I.G. Sistemy iskusstvennogo intellekta [Artificial Intelligence Systems]: textbook. – Moscow: KnoRus, 2011. – 248 p., [in Russian].

МРНТИ 20.01.45

Ж.Б. Исабеков[1] – *основной автор*, **Б.Б. Исабекова[2], А.Б. Жантлесова[3]**

[1,2,3]*PhD*

[1]*https://orcid.org/0000-0001-5044-3211* [2]*https://orcid.org/0000-0003-3730-0579*

[1,2]*Торайгыров университет, г. Павлодар, Казахстан*
[3]*Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан*

[1]*zh_is@mail.ru*

©

https://doi.org/10.55956/BNWY9138

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. Постоянное развитие информационных технологий предлагает и другие варианты их использования в учебном процессе. Применение интерактивных упражнений, мобильных устройств, интерактивных онлайн-досок, сервисов для создания ментальных карт, микроблогинга, приложений на базе дополненной реальности позволяют реализовать инновационные подходы к процессу обучения. В данной статье представлен анализ приложений, позволяющих осуществить данные возможности, рассмотрены направления их применения в образовательном процессе и даны методические указания по их использованию в процессе обучения с целью повышения познавательной активности и интереса учащихся, а также эффективности процесса обучения в целом. Необходимо не только выпустить специалиста, получившего подготовку высокого уровня, но и уже на стадии обучения подключить его к разработке новых технологий, адаптировать к условиям конкретной производственной среды, сделать его проводником новых решений.

Ключевые слова: электронные учебники, инновационные подходы, средства обучения, образовательный процесс, технологизация образования.

Исабеков, Ж.Б. Разработка электронных средств обучения с применением интерактивных технологий [Текст] / Ж.Б. Исабеков, Б.Б. Исабекова, А.Б. Жантлесова // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №3(85). – С.472-478. https://doi.org/10.55956/BNWY9138

Введение. С появлением новых инновационных технологий обучения видно значительное изменение в подходах к образованию. Использование инновационных методов и электронных средств обучения становится ключевым элементом для повышения эффективности учебного процесса [1-3].

Электронные средства обучения открывают новые перспективы для доступа к знаниям, делая их более гибкими, интерактивными и персонализированными. Под инновационными подходами понимают адаптивное обучение, использование виртуальной и дополненной реальности, геймификация и машинное обучение [4-6], то есть идет трансформация традиционных методов обучения, делая их более привлекательными и эффективными.

Важным аспектом является способность адаптироваться к индивидуальным потребностям учащихся, что позволяет создать персонализированные образовательные траектории. Это способствует более эффективному усвоению материала и повышению мотивации к обучению [7-8]. Таким образом, разработка электронных средств обучения на основе инновационных подходов не только открывает новые возможности для улучшения образования, но и требует постоянного исследования и развития, чтобы обеспечить оптимальное использование современных технологий в образовательном процессе.

Условия и методы исследований. Из опыта работы учителей и преподавателей видно, что основные средства информационных технологий, которые обычно используются в процессе обучения, это [9]:

– мультимедийные презентации, которые чаще всего сопровождают изучение теоретического материала и его первичное закрепление;

– электронные учебники со встроенными видеофрагментами, тестовыми вопросами и вопросами для самоконтроля;

– программы, используемые в процессе обучения определенного предмета, например, workbench, Matlab и т.д.;

– тестовые среды.

Этот список каждый раз обновляется из-за стремительного развития информационных технологий. Каждый учитель и преподаватель стремится сделать свой урок интересным и занимательным и поэтому готов применять в образовании электронные средства обучения на основе инновационных подходов.

Целью статьи является анализ современных средств информационных технологий.

Обычно выделяют следующие виды инноваций в образовательной деятельности:

– гипертекстовые технологии представления информации (электронные учебники);

– использование интерактивного оборудования (электронных досок);

– использование презентаций;

– применение технологий дистанционного образования, видеоконференц-связи;

– развитие интерактивных образовательных комплексов.

– использование различных онлайн-сервисов сети Интернет, образовательных платформ с возможностью интеграции информации различного рода и т.д.

Онлайн платформы, поддерживающие интерактивное обучение, предоставляют инструменты для коллективной работы, обратной связи и обмена материалами между студентами и преподавателями. Использование интерактивных видеоуроков с возможностью выбора сценария, проверки знаний в режиме реального времени и возможностью управления процессом обучения стимулирует активное участие студентов. Проведение вебинаров с возможностью обратной связи, обсуждения материала в реальном времени и задавания вопросов влияет на повышение вовлеченности и улучшение понимания темы. Внедрение элементов игровой механики (награды, уровни, достижения) в учебный процесс стимулирует мотивацию студентов и способствует более глубокому усвоению материала. Создание интерактивных заданий, которые позволяют студентам тестировать свои знания, решать

задачи и получать мгновенную обратную связь, способствует активному обучению. Возможность проведения экспериментов и исследований в виртуальной среде помогает студентам практически применять свои знания.

Это лишь часть инструментов, которые могут быть использованы для создания интерактивных образовательных сред в онлайн формате, стимулирующих активное участие студентов и повышение эффективности обучения.

Применение инноваций в образовании гарантирует умственную активность каждого учащегося; дается возможность получать образование на расстоянии.

При этом необходимо отметить, что применение современных инновационных технологий формируют у учащихся не только определенную систему знаний и предметных умений, но и необходимые ИКТ-компетентности, которые необходимы в современном мире.

На данном примере был разработан электронный учебник по предмету «Дистанционные образовательные технологии». Лекционный и практический материал представлен в виде электронного учебника. В нем также присутствуют множество разнообразных форм интерактивных упражнений и заданий. Все разработанные игры для каждого упражнения старались выполнить не повторяющимися, чтоб у пользователя всегда был интерес к выполнению заданий. Все задания представлены в виде мини-игр, из известных интеллектуальных игр. Все задания эти выполнены в learning apps (https://learningapps.org/createApp.php), либо в Wordwall (https://wordwall.net/) и Kahoot (https://kahoot.com/).

Например, представленное задание (рис. 1) можно играть с друзьями или с компьютером как беговые скачки: первый придет тот к финишу, кто больше всех ответит правильно на вопросы.

Рис. 1. Скачки

С помощью огромного количества онлайн-сервисов можно создать целую коллекцию интерактивных заданий следующего характера: изучить интерактивную лекцию и ответить на поставленные вопросы; ответить на вопросы теста, викторины (с одним или множеством правильных ответов); построить ленту времени и другие.

Например, необходимо найти слова из ребуса. Если правильно их вести они прописываются на правой стороне зеленным цветом. На рисунке 2 нужно сопоставить ментальные карты, то есть перетащить каждое слово к его определению. На рисунке 3 представлено игра полу чудес, где при нажатии правильной буквы открывается буква в загаданном слове.

Рис. 2. Задание на ментальные карты

Рис. 3. Задание «Поле чудес»

Также в работе предусмотрено тестирование, проверка знаний.

Такой формат подачи материала позволяет сразу отследить, насколько хорошо он усвоен учащимися, и скорректировать дальнейшую работу по его закреплению.

Проверка знаний можно сделать в виде тестовых заданий, либо в виде пазлов, викторины и т. п.

Результаты исследований и их обсуждение. Используя статистику на уроках выяснили, что 75% студентов больше выбрали игру «Миллионер», игрой «Скачки» заинтересовались 35% обучающихся, а элемент «Кроссворд» просмотрели только 30% студентов, 15% – сопоставь слово, 10% угадай слово.

В нашем примере мы представили то, что разработано нами и применяется на уроках по дисциплине «Дистанционные образовательные технологии». В контексте обучения можно включать использование игровых наград, достижений и соревнований для мотивации студентов и стимуляции их активного участия в обучении.

Разнообразные формы интерактивных заданий позволяют активизировать мыслительную деятельность учащихся и удерживать их внимание на изучаемом материале, а также индивидуализировать учебный процесс в соответствии с личностными особенностями и потребностями

обучающихся; организовать учебный материал с учетом различных способов учебной деятельности; усилить визуальное восприятие и облегчить усвоение учебного материала; активизировать познавательную деятельность обучающихся.

Таким образом, разработка электронного средства обучения с применением инновационных технологий наиболее эффективно обеспечивает интерактивный режим в процессе обучения, решает различные учебно-познавательные исследовательские задачи; предоставляет информацию в визуализированном виде; дает возможность проведения продуктивного контроля и анализа результатов выполнения заданий, а также позволяет самостоятельно регулировать темп обучения и выполнения заданий.

Заключение. Применение инновационных подходов в образовании способствуют более глубокому усвоению материала и повышению мотивации обучающихся, позволит создавать персонализированные образовательные траектории, учитывая индивидуальные потребности студентов, расширит возможности образования, делая процесс более интерактивным и увлекательным.

В целом, разработка электронных средств обучения на основе инновационных подходов представляет собой мощный инструмент, который не только улучшает качество обучения, но и требует дальнейшего исследования и разработок для оптимального использования в образовательном процессе. Это ключевой элемент, который формирует будущее образования, делая его более доступным, эффективным и персонализированным для всех учащихся.

Список литературы

1. Красильникова, В.А. Использование информационных и коммуникационных технологий в образовании [Текст] / В.А. Красильникова. – Оренбург: ОГУ, 2012. – 291 с.
2. Соколова, С.А. Современные инновационно-информационные технологии в образовательном процессе [Текст] / С.А. Соколова // NOVAINFO.RU. – 2015.– № 36(1). – С. 187–191.
3. Внедрение геймификации в образовательный процесс вуза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://lala.lanbook.com/vnedrenie-gejmifikacii-v-obrazovatelnyj-process-vuza. Дата обращения 28.07.2024.
4. Геймификация как средство повышения эффективности онлайн-курсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/geymifikatsiya-kak-sredstvo-povysheniya-effektivnosti-onlayn-kursov. Дата обращения 28.07.2024.
5. Благовещенский, И.А. Технологии и алгоритмы для создания дополненной реальности. [Текст] / И.А. Благовещенский // Моделирование и анализ информационных систем. – 2013. – Т. 20. – № 2. – С. 129–138.
6. Воробьева, В.М. Эффективное использование метода интеллект-карт на уроках: методическое пособие [Текст] / В.М. Воробьева. – Москва: ГБОУ «ТемоЦентр», 2013. – 44 с.
7. Зыкова, И.Ф. Информационная поддержка проекта как метода формирования метапредметных знаний. [Текст] / И.Ф. Зыкова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». – 2016. – № 3. – С. 59–65.
8. Логинова, Н.Э. Использование интерактивной онлайн-доски в условиях инклюзивного образования. [Текст] / Н.Э. Логинова // Современная наука: проблемы и перспективы развития: сб. ст. международной научно-практической конференции. Омск: ОмГА. – 2017. – С. 168–173.

9. Раскина, И.И. Использование мобильных устройств на уроках математики и информатики. [Текст] / И.И. Раскина // Актуальные проблемы обучения информатике и математике в современной школе: материалы Международной научно-практической интернет-конференции. Москва: МПГУ. – 2019. – С. 732–739.

Материал поступил в редакцию 01.08.24.

Ж.Б. Исабеков[1], Б.Б. Исабекова[1], А.Б. Жантілесова[2]

[1]Торайғыров университеті, Павлодар қ., Қазақстан
[2]С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ., Қазақстан

ИНТЕРАКТИВТІ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ЭЛЕКТРОНДЫҚ ОҚЫТУ ҚҰРАЛДАРЫН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Ақпараттық технологиялардың үздіксіз дамуы оларды оқу процесінде қолданудың басқа нұсқаларын ұсынады. Интерактивті жаттығуларды, мобильді құрылғыларды, интерактивті онлайн-тақталарды, ақыл-ой карталарын құруға арналған қызметтерді, микроблогингті, толықтырылған шындыққа негізделген қосымшаларды қолдану оқу процесіне инновациялық тәсілдерді жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Бұл мақалада осы мүмкіндіктерді жүзеге асыруға мүмкіндік беретін қосымшаларға талдау жасалады, оларды білім беру процесінде қолдану бағыттары қарастырылады және оқушылардың танымдық белсенділігі мен қызығушылығын, сондай-ақ жалпы оқу процесінің тиімділігін арттыру мақсатында оларды оқу процесінде қолдану бойынша әдістемелік нұсқаулар беріледі. Жоғары деңгейдегі дайындықтан өткен маманды босатып қана қоймай, оны жаңа технологияларды әзірлеуге қосу, белгілі бір өндірістік ортаның жағдайына бейімдеу және оны жаңа шешімдердің дирижері ету оқыту сатысында қажет.

Тірек сөздер: электрондық оқулықтар, инновациялық тәсілдер, оқыту құралдары, білім беру процесі, білім беруді технологияландыру.

Z.B. Issabekov[1], B.B. Issabekova[1], A.B. Zhantlessova[2]

[1]Toraigyrov University, Pavlodar, Kazakhstan
[2]S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana, Kazakhstan

DEVELOPMENT OF E-LEARNING TOOLS WITH THE USE OF INTERACTIVE TECHNOLOGIES

Abstract. The constant development of information technologies offers other options for their use in the educational process. The use of interactive exercises, mobile devices, interactive online whiteboards, services for creating mental maps, microblogging, and augmented reality-based applications make it possible to implement innovative approaches to the learning process. This article presents an analysis of applications that allow these opportunities to be realized, examines the directions of their application in the educational process and provides methodological guidelines for their use in the learning process in order to increase the cognitive activity and interest of students, as well as the effectiveness of the learning process as a whole. It is necessary not only to release a specialist who has received high-level training, but also at the training stage to connect him to the development of new technologies, adapt him to the conditions of a specific production environment, make him a conductor of new solutions.

Keywords: electronic textbooks, innovative approaches, learning tools, educational process, technologization of education.

References

1. Krasilnikova, V.A. İspolzovanie informatsionnyh i kommunikatsionnyh tehnologii v obrazovanii [The use of information and communication technologies in education]. – Orenburg: OSU, 2012. – 291 p., [in Russian].
2. Sokolova S.A. Sovremennye innovatsionno-informatsionnye tehnologii v obrazovatelnom protsesse [Modern innovative information technologies in the educational process] // NOVAINFO.RU, 2015. No. 36(1). P. 187-191, [in Russian].
3. Introduction of gamification into the educational process of the university [Electronic resource]. – Access mode: https://lala.lanbook.com/vnedrenie-gejmifikacii-v-obrazovatelnyj-process-vuza. Access date: 28.07.2024, [in Russian].
4. Gamification as a means of increasing the effectiveness of online courses [Electronic resource]. – Access mode: https://cyberleninka.ru/article/n/geymifikatsiya-kak-sredstvo-povysheniya-effektivnosti-onlayn-kursov. Access date: 28.07.2024, [in Russian].
5. Blagoveshchenskiy I.A. Tehnologii i algoritmy dlya sozdaniya dopolnennoi realnosti [Technologies and algorithms for creating augmented reality] // Modeling and analysis of information systems, 2013. Vol. 20. No 2. P. 129-138, [in Russian].
6. Vorobyova, V.M. Effektivnoe ispolzovanie metoda intellekt-kart na urokah: metodicheskoe posobie [Effective use of the method of intelligence maps in the classroom: a methodological guide]. – Moscow: GBOU “Temocenter”, 2013. – 44 p., [in Russian].
7. Zykova I.F. İnformatsionnaya podderjka proekta kak metoda formirovaniya metapredmetnyh znanii [Information support of the project as a method of forming meta-subject knowledge] // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. The series “Informatization of education”, 2016. No 3. P. 59-65, [in Russian].
8. Loginova N.E. İspolzovanie interaktivnoi onlain-doski v usloviyah inklyuzivnogo obrazovaniya. [The use of an interactive online whiteboard in inclusive education] // Modern science: problems and prospects of development: collection of articles of the international scientific and practical conference. Omsk: OmGA, 2017. P. 168-173, [in Russian].
9. Raskina I.I. İspolzovanie mobilnyh ustroistv na urokah matematiki i informatiki [The use of mobile devices in mathematics and computer science lessons] // Actual problems of teaching computer science and mathematics in a modern school: materials of the International scientific and practical Internet conference. Moscow: MPSU, 2019. P. 732-739, [in Russian].

IRSTI 20.23.17

A.D. Abduvalova[1] – *main author*,
Sh.E. Akhmetzhanova[2], T.K. Eshmakhanova[3]

[1,2]*Candidate of Technical. Sciences, Associate Professor,* [3]*Senior Lecturer*

ORCID [1]*https://orcid.org/0000-0002-4683-7821* [2]*https://orcid.org/0000-0002-4131-8328*
[3]*https://orcid.org/0009-0004-8967-0947*

[1,2,3]*M.Kh. Dulaty Taraz Regional University,*
Taraz, Kazakhstan

[1]*abduvalova08@gmail.com*

https://doi.org/10.55956/DIAF2678

OVERVIEW OF PRINCIPLES AND METHODS OF MEDICAL WASTE MANAGEMENT AND THEIR APPLICATION FOR DATABASE DESIGN

Abstract. The article deals with the problem of medical waste management and the need to create a scientific and methodological base for the development of a data collection mechanism related to their formation, collection, transportation and disposal. The introduction of digital technologies and the integration of data on all stages of medical waste management will create an effective management system. The main focus is on system, process and risk-based approaches, as well as data collection methods at various stages. The article focuses on the problems and prospects of implementing digital solutions and automating medical waste management processes. The article examines the database structure, key parameters and relationships, as well as data modeling with an emphasis on logical and physical structure.

Keywords: medical waste, methods, database, transportation, disposal.

Abduvalova A.D., Akhmetzhanova Sh.E., Eshmakhanova T.K. Overview of principles and methods of medical waste management and their application for database design // Mechanics and Technology / Scientific journal. – 2024. – No.3(85). – P.479-485. https://doi.org/10.55956/DIAF2678

Introduction. The introduction presents the problem of medical waste management, which is one of the most relevant and significant in the field of healthcare and ecology. To fulfill the tasks set out in the Concept of the Green Economy of Kazakhstan [1], it is necessary that the level of recycling reaches 40% by 2030 and 50% by 2050. In this regard, the waste management system in the country needs more stringent legislative measures and effective implementation of these standards. In addition, international experience and research indicate that improper handling of medical waste poses serious risks both to the health of employees and to society as a whole [2]. Medical waste includes a wide range of materials that can pose a threat to both the environment and human health. These include used syringes, infected materials, pharmaceutical products, chemicals, and even radioactive materials. Improper handling of medical waste can lead to serious consequences: the spread of infections, contamination of soil and water resources,

as well as the risk of poisoning and chemical burns among health workers and the public [3].

The rules concerning the collection, disposal and storage of waste in healthcare institutions are defined by the sanitary norms "Sanitary and epidemiological requirements for healthcare facilities". These standards were approved by the order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan on August 11, 2020 under the number KR DSM-96/2020 [4]. They regulate in detail the procedures regarding medical waste at these facilities.

Information on medical waste is provided in accordance with the order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan dated November 30, 2020 No. KR DSM-219/2020 "On the procedure for providing information on medical waste" [5]. These provisions are of key importance for the collection of data on medical waste and contribute to more effective control and supervision in the field of sanitation and epidemiology.

In recent years, the issue of medical waste management has become even more relevant against the background of global events such as the COVID-19 pandemic [6], which has significantly increased the volume of waste related to medical activities. The increased use of personal protective equipment (masks, gloves), disposable medical instruments and other materials has contributed to an increase in the volume of waste that needs to be efficiently collected, transported and disposed of.

Materials and methods. The main goal of developing a mechanism for collecting data on medical waste is to create a unified system that will ensure transparency, reliability and efficiency of data at all stages of waste management: from their formation in medical institutions to final disposal. Such a mechanism is necessary for:

– Process monitoring: timely and accurate tracking of all stages of waste management.

– Ensuring safety: minimizing risks to human health and environmental protection.

– Improving efficiency: optimizing waste management processes through the use of digital technologies and automation.

– Compliance with regulatory requirements: ensuring compliance with international and national standards governing the management of medical waste.

Currently, there are various methods and systems for managing medical waste, which vary depending on the region, the level of infrastructure development and regulatory requirements. Among the main methods, the following can be distinguished:

1. Segregation of waste by hazard classes. This method involves sorting medical waste at the stage of its formation into categories (non-hazardous, infectious, toxic, radioactive), which allows appropriate treatment measures to be applied to them. This is an important first step to minimize the risk.

2. *Waste transportation*. Medical waste requires special transportation services, including airtight containers and compliance with strict sanitary standards. There is a need for transport monitoring systems to ensure the safe delivery of waste to the disposal site.

3. *Disposal methods*. There are various approaches to the disposal of medical waste, such as incineration, burial, autoclaving and chemical treatment. Each method is selected depending on the type of waste and the degree of its danger. For

example, hazardous and infected waste is most often destroyed by high-temperature incineration, while non-hazardous waste can be recycled.

4. *Digitalization and automation.* In recent years, digital medical waste accounting systems have been introduced in some countries, which include the use of specialized software, sensors and monitoring technologies. These systems allow you to track the movement of waste in real time and provide accurate data for reporting and control.

However, despite existing methods, many countries, especially those with limited resources, face problems in the management of medical waste. These problems include a lack of financial resources, insufficient technical base, weak control and monitoring of processes, which leads to risks to health and the environment. Therefore, the development of more efficient, integrated medical waste data management systems using modern technologies remains a key challenge [7].

The classification of medical waste is the basis for the development of effective waste management methods, since different types of waste require different approaches to their treatment, transportation and disposal. The classification may include the following main categories:

– Class A (safe) waste: These wastes do not pose a threat to human health and the environment. This category includes materials that have not been biologically contaminated, such as used paper packaging, sterile bandages and non-infectious items. Their disposal can be carried out in standard ways, such as recycling or landfill disposal.

– Waste of class B (infectious): These wastes can be dangerous, as they may contain infectious agents that threaten human health. This includes used syringes, surgical instruments, materials used during operations. Their processing requires the use of special precautions, such as hermetically sealed containers and sterilization before disposal.

– Waste of Class C (toxic): This group includes waste with dangerous chemicals such as reagents, chemotherapeutic drugs or heavy metals. Their disposal requires specialized approaches, for example, chemical neutralization or special disposal to prevent environmental pollution.

– Waste of class D (radioactive): These wastes contain radioactive substances and require strict control and specialized handling. Special technologies and procedures aimed at minimizing the risk of radiation contamination are used for their storage and disposal [8].

The classification of medical waste not only helps in the organization of the management process, but also in determining the necessary resources and technologies used at each stage of their treatment. At the stage of medical waste generation, it is important to accurately record the amount and types of waste generated as a result of medical activities. This ensures proper planning and management of waste management processes.

Research results. In modern conditions, when environmental and public health problems are becoming more and more urgent, effective management of medical waste requires the use of advanced information technologies. Information systems and software solutions make it possible to optimize the process of collecting, processing and analyzing data on the formation, collection, transportation and disposal of medical waste. This article discusses the key aspects of using information technology to manage waste data, including software solutions and database design.

Designing a database for accounting for medical waste is an important step in managing the waste management system in healthcare. This database should ensure effective storage, processing and analysis of information about medical waste at all stages of its life cycle: from education to disposal. In this section of the article, we will look at the database structure, key parameters and relationships, as well as conduct data modeling with an emphasis on logical and physical structure. In addition, we will give examples of the implementation of databases and their adaptation to the needs of the healthcare system.

Database structure: key parameters and relationships.Let's create a semantic model of the domain. The database structure should be organized in such a way as to ensure effective management of medical waste data. The key elements of the database structure are tables, fields, and the relationships between them within the ER model. The ER model is based on concepts such as essence, attribute and relationship, while the subject area appears as a collection of entities with their attributes and the relationships established between them. Currently, there are several notations for visualizing ER diagrams. According to Martin's notation, an entity is displayed as a rectangle, inside which its name and attributes are listed in bold. The connection is fixed by a line above which its name is placed, and the form of connection with the entity determines the cardinality of the connection: "crow's foot" stands for M, and the absence is 1 (Fig. 1).

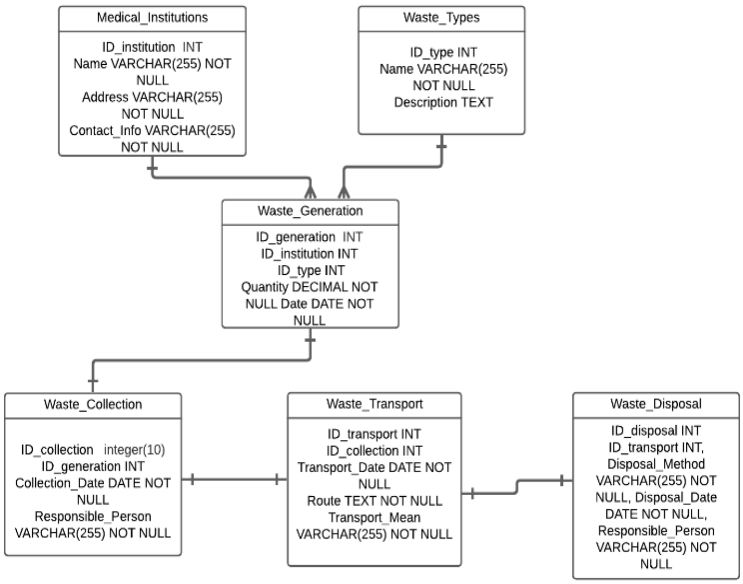


Fig. 1. ER diagram

MySQL is one of the most common relational databases and is suitable for implementing a medical waste database.

1. Key tables:

```sql
CREATE TABLE MedicalInstitutions (
    ID_institution INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
    Name VARCHAR(255) NOT NULL,
    Address VARCHAR(255) NOT NULL,
    ContactInfo VARCHAR(255)
);
CREATE TABLE WasteTypes (
    ID_type INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
    Name VARCHAR(255) NOT NULL,
    Description TEXT
);

CREATE TABLE WasteGeneration (
    ID_generation INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
    ID_institution INT,
    ID_type INT,
    Quantity DECIMAL(10, 2) NOT NULL,
    Date DATE NOT NULL,
    FOREIGN KEY (ID_institution) REFERENCES MedicalInstitutions(ID_institution),
    FOREIGN KEY (ID_type) REFERENCES WasteTypes(ID_type)
);
```

2. Filling in tables

```sql
INSERT INTO MedicalInstitutions (Name, Address, ContactInfo) VALUES ('Hospital A', '123 Main St', '123-456-7890');
INSERT INTO WasteTypes (Name, Description) VALUES ('Infectious Waste', 'Waste that poses a risk of infection.');
INSERT INTO WasteGeneration (ID_institution, ID_type, Quantity, Date) VALUES (1, 1, 150.00, '2024-09-01');
```

3. Requests for data extraction

```sql
SELECT MI.Name AS Institution, WT.Name AS WasteType, WG.Quantity, WG.Date
FROM WasteGeneration WG
JOIN MedicalInstitutions MI ON WG.ID_institution = MI.ID_institution
JOIN WasteTypes WT ON WG.ID_type = WT.ID_type;```
```

Discussion of scientific results. Designing a database for medical waste is a multistep process that requires careful planning and implementation. The database structure, logical and physical models, as well as implementation examples are key aspects that ensure effective waste data management. This approach allows not only to improve the accounting and control of medical waste, but also contributes to improving the safety and sustainability of the health system as a whole.

Software solutions for waste data management. The development and implementation of specialized software solutions for waste data management is one of the most important steps towards effective management of medical waste. Such programs may include the following functions:

1. Waste registration and classification: The software should provide the ability to register all types of medical waste, classify and account for them by volume and origin. This may include creating templates for data entry, which allows medical institutions to easily and quickly capture information about waste.

2. Monitoring and tracking: Waste management systems can use tracking technologies such as barcodes or RFID tags to monitor the movement of waste from the place of its formation to disposal. This significantly reduces the risk of leaks or improper waste management

3. Process automation: Software solutions allow you to automate routine processes such as scheduling waste collection schedules, processing accompanying documents and reporting. This helps to reduce administrative costs and improve work efficiency.

4. Analysis and Reporting: Built-in analytical tools can provide real-time analysis of medical waste data. This allows you to make informed decisions about how to optimize collection and disposal processes, as well as identify bottlenecks and opportunities for improvement.

5. Integration with other systems: Effective software solutions should be integrated with other information systems, such as medical facility management systems, to ensure data exchange and obtain a more complete picture of waste management.

Conclusion. As a result of the study of the mechanism for collecting data on medical waste, several key conclusions were made. The introduction of generally accepted standards for all medical institutions will simplify the process of collecting and processing information about medical waste. The use of specialized software solutions for accounting for medical waste will significantly reduce the likelihood of errors and increase the speed of information processing. Such systems may include functions for automatic registration of volumes and types of waste at the stage of their formation and transportation.Thus, the implementation of the proposed conclusions and recommendations will make it possible to create an effective mechanism for managing data on medical waste. This, in turn, will lead to safer and more sustainable management of medical waste, which is an important task for ensuring public health and environmental protection in the future.

References

1. O Kontseptsii po perekhodu Respubliki Kazakhstan k «zelenoy ekonomike» Ukaz Prezidenta Respubliki Kazakhstan [On the Concept for the transition of the Republic of Kazakhstan to a “green economy” Decree of the President of the Republic of Kazakhstan] dated May 30, 2013 No. 577, [in Russian].
2. Ishchenko V.A. Osobennosti obrashcheniya s otkhodami v meditsinskikh uchrezhdeniyakh [Peculiarities of waste management in medical institutions] // Tverdyye bytovyye otkhody Uchrediteli: Otraslevyye vedomosti. [Municipal solid waste Founders: Industry News.], 2022. No. 1. P. 22-30, [in Russian].
3. Askarova U.B., Mustafaeva R.M. Problemy utilizatsii tverdykh bytovykh i promyshlennykh otkhodov v Kazakhstane [Problems of disposal of solid municipal and industrial waste in Kazakhstan] //Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук [Current issues in the humanities and natural sciences], 2014. No. 8-2. P. 12-14, [in Russian].
4. Order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan dated August 11, 2020 No. KR DSM-96/2020 «Ob utverzhdenii Sanitarnykh pravil «Sanitarno-epidemiologicheskiye trebovaniya k ob"yektam zdravookhraneniya» [On approval of the Sanitary Rules "Sanitary and Epidemiological Requirements for Healthcare Facilities] (as amended on April 22, 2023), [in Russian].
5. Order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan dated November 30, 2020 No. KR DSM-219/2020 «Ob utverzhdenii pravil predostavleniya informatsii po meditsinskim otkhodam» [On approval of the rules for providing information on medical waste], [in Russian].
6. Zhuravlov P.V.et al. Tverdyye bytovyye, meditsinskiye otkhody i COVID-19 (obzor literatury) [Municipal solid waste, medical waste and COVID-19 (literature review)] // Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya [Population health and habitat], 2022. Vol. 30. No. 1. P. 71-78, [in Russian].
7. Ali M. et al. Hospital waste management in developing countries: A mini review // Waste Management & Research, 2017. Vol. 35. No. 6. P. 581-592.
8. Windfeld E.S., Brooks M.S.L. Medical waste management – A review // Journal of environmental management, 2015. Vol. 163. P. 98-108.
9. Connolly, T. Bazy dannykh. Proyektirovaniye, realizatsiya i soprovozhdeniye. Teoriya i praktika [Databases. Design, implementation and support. Theory and practice]. – Moscow: Vil'yams I.D., 2017. – 1440 p., [in Russian].
10. Lukin, V.N. Vvedeniye v proyektirovaniye baz dannykh [Introduction to Database Design]. – Moscow: University book, 2015. – 144 p., [in Russian].

Material received on 27.09.24.

А.Д. Абдувалова[1], Ш.Е. Ахметжанова[1], Т.К. Ешмаханова[1]

[1]М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Казақстан

МЕДИЦИНАЛЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫ БАСҚАРУ ПРИНЦИПТЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ДЕРЕКТЕР ҚОРЫН ЖОБАЛАУДА ҚОЛДАНУ

Аңдатпа. Мақалада медициналық қалдықтармен жұмыс істеу проблемасы және олардың пайда болуына, жиналуына, тасымалдануына және кәдеге жаратылуына байланысты деректерді жинау механизмін әзірлеу үшін ғылыми-әдістемелік база құру қажеттілігі қарастырылады. Цифрлық технологияларды енгізу және медициналық қалдықтармен жұмыс істеудің барлық кезеңдері бойынша деректерді интеграциялау тиімді басқару жүйесін құруға мүмкіндік береді. Жүйелік, процестік және тәуекелге бағытталған тәсілдерге, сондай-ақ әртүрлі кезеңдердегі деректерді жинау әдістеріне назар аударылады. Мақалада цифрлық шешімдерді енгізу және медициналық қалдықтарды басқару процестерін автоматтандыру мәселелері мен перспективаларына назар аударылады. Мақалада мәліметтер базасының құрылымы, негізгі параметрлер мен қатынастар, логикалық және физикалық құрылымға баса назар аудара отырып, деректерді модельдеу қарастырылады.

Тірек сөздер: медициналық қалдықтар, әдістер, мәліметтер базасы, тасымалдау, кәдеге жарату.

А.Д. Абдувалова[1], Ш.Е. Ахметжанова[1], Т.К. Ешмаханова[1]

[1]Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ОБЗОР ПРИНЦИПОВ И МЕТОДОВ ОБРАЩЕНИЕ МЕДИЦИНСКИМИ ОТХОДАМИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ

Аннотация. В статье рассматривается проблема обращения с медицинскими отходами и необходимость создания научно-методологической базы для разработки механизма сбора данных, связанных с их образованием, сбором, транспортировкой и утилизацией. Введение цифровых технологий и интеграция данных по всем этапам обращения с медицинскими отходами позволит создать эффективную систему управления. Основное внимание уделяется системному, процессному и риск-ориентированному подходам, а также методам сбора данных на различных этапах. В статье фокусируется на проблемах и перспективах внедрения цифровых решений и автоматизации процессов обращения с медицинскими отходами. В статье рассмотривается структура базы данных, ключевые параметры и взаимосвязи, а также моделирование данных с акцентом на логическую и физическую структуру.

Ключевые слова: медицинский отход, методы, база данных, транспортировка, утилизация.

IRSTI 20.53.19: 28.23.02

Yu.A. Zagorulko ©

PhD
ORCID *https://orcid.org/0000-0002-7111-6524*
A.P. Ershov Institute of Informatics Systems,
Novosibirsk, Russia
@ *zagor@iis.nsk.su*

https://doi.org/10.55956/ZIYQ7931

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR AUTOMATIC EXTRACTION OF ONTOLOGY ENTITY NAMES FROM NATURAL LANGUAGE TEXTS

Abstract. Domain ontologies play a crucial role in organizing, sharing, and reusing domain-specific knowledge within software systems. However, developing a software ontology is a time-consuming and complex process. To create such an ontology, a large number of relevant publications must be analyzed. This task of enriching the ontology with data from these sources can be streamlined and accelerated through the use of lexical and syntactic patterns derived from ontological design. This paper presents a method for the automated construction of ontologies within a scientific domain, leveraging a system of heterogeneous ontological design patterns (ODPs). This system includes ODPs tailored for ontology developers and automatically generated lexical and syntactic patterns, which can be used to enrich ontologies with information extracted from natural language texts.

Keywords: scientific subject area, patterns, ontological design, patterns of content, automatic pattern generation, ontology replenishment.

Zagorulko Yu.A. Development of a method for automatic extraction of ontology entity names from natural language texts // Mechanics and Technology / Scientific journal. – 2024. – No.3(85). – P.486-494. https://doi.org/10.55956/ZIYQ7931

Introduction. Ontologies are currently utilized extensively to formalize and organize knowledge and data in scientific subject areas (SSAs). They help describe a scientific discipline or a domain of scientific knowledge in all its dimensions, covering key objects and research subjects, methods used in the field, ongoing projects, and results achieved [1]. The creation of such an ontology involves several stages, with the primary ones being the development of the terminological section, where taxonomies of concepts and relationships are constructed, and the specification of their properties, followed by the population of the ontology through the addition of instances of concepts and relationships. While the first stage establishes the framework of the ontology, the second stage populates it with content.

To create an ontology that accurately represents an SSA in a comprehensive manner, a large volume of scientific papers and information resources from the domain must be processed. To streamline and expedite this process, methods for automatically enriching ontologies based on natural language texts [2-3] and web

documents [3-4] have been developed. For automatic text processing, clustering-based methods, utilizing widely known clustering and statistical techniques, are employed, alongside template-based approaches that rely on linguistic templates. However, the former requires substantial text corpora to function effectively, making linguistic template-based methods more prevalent. The linguistic approach originated from an idea proposed in [5], suggesting the automation of semantic relationship construction using diagnostic contexts structured as lexico-syntactic patterns. This technique, known as Hearst patterns, was devised for processing unstructured texts in English. It has been broadly adopted for extracting generic relationships, involving the identification of ordered word pairs from document collections that match pre-constructed patterns. Hearst's method has been applied and refined by numerous other scholars and extended to additional languages.

Several studies have proposed formal frameworks for recording lexical and lexico-syntactic patterns. For instance, [6] introduces an XML-based language schema for formalizing these patterns, aimed at populating ontologies. The Alex system [7] along with its auxiliary tool DigLex [8] provide adaptable methods for defining word forms and combinations using templates, which are later applied for the automatic identification of these elements within texts. These systems extend the functionalities of conventional lexicographic tools by supporting alternatives, pattern references, repeaters, context conditions, distant context, etc. The language allows not only for the recognition of textual objects but also for defining their lexical and semantic properties. Nonetheless, Alex and DigLex lack built-in mechanisms for specifying grammatical attributes of recognized lexical units or for ensuring grammatical agreement between multiple units, which is critical for the precise identification of language constructs (e.g., noun groups). The LSPL language proposed in [9] overcomes this limitation by allowing the specification of grammatical properties for its constituent elements.

Research focused on addressing the challenge of automatic or semi-automatic ontology enrichment utilizes patterns (templates) that map linguistic structures in texts to corresponding ontology components such as concepts, relationships, and instances of both. These patterns are either lexicon-syntactic, which utilize lexical structures and syntactic rules [10-11], or lexicon-semantic, which integrate lexical, syntactic, and semantic aspects in the extraction process [12-13].

This paper proposes a method to automate the enrichment of SSAs ontologies through the application of lexicon-semantic patterns (LSPs), which enhance traditional lexicon-syntactic ontology design patterns. A key feature of this approach is that the LSPs are generated automatically from other ontology design patterns (ODPs) [14], which are incorporated into a system that facilitates the automated creation of ontologies using diverse ODPs [15-16]. It should be emphasized that developing and implementing such patterns for the Kazakh language will necessitate extensive research, given that these patterns are greatly shaped by the language's unique grammatical features. Therefore, the objective of this article is to enhance and streamline the process of knowledge extraction, ontology construction, and handling large volumes of natural language text.

Materials and methods. The ontology of any SSA includes not only descriptions of its inherent conceptual system, tasks, and methods for processing and analyzing information, but also descriptions of related information resources. In this context, it is practical to represent the ontology of an SSA as a collection of interconnected ontologies: the ontology of the knowledge domain, the ontology of tasks and methods, and the ontology of scientific web resources (Fig. 1).

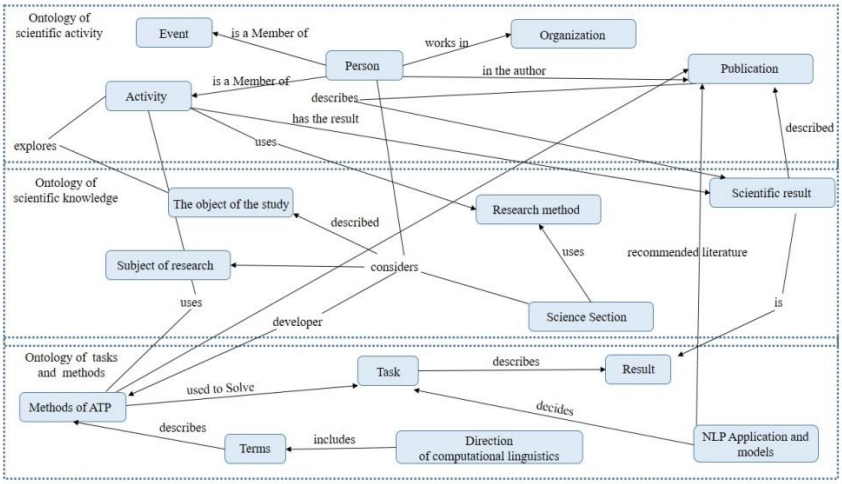


Fig. 1. An illustration of a SSAs ontology

The knowledge domain ontology outlines a system of concepts and relations aimed at a detailed portrayal of the modeled SSA and the research activities conducted within it. The ontology of tasks and methods defines the tasks addressed in a specific SSA and the methods used for their resolution. The ontology of scientific Internet resources captures the online information resources relevant to the given SSA.

Building a specific SSA ontology using foundational ontologies and a system of ODPs involves two key steps:

1) developing the components of the SSA ontology based on foundational ontologies by refining and extending them. At this stage, the structural logical patterns and content patterns provided in the base ontologies are tailored to suit the specific SSA;

2) enriching the SSA ontology by detailing structural logical and content patterns either present in the base ontologies or adapted from them through specialization to the specific SSA.

Specializing patterns may involve renaming elements or specifying particular names and values for properties like attributes and relations. An illustration of such specialization is depicted in Figure 2, which follows the structural logic of the “Binary attributed relation” pattern.

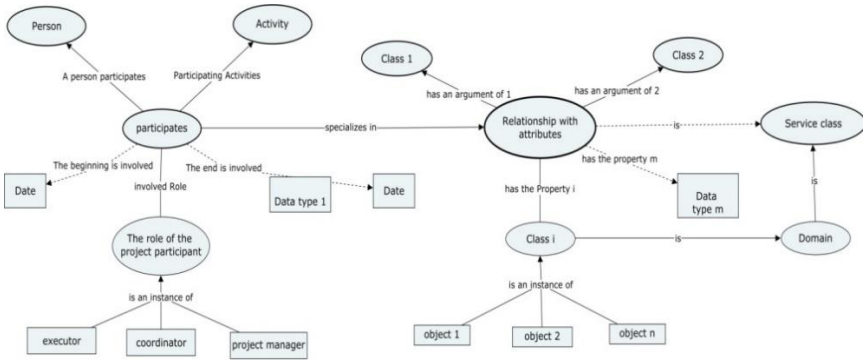


Fig. 2. An illustration of using a pattern

In this pattern, the core element is the Relation class with attributes, to which base classes representing the binary relation arguments are linked through the "is an Argument" and "has an Argument" relations. The pattern dictates that exactly one instance of each argument is required, as shown by the relationship labels. Attributes of a binary attributed relation are represented as properties of the Relation class, using attributes such as "has Attribute" and "has Attribute from Domain". In general, this kind of relation may not include attributes, which is also demonstrated by the relationship labels describing these properties.

Specialization or concretization of a pattern involves substituting specific values for the properties defined in it. Figure 3 provides an example of the concretization of the Method content pattern, which was used to represent information about an automatic text processing method.

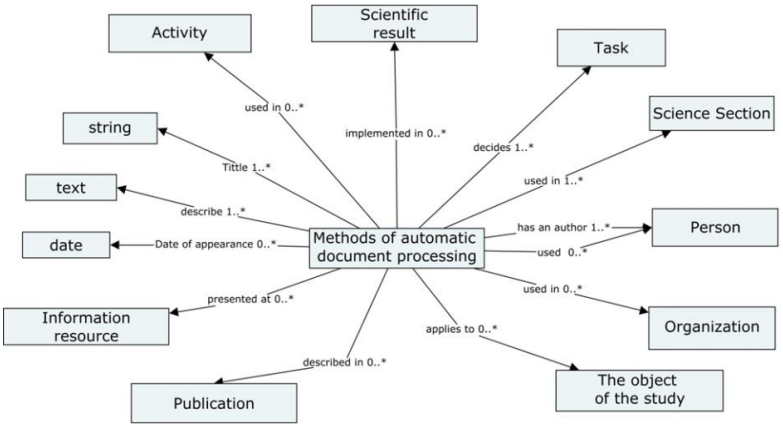


Fig. 3. Content pattern concretization "Automated text processing method" (Methods of ATP)

The process of using content patterns to populate the SSA ontology is facilitated by a specialized data editor (Fig. 4). This tool allows subject area experts to populate the ontology with real data-class objects and their properties. When enriching the ontology, the user selects the desired class from a hierarchy of ontology classes, and the editor retrieves the corresponding pattern by class name. Based on this, it generates a form with fields for the user to fill in the properties of the selected class's object. The editor can also interpret the attribute relationships defined by the pattern in Figure 4. This allows users to work with the object's properties, set via these relationships, in the same way as they would with "regular" object properties. The only difference is the need to assign values to the attributes of such a relationship.

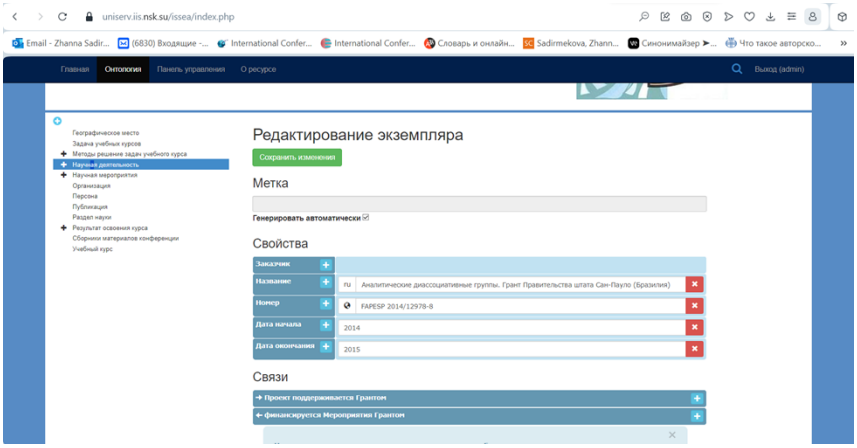


Fig. 4. Data Editor

Lexico-syntactic pattern. To enable automatic ontology enrichment, each content pattern is accompanied by a set of lsps (lexico-semantic patterns) that describe various ways of presenting relevant information in scientific texts. These lsps serve as the basis for information extraction.

LSPs are structured in a hierarchical system comprising terminological patterns (T-LSPs) and information patterns (I-LSPs). T-LSPs are utilized to describe fundamental linguistic constructs and to extract new terms, whereas I-LSPs are designed to extract factual data from the text and create corresponding ontology components. These facts are structured as triples: the Object, which is an SSA entity identified in the text, the Property, representing an attribute of the entity, and the Value, which corresponds to the attribute's value. When aligned with an ontology, the Object becomes an instance of an ontology class, the Property represents the name of a relation (such as a type, attribute, or object property), and the Value is linked to the respective ontological value.

Each LSP implements a model that includes three elements: Arguments (a set of semantic arguments, where SSA terms or objects are matched), Constraints (semantic, syntactic, or positional conditions on these arguments), and Results (which can be a new term or a generated ontology fragment, depending on the LSP type).

To automate the ontology population using LSPs, it is necessary to extract specific SSA terms from the text. This process is supported by a subject dictionary and terminological patterns that extract new terms (like object names or specific predicates). The subject dictionary is an extension of a general scientific vocabulary, organizing terms based on their semantics and storing all the necessary information for retrieving and analyzing terms from the text.

The subject dictionary is structured as a system in the form D = <W, P, M, G, S>, where W represents a set of lexemes, each associated with details about its forms; P is a collection of multi-word terms, represented by a pair <N-gram, structure type>, where the N-gram denotes a sequence of lexemes and the structure type defines a vertex along with matching rules; M signifies the morphological model, encompassing morphological classes and attributes; G specifies rules for extracting multi-word terms; and S defines lexical-semantic features specific to the subject area.

The semantic part of the dictionary includes two separate lexical-semantic class hierarchies: a universal hierarchy inherited from a general scientific

dictionary, and a subject-specific hierarchy based on the SSA ontology. A method has been developed for the automatic generation of lexical-semantic characteristics, which uses the names of ontology elements to automatically construct the dictionary.

Each term in the dictionary is annotated with attributes from both the subject-specific and universal hierarchies. For example, the verb "to use" is assigned four syncretic features, each combining the universal class "Application" with ontology-based attributes such as Method.applies_to, Method.uses_to, and Method.realizes.

Lexical-semantic features from the dictionary are employed in LSP descriptions (both in arguments and results) to reference SSA terms with specific semantics, where prior detailed knowledge about these terms is not required.

Automatic generation of LSP. Lsps are generated automatically based on ontology design patterns, dictionaries of general scientific and subject-specific vocabulary, and the current version of the ssa ontology. Figure 5 illustrates the relationships between the system components involved in generating lsps.

The LSP generation process begins with building and populating the subject vocabulary. Terms, including lexemes and term-like N-grams, are extracted from the ontology and content pattern descriptions. These terms are then grouped into lexical-semantic classes, with each term tagged with its corresponding semantic features.

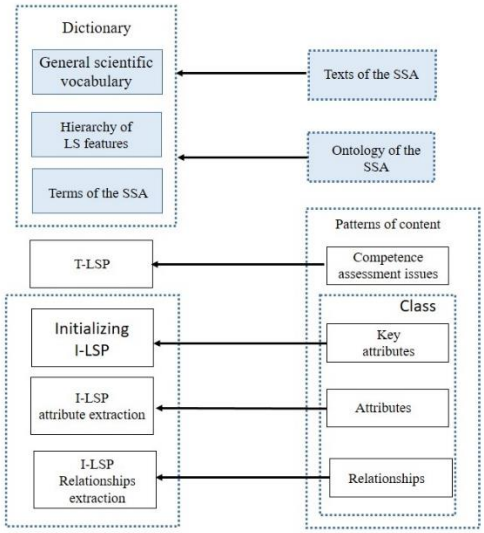


Fig. 5. Scheme of interconnections of system components involved in LSP generation

Based on an analysis of the structure of the content patterns, variables in the metapatterns are labeled, leading to the formation of T-LSPs (Terminological Lexico-Semantic Patterns) and I-LSPs (Information Lexico-Semantic Patterns).

Initially, the generated T-LSPs are applied to analyze competency assessment questions and scientific corpus texts. Competency assessment questions, expressed in natural language, help extract predicate terms and set initial syntactic constraints on the extracted facts, which are later refined based on the scientific text corpus.

When creating I-LSPs, information about the key attributes of ontology classes is crucial, particularly for pattern initialization. For example, the Name attribute is often used, but other key attributes, such as those in the Persona class, may require different generic patterns. I-LSPs also require syntactic and positional constraints based on how they appear within the text corpus.

From the ontological knowledge components, a distinction can be made between the knowledge necessary for extracting information from texts to update the ontology and the various ways in which ontological entities can be described linguistically. Formalizing this knowledge within an LSP system allows existing automated text processing technologies to be used for enriching the SSA ontology.

Research results and discussion. Experimental testing of the automatic ontology replenishment subsystem was conducted on the SSA ontology titled "Modern Methods of Automatic Text Processing." The experiment focused on the content pattern "Methods of ATP." A subject-specific vocabulary was generated automatically based on the current state of this NGO ontology and the content pattern description. This vocabulary included 214 terms annotated with 21 lexico-semantic features, along with 34 T-LSPs designed to extract new terms (such as class instance names and predicate words). Labels (rdfs:label) of attributes and relationships from the Methods of ATP class, as well as attribute values for instances of this and related classes, were used to generate the lexico-semantic feature hierarchy. A corpus of scientific publications in Kazakh, totaling 53.9 thousand tokens, was employed to evaluate the quality of the generated LSPs.

By applying T-LSPs aimed at extracting individual names from the Methods of ATP class, 111 occurrences were identified, with 73 unique terms recognized, all classified under the lexico-semantic class Method.Name. Of these, 70 were new terms not previously present in the ontology-based dictionary. Similar T-LSPs were used to extract individual names from other classes related to the Method class. For example, in the Task class, 42 pattern occurrences were found, resulting in the extraction of 33 terms, 30 of which were new, such as "cognitive modeling task," "ordinal classification task," and "integer programming task." Some errors arose, including terms representing sources, created by the same syntactic rule, such as "task of a thesis".

To extract new predicate terms, T-LSPs were applied to model ontological relationships between two objects. For instance, a T-LSP designed to extract predicate terms for the class Method.solves.Problem found 22 occurrences in the corpus, identifying terms like "put," "allow to construct," "allow to allocate", "search for solutions" and "allows to solve". Overall, 38 new predicate terms were identified.

Three experts assessed the T-LSP's overall accuracy, which averaged 88% and had an estimated 90% agreement among experts.

Conclusion. The research outlines a method for automating the development and population of SSAs ontologies utilizing heterogeneous ontology design patterns. This approach has been incorporated into a system called SAOC, which automates the construction of ontologies. A distinctive feature of this method is that it allows knowledge engineers and SSA experts to initially develop and populate the SSAs ontology by applying structural and content patterns. Once the ontology is established, the process of further populating it is automated through the use of lexicon-semantic patterns (LSPs), which are generated based on content patterns and the latest version of the SSAs ontology available in the SAOC repository. What sets this method apart from other approaches that leverage LSPs

is its capability to automatically generate these patterns, ensuring a more efficient and systematic population of the SSAs ontology.

References

1. Fernández M. et al. Building a chemical ontology using METHONTOLOGY and the ontology design environment // IEEE intelligent Systems, 1999. Vol. 14, No. 1. P. 37-46.
2. Sure Y., Staab S., Studer R. Ontology engineering methodology // Handbook on ontologies. – Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009. – P. 135-152.
3. Pinto H. S., Staab S., Tempich C. DILIGENT: Towards a fine-grained methodology for DIstributed, Loosely-controlled and evolvInG Engineering of oNTologies // ECAI, 2004. Vol. 16. P. 393-397.
4. De Nicola A., Missikoff M., Navigli R. A proposal for a unified process for ontology building: UPON // International conference on database and expert systems applications. – Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005. – P. 655-664.
5. Gangemi A., Presutti V. Ontology design patterns //Handbook on ontologies. – Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2009. – P. 221-243.
6. Blomqvist E., Hammar K., Presutti V. Engineering ontologies with patterns–the eXtreme design methodology // Ontology Engineering with Ontology Design Patterns. – IOS Press, 2016. – P. 23-50.
7. Karima N., Hammar K., Hitzler P. How to document ontology design patterns // Advances in Ontology Design and Patterns. – IOS Press, 2017. – P. 15-27.
8. Zagorulko Y., Zagorulko G. Ontology-based technology for development of intelligent scientific internet resources // Intelligent Software Methodologies, Tools and Techniques: 14th International Conference, SoMet 2015, Naples, Italy, September 15-17, 2015. Proceedings 14. – Springer International Publishing, 2015. – P. 227-241.
9. Zagorulko Y., Borovikova O. Technology of ontology building for knowledge portals on humanities // International Conference on Knowledge Processing in Practice. – Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2007. – P. 203-216.
10. Borovikova O. et al. Methodology for knowledge portals development: background, foundations, experience of application, problems and prospects // Joint NCC&IIS Bulletin, Series Computer Science, 2012. Vol. 34. P. 73-92.
11. Gamma E. et al. Elements of reusable object-oriented software // Design Patterns, 1995.
12. NeOn Project [Electronic resource] – Access mode: http://www.neon-project.org.
13. Association for Ontology Design & Patterns [Electronic resource] – Access mode: http://ontologydesignpatterns.org.
14. Ontology Design Patterns (ODPs) Public Catalog, [Electronic resource] – Access mode: http://odps.sourceforge.net.
15. Dodds, L., Davis, I.: Linked Data Patterns (2012) [Electronic resource] – http://patterns.dataincubator.org/book.
16. Krisnadhi A., Hitzler P. A core pattern for events // Advances in Ontology Design and Patterns. – IOS Press, 2017. – P. 29-37.

Material received on 27.09.24.

Ю.А. Загорулько

А.П. Ершов атындағы информатика жүйелері институты, Новосибирск қ., Ресей

ТАБИҒИ ТІЛДЕГІ МӘТІНДЕРДЕН ОНТОЛОГИЯЛЫҚ НЫСАН АТАУЛАРЫН АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ АЛУ ӘДІСІН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Домен онтологиясы бағдарламалық жүйелерде доменге қатысты білімді ұйымдастыруда, бөлісуде және қайта пайдалануда шешуші рөл атқарады. Алайда, бағдарламалық жасақтаманың онтологиясын жасау көп уақытты қажет ететін және күрделі процесс. Мұндай онтологияны құру үшін көптеген тиісті жарияланымдарды талдау қажет. Онтологияны осы көздерден алынған мәліметтермен байытудың бұл міндетін онтологиялық дизайннан алынған лексикалық және синтаксистік үлгілерді қолдану арқылы жеңілдетуге және жеделдетуге болады. Бұл мақалада гетерогенді онтологиялық дизайн үлгілері (ODP) жүйесін қолданатын ғылыми саладағы онтологияны автоматтандырылған құру әдісі келтірілген. Бұл жүйеге онтологияны жасаушыларға бейімделген ODP және табиғи тілдегі мәтіндерден алынған ақпаратпен онтологияны байыту үшін пайдалануға болатын автоматты түрде жасалатын лексикалық және синтаксистік үлгілер кіреді.

Тірек сөздер: ғылыми пәндік сала, шаблондар, онтологиялық дизайн, мазмұн шаблондары, шаблондарды автоматты түрде құру, онтологияны толықтыру.

Ю.А. Загорулько

Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН, г. Новосибирск, Россия

РАЗРАБОТКА МЕТОДА АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ НАЗВАНИЙ СУЩНОСТЕЙ ОНТОЛОГИИ ИЗ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Аннотация. Онтологии предметной области играют решающую роль в организации, совместном использовании и повторном использовании знаний, относящихся к предметной области, в программных системах. Однако разработка онтологии программного обеспечения является трудоемким и сложным процессом. Для создания такой онтологии необходимо проанализировать большое количество соответствующих публикаций. Эта задача по обогащению онтологии данными из этих источников может быть упрощена и ускорена за счет использования лексических и синтаксических шаблонов, полученных на основе онтологического проектирования. В данной статье представлен метод автоматизированного построения онтологий в рамках научной области, использующий систему гетерогенных онтологических шаблонов проектирования (ODP). Эта система включает в себя ODP, адаптированные для разработчиков онтологий, и автоматически генерируемые лексические и синтаксические шаблоны, которые могут быть использованы для обогащения онтологий информацией, извлеченной из текстов на естественном языке.

Ключевые слова: научная предметная область, шаблоны, онтологический дизайн, шаблоны контента, автоматическая генерация шаблонов, пополнение онтологии.