

FTAMP 65.29.03

П.М. Маликтаева¹ – негізгі автор, | ©
А.Б. Мынбаева², К.Ш. Саржанова³, М.С. Маралбай⁴



¹Техн. ғылым. канд., кафедра меңгерушісі,
^{2,3}Техн. ғылым. канд., доцент, ⁴Магистр

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-1251-811X> ²<https://orcid.org/0000-0002-3799-2686>
³<https://orcid.org/0009-0005-9898-8794> ⁴<https://orcid.org/0009-0009-7796-4557>



^{1,3,4}Шерхан Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз университеті,
Тараз, Қазақстан



²М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті, Тараз, Қазақстан

@

¹Sakosh_78@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/PEDA1991>

ЖАРМА ТҮРЛЕРІН ӨНДЕУГЕ ЖӘНЕ ПРЕСТЕУГЕ ӘСЕРІН ТИГІЗЕТІН НЕГІЗГІ ФИЗИКАЛЫҚ ЖӘНЕ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН АНЫҚТАУ

Аңдатпа. Өр шикізаттың түріне, формасы мен өлшемдеріне байланысты өзіне тән физикалық және механикалық қасиеттері болады. Бұл қасиеттер дайын өнімнің сапасы мен мөлшеріне, технологиялық машиналардың жұмыс істеу тиімділігіне және процестердің энергия шығынына әсер етеді. Әдетте жұмыс барысында машиналардың, механикалық күш пен басқа факторлардың (мысалы температура, ылғалдылық) әсерінен өңделетін шикізат уақытқа байланысты түрлі өзгеріске ұшырайды. Бұл жұмыста жарма өнімдерін өңдеуге әсерін тигізетін негізгі физикалық және механикалық қасиеттері көрсетілді. Сусымалы материалдарды престеудің көптеген теңдеулері, оның ішінде тұтастық жорамалы негізінде алынған Н.Ф. Куниин мен В.Д. Юрченконың кең қолдану тапқан теңдеуі, келтірілді.

Тірек сөздер: жарма, аэродинамика, бөлшек, масса, тығыздық, қысым.



Маликтаева, П.М. Жарма түрлерін өңдеуге және престеуге әсерін тигізетін негізгі физикалық және механикалық қасиеттерін анықтау [Мәтін] / П.М. Маликтаева, А.Б. Мынбаева, К.Ш. Саржанова, М.С. Маралбай // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2026. – №2(92). – Б.117-127. <https://doi.org/10.55956/PEDA1991>

Кіріспе. Шет елдік тамақтар құрамында адам ағзасына аса зиянды, тіптен болашақ ұрпақты бірнеше жылдардан кейін гендік мутацияға ұшырататын заттар кездесуі әбден мүмкін екендігін ескеріп, денсаулыққа пайдалы, профилактикалық қасиеттерге ие ұлттық тағам өнімдерін ғылыми негізде жасау өзекті мәселе екендігі дәйектелді.

Тамақ концентраттарының ішінде кең қолдану тапқан жарма және жарма өнімдері түрлерінің тамақтық құндылықтарына талдау жасалынып, оларға минералды және дәрумендік құрамдары бойынша баға берілді. Сапасы алдын-ала берілген бірнеше дақылдардан тұратын композитті қоспаны жасау арқылы функционалды түрлі тағамдарды жасау қажеттілігі туындады.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Технологиялық процестерді дұрыс басқару үшін міндетті түрде шикізаттардың физикалық және механикалық қасиеттерін білу инженер үшін аса маңызды.

Ганулометриялық құрамы – сусымалы жармадағы белгілі диаметрлі бөлшектердің жалпы қоспаның қанша бөлігін құрайтынын көрсетеді.

Мұны белгілі диаметрді кездейсоқ шама деп қарастырсақ, онда шашпа қоспасының ганулометриялық құрамын математикалық статистика әдістерімен өрнектеуге болады. Осы мақсатпен кездейсоқ шамалардың жайғасу гистогаммасын тұрғызады.

Резине-Реммлердің кең тараған формуласы [1]:

$$F(d) = 100 \left\{ 1 - \exp \left[- \frac{d_{\Sigma i}}{d_e} \right]^a \right\}, \quad (1)$$

мұндағы: $F(d)$ – диаметрі $d_{\Sigma i}$ – бөлшектердің қосынды массасы; $d_{\Sigma i}$ – топтағы бөлшектердің эквивалентті диаметрінің орташа мәні; d_e – диаметрі d -ден үлкен бөлшектердің қосылу массасы 36,8%, ал d -ден кіші – 63,2% құрайтын бөлшектердің диаметрі; a – өлшемдеріне қарай бөлшектердің біркелкілігін сипаттайтын параметр.

Физикалық қасиеттері. Кеуектілік бөлшектердің ганулометриялық құрамына, олардың жайғасу тәсіліне байланысты.

Сусымалы қоспаның кеуектілігін төмендегі формуламен анықтайды:

$$E = \frac{V_1}{V_2}, \quad (2)$$

мұндағы: V_1 – бөлшектердің аралығындағы бос көлемдердің қосындысы, m^3 ; V_2 – сусымалы қоспаның көлемі, m^3 .

Бөлшектердің ірілігі. Кез келген сусымалы қоспа – формасы мен ірілігі әр түрлі болып келген негізгі өнім мен бөгде қоспалардың бөлшектерінен тұрады.

Құрама жем өндірісінде сусымалы қоспаны сұрыптау мен тазалау бөлшектердің геометриялық өлшемдеріне байланысты електі сұрыптаушыларда жүргізіледі.

Негізгі шикізатты шығынсыз бөлу үшін тоқылған немесе штампталған елек саңылауларының өлшемдерін (елек нөмірі) дұрыс таңдай білу, процесті ең жоғары тиімділікпен жүргізуге мүмкіндік туғызады.

Бөлшектердің аэродинамикалық қасиеттері. Әдетте жеңіл бөгде қоспаларды (шаң, шөп-шалам) ауа ағымымен оларға әсер ету арқылы бөледі.

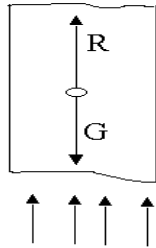
Ауа ағымының турбулентті қозғалысы кезінде оның өз өрісіндегі бөлшекке динамикалық әсерін темендегі Ньютон формуласы арқылы анықтауға болады [2]:

$$R = \xi A \frac{\rho v^2}{2}, \quad (3)$$

мұндағы: ξ – аэродинамикалық кедергі коэффициенті; A – мидель қимасы (бөлшектің салыстырмалы жылдамдығы векторының нормаль жазықтығына түсірілген қимасының проекциясы), m^2 ; ρ – ауаның тығыздығы, kg/m^3 ; v – ауа ағымы өрісіндегі бөлшектің салыстырмалы жылдамдылығы, m/c .

Аэродинамикалық кедергі коэффициентінің мәні бөлшектің формасына, бет жағдайына (кедір-бұдырлы) және ауа ағымының қозғалу тәртібіне байланысты.

Енді 1-суретке сәйкес келтірілген вертикаль құбыр ішіндегі салмағы G бөлшекке төменнен жоғары бағытталған ауа ағымымен динамикалық күшпен R әсер ететік



Сурет 1. Ауа ағымының бөлшекке әсер етуі

Бұл кезеңде үш жағдай орын алады:

1. $R > G$ – бөлшек жоғары жылжиды.
2. $R < G$ – бөлшек төмен жылжиды.
3. $R = G$ – бөлшек тепе-теңдік жағдайын сақтайды.

Шар тәріздес бөлшектер үшін (мысалы, бұршақ, ноқат) мидель қимасының A мәні өзгермейтіні себепті динамикалық әсер күші R тұрақты болады. Ал шар тәріздес емес бөлшектер кеңістікте өз қалпын сақтай алмай кез келген аз уақыт бірлігі ішінде A мәні өзгеріп отыратындығына байланысты R мәні де тұрақты емес.

Демек дәнді қоспаны аэродинамикалық қасиеттері арқылы сұрыптауды іске асыру үшін басқа көрсеткіштерді қолдану қажет. Ол үшін бөлшектің тепе-теңдік жағдайына оралайық, яғни $R = G$.

Ол үшін 3-формуланы пайдаланады

$$\xi \cdot A \frac{\rho}{2} V_{\kappa}^2 = G = mg, \quad (4)$$

мұндағы: m – бөлшектің массасы, кг; V_{κ} – бөлшектің көлбеу жылдамдылығы, м/с.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Бөлшектің тепе-теңдік жағдайын сақтау кезіндегі ауа ағымының жылдамдығын бөлшектің көлбеу жылдамдығы деп атайды. Оның сан мәнін әдетте ауа классификаторында тәжірибе арқылы анықтайды.

Негізгі дән шикізаттары мен бөгде қоспалардың көлбеу жылдамдықтарының мәндері 1-кестеге сәйкес келтірілген [3]. Осы кестеде берілген мәліметтерді пайдалана отырып, дән қоспасын аэродинамикалық қасиеттері арқылы сұрыптауға алдын ала баға беруге болады.

Кесте 1

Көлбеу жылдамдықтар мен аэродинамикалық коэффициенттердің мәндері

Дән және бөгде қоспалар түрлері	Көлбеу жылдамдық, м/с	Аэродинамикалық Кедергі коэффициенті
Бидай	8,9-11,5	0,184-0,265
Арпа	8,4-10,8	0,191-0,272
Сұлы	8,1-9,1	0,169-0,300
Жүгері	12,5-14,0	0,162-0,236
Тары	9,8-11,8	0,045-0,073
Бұршақ	15,5-17,5	0,190-0,229
Бидайық	5,5-8,3	-
Бүріскен бидай	5,5-7,6	-
Тікесінен	5,8-8,3	-
көлденеңінен	8,0-9,8	-
ұзындығы 0,1 м-ге дейін сабан	8,0-6,0	-
Органикалық шаң (диаметрі 0,5x10-3 м-ге дейінгі бөлшектер)	2,5-ға дейін	-
Минералды шаң (диаметрі 0,5 x 10-3 м-ге дейінгі бөлшектер)	4,0-ке дейін	-

Сусымалы жармаларды престоу. Ауа ағымының жылдамдық шамасы берілген шикізат бөлшектердің көлбеу жылдамдығынан артса, онда негізгі өнімнің бөгде қоспалармен бірге аластатылатындығын ескерген жөн. Сондай-ақ өнделетін өнім сұрыптау каналына көп берілген жағдайда бөлшектердің көлбеу жылдамдықтары өзгереді. Өзіндік сұрыпталу темір жол немесе автомобиль көлігімен тасымалдау кезінде орын алады, механикалық дірілдің әсерінен шашпа қоспа сұйықтық қасиетке ие болады, яғни жеңіл бөлшектер қалқып жоғары көтерілсе, ауыр бөлшектер төмен шөгеді

Минералды шикізат қасиеттері. Минералды шикізатқа (ас тұзы) оның ылғалдылығы зор әсер етеді.

Сақтау барысында ылғалдылықтың өсуі, оларды тұтас сірескен массаға айналдырады. Ал өндіріске бағыттау үшін ас тұзын босаңсытып, ұсату керек. Бұл әрине қосымша энергия мен уақытты қажет етеді.

Сондай-ақ ылғалдылығы жоғары шикізаттарды өңдеу барысында елек саңылаулары бітеліп, оларды мөлшерлеу дәлдігі кемиді.

Сұйық шикізаттардың қасиеттері. Сұйық компоненттердің технологиялық процеске әсер ететін негізгі физикалық қасиеті тұтқырлық болып саналады. Бұл материалдардың температурасы жоғарылаған сайын, молекула аралық байланыс күштері төмендейді, яғни тұтқырлығы кеміп, аққыштығы артады. Сондықтан қыс айларында бұл шикізаттарды (меласса, май) қыздыратын қондырғы қажет [2,3].

Сұйық шикізаттың меншікті тұтқырлығын анықтау үшін мына формуланы пайдаланады

$$\mu_{мен} = \frac{\mu_{ш}}{\mu_{су}}, \quad (5)$$

мұндағы: $\mu_{ш}$ – берілген шикізаттың меншікті тұтқырлығы, $Па \cdot с$; $\mu_{су}$ – судың тұтқырлығы, $Па \cdot с$.

Өңдеу барысында технологиялық машиналардың жұмыс мүшелері шикізаттарға механикалық күшпен әсер етіп, өнім тұйық кеңістікте сығымдалады. Бұл кезеңде түрлі деформациялар дамып, материалдың аққыштық қасиеті айқын білінеді.

Түрлі ортаның деформациялары мен ағуының негізгі заңдылықтарын реология ілімі зерттейді.

Деформация түрлеріне байланысты жарма серпімді, пластикалық денелер және нағыз тұтқыр сұйықтық сияқты қасиеттерді көрсетеді.

Негізінде сусымалы жарманы қатты немесе сұйық зат деп қарастыруға болмайды. Бірақ, бұл материалдың ыдыс формасын қабылдау қабілеті және ағын түрінде қозғалуы оның сұйыққа ұқсас екендігін көрсетеді. Дегенмен жарманың әр бөлшегі тек қана қатты денелерге тән қасиеттерге ие.

Әдетте шашпа материалдар көлемінің өзгергіштігі оның ганулометриялық құрамына және көлеміндегі бар ауаның мөлшеріне байланысты.

Ұсатылған компоненттердің ірілігін анықтау үшін ірілік модулі M деген ұғым енгізілген. Оны есептеу үшін мына формуланы қолданады [4]

$$M = \frac{0,5P + 1,5P_1 + 2,5P_2 + 3,5P_3}{100}, \quad (6)$$

мұндағы: P – електі-талдаушының жинаушы түбіндегі қалдық, г; P_1, P_2, P_3 – диаметрлері 1, 2, 3 мм болып келген дөңгелек саңылаулары бар електердегі сәйкес қалдықтар, г.

Механикалық қасиеттері. Шекті және бастапқы жылжу кедергілері бөлшектердің салыстырмалы жылжу барысындағы шашпа материалдардың деформациясын сипаттайды. Бұл кезеңде кернеу шекті жылжу кедергісінен τ_0 асқанда ғана жылжу басталады. τ_0 шамасын Кулон заңы бойынша анықтайды

$$\tau_0 = A + f\sigma, \quad (7)$$

мұндағы: A – бөлшектердің байланыс дәрежесін көрсететін коэффициент; f – бөлшектердің ішкі үйкеліс коэффициенті; σ – жылжу жазықтығындағы тік кернеу.

$\sigma = 0$ шартына (1.7) формуласы бойынша келесі шарт сәйкес келеді

$$\tau_0 = A = 0, \quad (8)$$

мұндағы: τ_0 – жылжуға бастапқы кедергі.

Идеалды сусымалы материалдар үшін $\sigma = 0, \tau_0 = 0$. Технологиялық машиналарды есептеу үшін шашпа материалдар мен жұмыс жазықтықтары арасында туатын сыртқы үйкеліс коэффициентін f_c қолданады.

Үйкеліс бұрышы мен еңкіштік бұрыш. Қоспаның бұл қасиеттерінің практикалық мәні бар. Өйткені, тасымалдау кезінде үйкеліс бұрышына

байланысты материал өздігінен жылжитын құбырлардың еңкею бұрышы, ал еңкіштік бұрыш арқылы науаларды толтыру коэффициенті анықталады.

Сусымалы жармаларды ганулге, брикетке, шар және таспа тәріздес түрге айналдыру – престоу деп аталынады. Сусымалы материалдың престелуі оның физикалық, механикалық қасиеттеріне (беріктілігі, қаттылығы, серпімділігі т.б.), ганулометрикалық құрамына, ылғалдылығына, температураға және көптеген факторларға байланысты [5,6].

Материалдың престелуін түрлі әдіспен анықтайды: тығыздығы берілген брикетті алуға қажетті қысым, қысым шамасына сәйкес брикеттің тығыздығын анықтау, сондай-ақ брикеттің қысымға байланысты түрлі физикалық және механикалық қасиеттерін білу.

Престоу кезеңде бөлшектердің ара байланысын түсіндіретін көптеген теориялар арнаулы әдибиеттерде кездеседі. Олардың ішінде капиллярлы, коллоидты, молекулалы, механикалық диффузиялы, электрофизикалы сияқты теориялар кең таралған.

Сусымалы материалдың престелуінің физикалық құбылысын төмендегіше түсіндіруге болады. Процестің бастапқы кезеңінде ұсақ бөлшектер жылжу мен түрлі жайғасуы арқылы өнім тығыздылығы артады. Бұл кезеңде бөлшектер арасындағы ауаның көп мөлшері ығыстырылады. Бастапқы тығыздалу шағын энергияны ғана қажет етеді.

Тығыздалудың келесі кезеңі бөлшектердің деформациялануы арқылы жүреді. Шығындалған көп мөлшерлі энергия жылуға, бөлшектердің түр өзгерісіне және оның еркін беттердің түзілу энергиясына жұмсалады.

Бөлшектердің бірігу байланысына олардың аққыштығы, жылудың бөлінуі және еркін химиялық байланыстыру себеп болады. Бір кезеңде пайда болатын адгезиялық және когезиялық байланыстар материалдың байланыс қабатын түзейді.

Престелудің соңы кезеңінде аса жоғары қысымның әсерінен бөлшектердің серпімді деформациялары пластикалық деформацияларға айналып, брикеттің берілген формасы сақталады.

Престоу теңдеулері. Престің өнімділігі мен престелген материалдың сапасы шашпа құрама жемді престоу процесінің негізгі көрсеткіштері болып саналады.

Бұл көрсеткіштер престоу қысымы мен брикеттің тығыздылығына байланысты болып келеді. Демек, технологиялық процессті дұрыс басқару мен престоуші жұмыс мүшелерінің ыңғайлы параметрлерін табу үшін құрама жем тығыздығы мен престоу қысымы арасындағы байланысты білу қажет.

Матрицада престоу кезеңінде сусымалы материалдың көлемі кішірейіп көлемдік массасы мен алынған брикеттің беріктілігі артады.

Брикеттің тығыздығының шашпа қоспаның тығыздығына қатынасы оның сығымдалу дәрежесін сипатайды [7]

$$\beta = \frac{\rho}{\rho_0} \tag{9}$$

немесе

$$\rho = \frac{M}{Sh_1}, \quad \rho_0 = \frac{M}{Sh}, \tag{10}$$

мұндағы: M – престелетін материалдың массасы, кг; S – матрицаның көлденең қимасының ауданы, m^2 ; h, h_1 – материалдың бастапқы және кезекті биіктіктері, м.

(1.9) және (1.10) салыстыра отырып келесі өрнекті аламыз

$$\beta = \frac{h}{h_1} \quad (11)$$

Ал материалдың салыстырмалы сығымдалуын төменгі формуламен анықтаймыз

$$\varepsilon = \frac{h - h_1}{h} \quad (12)$$

мұндағы: β немесе A мәндері престоу қысымына байланысты айнымалы шамалар болып келеді. Олар түсірілген қысымның әсерінен материалдың тығыздылығының артуын, берілген форма мен өлшемдерге сай брикеттің түзілуін сипаттайды [8].

Сондықтан престоу теориясының негізгі мақсаты – престоу қысымы мен материалдың тығыздалуын анықтайтын шамалармен байланысын табу.

Көптеген теориялық және экспериментті зерттеулер нәтижесінде түрлі шашпа материалды престоу процесстерін сипаттайтын теңдеулер ұсынылды.

Тұтастық жорамалы негізінде алынған Н.Ф. Кунин мен В.Д. Юрченконың мына теңдеуі кең қолдану тапты [9]

$$\rho = \rho_{np} - \left(\frac{K_0}{\alpha} \right) e^{-ap} \quad (13)$$

мұндағы: ρ – қысымға сәйкес материалдың тығыздығы, kg/m^3 ; ρ_{np} – шекті шартты тығыздық, kg/m^3 ; K_0 – бастапқы престоу коэффициенті; a – сығымдалудың азаю коэффициенті; p – престоу қысымы, Па.

Төмендегі жағдайды қарастыралық. Егер $p \rightarrow \infty$, онда $\rho \rightarrow \rho_{np}$, өйткені

$$\left(\frac{K_0}{\alpha} \right) e^{-ap} \rightarrow 0$$

Престеудің бастапқы кезеңінде (яғни $p = 0$)

$$e^{-ap} = 1, \text{ ал } \rho = \rho_0.$$

$\frac{K_0}{\alpha}$ өрнегінің өлшемі бұл жағдайда тығыздық өлшемімен бірдей екендігі көрінеді. Ал қорытынды келесі түрге айналады делік

$$\frac{K_0}{\alpha} = \rho_{np} - \rho_0 = \rho_\beta \quad (14)$$

мұндағы: ρ_0 – материалдың бастапқы тығыздығы, $кг/м^3$.
Енді (1.13) теңдеуді пайдаланайық

$$\rho = \rho_{np} - \rho_{\beta} e^{-\alpha p}, \quad (15)$$

мұндағы: $p - e^{-\alpha p}$ – координаттарында престеуді іске асырушы қысым аймағындағы (1.15) теңдеуді түзу сызықты бейнелейді.

Металл үгінділерін тұйық кеңістікте сығымдау арқылы престеудің жанасу теориясын қолданған М.Ю. Бальшин төменгі теңдеуді ұсынды [10,11]

$$m \lg \rho = -\lg \rho + \lg \rho_{vak}, \quad (16)$$

мұндағы: m – тұрақты коэффициент; ρ – салыстырмалы тығыздық, $кг/м^3$; p – престеу қысымы, $Па$; P_{max} – материалдың аса қатты сығылуына сәйкес қысым, $Па$.

В.Т. Егоров жүргізілген ғылыми зерттеулер нәтижесінде престеу қысымы мен құрама жемді гранулдеу параметрлері арасындағы байланысты келесі теңдеумен өрнектеді [12,13]

$$\rho = \frac{p_{\sigma}}{E} \left(e^{\frac{fE}{S} C} - 1 \right), \quad (17)$$

мұндағы: p_{σ} – алдын-ала сығылған құрама жемнің серпімділігіне себепші болған қалдық бүйірлік қысым, $Па$; E – бүйірлік қысым коэффициенті; f – үйкеліс коэффициенті; C – саңылау периметрі, $м$; S – саңылаудың көлденең қимасы ауданы, $м^2$; h – матрица саңылауының ұзындығы, $м$.

Ганулдеу процесіне әсер етуші параметрлердің әсерін келтірілген теңдеу толық түсіндіреді.

Сабақ тәрізді жемдік материалды престеу процесі Е.А. Храпачтың төмендегі теңдеумен сипатталады [14]

$$p = a \gamma^n \alpha \beta k, \quad (18)$$

мұндағы: a, n – тәжірибе коэффициенттері; γ – көлемдік масса, $кг/м^3$; α – сабақ тәріздес жемнің ылғалдылығын ескеретін коэффициент; β – жаншу жылдамдығын ескеретін коэффициент; k – сабақ тәріздес жемнің беріктілігіне байланысты коэффициент.

Г.Я. Фарбман толық рационды құрама жемді престеу кезеңінде қысым мен материалдың тығыздығы арасындағы байланыс дережелі заңдылыққа бағынатынын дәлелдеді [14].

$$P = A \rho^m, \quad (19)$$

мұндағы: A, m – престелген материалдың физикалық және механикалық қасиеттерін сипаттайтын тұрақты коэффициенттер; p – матрицадағы ганул тығыздығы, $кг/м^3$.

Қорытынды. Жарма өнімдерін өңдеуге әсерін тигізетін негізгі физикалық және механикалық қасиеттері көрсетілді. Сусымалы материалдарды престеудің көптеген тендеулері, оның ішінде тұтастық жорамалы негізінде алынған Н.Ф. Кунин мен В.Д. Юрченконың кең қолдану тапқан тендеуі, келтірілді.

Әдебиеттер тізімі

1. Кунин Н.Ф. Закономерности прессования различных материалов [Текст] / Н.Ф. Кунин, В.Д. Юрченко // Порошковая металлургия. – 1963. – № 6. – С. 3-6.
2. Оспанов А.А. Основы теории и моделирования процессов измельчения пищевого сырья и кормов [Текст] / А.А. Оспанов, Н.В. Остапчук. – Алма-Ата: Ғылым, 1992. – 244 с.
3. Спандияров Е.С. Трехпараметрическая модель пшеничной крупы [Текст] / Е.С. Спандияров, А.С. Боранкулова, С.К. Андакулов // Инновационные технологии продуктов здорового питания, их качество и безопасность: материалы Международной научно-практической конференции. – Алматы, 29-30 ноября 2010 г. – С. 275-276.
4. Спандияров Е.С. Измельчение зерна пшеницы с учетом релаксационных свойств [Текст] / Е.С. Спандияров, Т.М. Джунибеков, Г.З. Жайшибеков // Механика и моделирование процессов технологии. – 2010. – № 2. – С. 304-308.
5. Спандияров Е.С. Обобщенное уравнение ползучести пшеничной крупы [Текст] / Е.С. Спандияров, А.С. Боранкулова, Б.Е. Солтыбаева // Хранительна наука, техника и технологии 2011: научные труды. – Пловдив, Болгария, 14-15 октября 2011 г. – Т. LVIII. – Вып. 3. – С. 355-358.
6. Мачихин Ю.А. Таблетирование пищевых материалов [Текст] / Ю.А. Мачихин, Г.Г. Зурабишвили. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 135 с.
7. Спандияров Е.С. Обработка пищевых материалов механическим давлением [Текст] / Е.С. Спандияров, С.М. Айтышев, А.С. Боранкулова, П. Маликтаева, Б.А. Сариев. – Тараз: Жамбылский ЦНТИ, 2004. – 35 с.
8. Спандияров Е.С. Моделирование зерна пшеницы при сжатии [Текст] / Е.С. Спандияров, А.С. Боранкулова, Ш.Ж. Умирбаева // ACHIEVEMENT OF HIGH SCHOOL – 2011: материалы VII Международной научно-практической конференции. – София, 17-25 ноября 2011 г. – Т. 26. – Сельское хозяйство. – С. 52-55.
9. Азаров Б.М. Инженерная реология пищевых производств [Текст] / Б.М. Азаров, В.Р. Арет. – М.: МТИПП, 1978. – 112 с.
10. Спандияров Е.С. Релаксационные процессы в зерновом сырье [Текст] / Е.С. Спандияров, Т.М. Джунибеков. – Жамбыл: ЦНТИ, 1993. – 97 с.
11. Джунибеков Т.М. Релаксация напряжений в вязкоупругих материалах [Текст] / Т.М. Джунибеков, В.Н. Кестельман, Н.И. Малинин. – Алматы: Ғылым, 1998. – 308 с.
12. Еркебаев М.Ж. Современные способы механической обработки пищевых масс [Текст] / М.Ж. Еркебаев. – Алматы, 1998. – 140 с.
13. Еркебаев М.Ж. Реология пищевых продуктов [Текст] / М.Ж. Еркебаев, Т.К. Кулажанов, Ю.А. Мачихин, Е.Б. Медведков. – Алматы, 2003. – 192 с.
14. Реометрия пищевого сырья и продуктов [Текст]: справочник / под ред. Ю.А. Мачихина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 271 с.

Материал редакцияға 12.03.26 түсті, 19.05.26 қабылданды.

П.М. Маликтаева¹, А.Б. Мынбаева², К.Ш. Саржанова¹, М.С. Маралбай¹

¹Международный Таразский университет им. Ш. Муртазы, Тараз, Казахстан

²Таразский университет им. М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОБРАБОТКУ И ПРЕССОВАНИЕ ВИДОВ КРУПЫ

Аннотация. Каждое сырье имеет свои физические и механические свойства в зависимости от типа, формы и размеров. Эти свойства влияют на качество и количество готовой продукции, эффективность работы технологических машин и энергозатраты процессов. Обычно в процессе работы обрабатываемое сырье под влиянием машин, механической силы и других факторов (например, температуры, влажности) претерпевает различные изменения в зависимости от времени. В данной работе были продемонстрированы основные физические и механические свойства, влияющие на переработку крупяных продуктов. Приведено множество уравнений прессования сыпучих материалов, в том числе уравнение широкого применения н.ф.Кунина и В. Д. Юрченко, полученное на основе допущения целостности.

Ключевые слова: крупа, аэродинамика, частица, масса, плотность, давление.

P.M. Maliktaeva¹, A.P. Mynbaeva², K.Sh. Sarzhanova¹, M.S. Maralbay¹

¹Sherkhan Murtaza International Taraz University, Taraz, Kazakhstan

²M.Kh. Dulaty Taraz University, Taraz, Kazakhstan

DETERMINATION OF THE BASIC PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES AFFECTING THE PROCESSING AND PRESSING OF CEREALS

Abstract. Each raw material has its own physical and mechanical properties, depending on the type, shape and size. These properties affect the quality and quantity of finished products, the efficiency of technological machines, and the energy consumption of processes. Usually, during operation, the processed raw materials undergo various changes depending on time under the influence of machines, mechanical force and other factors (for example, temperature, humidity). In this work, the main physical and mechanical properties affecting the processing of cereal products were demonstrated. Many equations for the pressing of bulk materials are given, including the equation of widespread application by N.F.Kunin and V. D. Yurchenko, obtained on the basis of the assumption of integrity.

Keywords: grain, aerodynamics, particle, mass, density, pressure.

References

1. Kunin N.F., Yurchenko B.D. Zakonomernosti pressovaniya razlichnykh materialov [Regularities of pressing various materials] // Powder Metallurgy. – 1963. – No. 6. – P. 3-6. [in Russian].
2. Ospanov A.A., Ostapchuk N.V. Osnovy teorii i modelirovaniya protsessov izmel'cheniya pishchevogo syr'ya i kormov [Fundamentals of theory and modeling of grinding processes of food raw materials and feed]. – Alma-Ata: Gylim, 1992. – 244 p. [in Russian].
3. Spandiyarov E.S., Borankulova A.S., Andakulov S.K. Trekhparametricheskaya model' pshenichnoy krupy [Three-parameter model of wheat groats] // Innovative Technologies of Healthy Food Products, Their Quality and Safety: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. – Almaty, 29–30 November 2010. – P. 275-276. [in Russian].

4. Spandiyarov E.S., Dzhunisbekov T.M., Zhaishibekov G.Z. Izmel'chenie zerna pshenitsy s uchetom relaksatsionnykh svoystv [Grinding of wheat grain taking into account relaxation properties] // Mechanics and Modeling of Technological Processes. – 2010. – No. 2. – P. 304-308. [in Russian].
5. Spandiyarov E.S., Borankulova A.S., Soltybaeva B.E. Obobshchennoe uravnenie polzuchesti pshenichnoy krupy [Generalized creep equation of wheat groats] // Hranitelna nauka, tekhnika i tekhnologii 2011 [Food Science, Engineering and Technologies 2011]: Scientific Proceedings. – Plovdiv, Bulgaria, 14–15 October 2011. – Vol. LVIII. – Issue 3. – P. 355-358. [in Russian].
6. Machikhin Yu.A., Zurabishvili G.G. Tabletirovanie pishchevykh materialov [Pelletizing of food materials]. – Moscow: Food Industry Publishing House, 1978. – 135 p. [in Russian].
7. Spandiyarov E.S., Aityshev S.M., Borankulova A.S., Maliktaeva P., Sariev B.A. Obrabotka pishchevykh materialov mekhanicheskim davleniem [Processing of food materials by mechanical pressure]. – Taraz: Zhambyl Center for Scientific and Technical Information, 2004. – 35 p. [in Russian].
8. Spandiyarov E.S., Borankulova A.S., Umirbaeva Sh.Zh. Modelirovanie zerna pshenitsy pri szhatii [Modeling of wheat grain under compression] // ACHIEVEMENT OF HIGH SCHOOL – 2011: Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference. – Sofia, 17–25 November 2011. – Vol. 26. – Agriculture. – P. 52-55. [in Russian].
9. Azarov B.M., Aret V.R. Inzhenernaya reologiya pishchevykh proizvodstv [Engineering rheology of food production]. – Moscow: MTIPP, 1978. – 112 p. [in Russian].
10. Spandiyarov E.S., Dzhunisbekov T.M. Relaksatsionnye protsessy v zernovom syr'e [Relaxation processes in grain raw materials]. – Zhambyl: TsNTI, 1993. – 97 p. [in Russian].
11. Dzhunisbekov T.M., Kestelman V.N., Malinin N.I. Relaksatsiya napryazheniy v vyazkouprugikh materialakh [Stress relaxation in viscoelastic materials]. – Almaty: Gylym, 1998. – 308 p. [in Russian].
12. Erkebaev M.Zh. Sovremennye sposoby mekhanicheskoy obrabotki pishchevykh mass [Modern methods of mechanical processing of food masses]. – Almaty, 1998. – 140 p. [in Russian].
13. Erkebaev M.Zh., Kulazhanov T.K., Machikhin Yu.A., Medvedkov E.B. Reologiya pishchevykh produktov [Rheology of food products]. – Almaty, 2003. – 192 p. [in Russian].
14. Reometriya pishchevogo syr'ya i produktov [Rheometry of food raw materials and products]: handbook / ed. by Yu.A. Machikhin. – Moscow: Agropromizdat, 1987. – 271 p. [in Russian].