

FTAMP 64.29.01

Г.О. Тулендиева¹ – основной автор, | ©
М.Ш. Шардарбек², Ж.К. Гафуров³, Ж.К. Боркулакова⁴



^{1,4}Докторант, ²Техн. ғылым. канд, доцент, ³Техн. ғылым. д-ры, доцент

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-3095-9058> ²<https://orcid.org/0000-0002-9787-5684>

³<https://orcid.org/0000-0002-2253-7306> ⁴<https://orcid.org/0000-0001-5382-9064>



^{1,2,4}М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті, Тараз, Қазақстан



³Джизак политехникалық институты, Джизак, Өзбекстан



¹tulendieva_gulmira@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/LRQJ3606>

ИГЕРІЛМЕГЕН ЖҮНДІ БЕЙМАТА МАТЕРИАЛДАРЫНА ӨНДЕУДІҢ ЗАМАНАУИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНА ШОЛУ

Аңдатпа. Мақалада беймата материалдарын қалыптастыру және біріктірудің қазіргі заманғы технологияларына шолу жасалған. Беймата қалыптастырудың негізгі әдістері (құрғақ, дымқыл, полимерлі), сондай-ақ талшықтарды біріктіру тәсілдері (механикалық, термиялық, химиялық және аралас) қарастырылды. Олардың артықшылықтары мен шектеулері келтіріліп, салыстырмалы сипаттамасы мен өндірістік технологиялық циклдің сызбалары берілді. Шолу талшықтарды біріктіру әдісін таңдау материалдардың қажетті сипаттамаларын және функционалдығын қамтамасыз етудегі негізгі фактор екенін растайды.

Тірек сөздер: беймата материалдары, бейматаны қалыптастыру, талшықтарды біріктіру, механикалық әдістер, термиялық әдістер, химиялық әдістер, аралас технологиялар.



Тулендиева, Г.О. Игерілмеген жүнді беймата материалдарына өңдеудің заманауи технологияларына шолу [Мәтін] / Г.О. Тулендиева, М.Ш. Шардарбек, Ж.К. Гафуров, Ж.К. Боркулакова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2025. – №4(90). – Б.252-259. <https://doi.org/10.55956/LRQJ3606>

Кіріспе. Жүн негізіндегі беймата материалдар соңғы жылдары экологиялық тазалығы, жаңартылатындығы және функционалдық қасиеттерінің жоғары болуына байланысты зерттеушілер мен өндірушілердің қызығушылығын арттырып отыр. Жүннің жылуөткізгіштігі төмен, ауа өткізгіштігі жоғары және ылғалды реттеу қабілетінің болуы оны жылуоқшаулағыш және техникалық материалдар өндіру үшін перспективалы шикізат ретінде қарастыруға мүмкіндік береді [1-3].

Алайда қой қыркүзінде алынатын дөрекі жүннің едәуір бөлігі жеңіл өнеркәсіпте сұранысқа ие болмай игерілмей қалып отыр. Мұндай жүн көбінесе орынсыз жойылып, экологиялық мәселелердің туындауына және құнды шикізаттың жоғалуына алып келеді. Оны тиімді пайдаланудың ұтымды бағыттарының бірі – беймата материалдар өндіру мақсатында қайта өңдеу болып табылады. Бұл материалдар құрылыс саласында, жеңіл өнеркәсіпте, автомобиль өнеркәсібінде және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылықта кеңінен қолданылады [1,2,4-6].

Қазіргі уақытта жүнді беймата материалдарға қайта өңдеудің бірнеше технологиялық тәсілдері бар: инетесімді біріктіру, термиялық біріктіру, химиялық және аралас әдістер. Әрбір тәсілдің бастапқы шикізаттың сапасына, процестердің энергия сыйымдылығына және дайын өнімнің қасиеттеріне байланысты өзіндік артықшылықтары мен шектеулері бар.

Осыған байланысты игерілмеген жүннен беймата материалдар өндіру технологияларын жүйелеу, оларды салыстырмалы түрде талдау және практикалық қолдану перспективаларын бағалау өзекті мәселе болып табылады.

Мақаланың мақсаты – игерілмеген жүнді беймата материалдарға қайта өңдеудің заманауи технологияларын жүйелеу, олардың технологиялық ерекшеліктері мен қолдану мүмкіндіктерін талдау және қарастыру.

Ғылыми зерттеулерге шолу және талдау. *Жүннен беймата материалдарын жасау технологиялары.* Жүн негізіндегі беймата материалдар талшықтарды біріктірудің әртүрлі тәсілдері арқылы алынады: механикалық, термиялық, химиялық және аралас. Әрбір әдістің алынатын материалдардың қолдану саласын айқындайтын өзіндік артықшылықтары мен шектеулері бар. Көптеген технологияларға ортақ ерекшелік – арнайы желілерде жүзеге асырылатын өндірістік процестің үздіксіздігі. Бұл төмен шығынды, жаппай өндірісті және материал қасиеттерін кең ауқымда өзгерту мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Беймата материалдарды өндірудің барлық әдістерінің негізінде екі негізгі кезең жатыр: талшықты матаны қалыптастыру және оны кейіннен біріктіру. Біріктіру жеке тәсілдермен де, олардың комбинациясы арқылы да жүзеге асырылуы мүмкін. Беймата материалдарды өндірудің технологиялық циклының реттілігі 1-суретте сызбалық түрде көрсетілген.



Сурет 1. Беймата материалдарды өндірудің технологиялық процесінің сызбасы

Жайманы қалыптастыру әдістерін шартты түрде үш негізгі топқа бөлуге болады: құрғақ әдіс, ылғалды әдіс және полимерден тікелей қалыптастыру әдісі [7].

Құрғақ әдіс (dry-laid) кардтытарау немесе аэродинамикалық қондырғыларды қолдануға негізделген, бұл жағдайда талшықтар бос құрылымды жайма түрінде таратылады [8]. Бұл әдіс жүнді қайта өңдеуде кең таралған әдістердің бірі болып табылады, себебі материалдың тығыздығы мен қалыңдығын реттеуге мүмкіндік береді.

Ылғалды әдіс (wet-laid) талшықтардың судағы суспензиясынан жайма қалыптастырып, кейін ылғалды кетіруді қамтиды. Бұл әдіс қағаз өндіру технологиясына жақын және талшықтардың біркелкі таралуын қамтамасыз етеді, бұл әсіресе сүзгілік және техникалық материалдар үшін маңызды. Бұл тәсілде негізінен целлюлозалық немесе шыны талшықтар қолданылады [9].

Полимерден тікелей қалыптастыру (spunlaid) әдісі жеке талшықтарды өндіру кезеңін айналып өтіп, полимер балқымасынан тікелей жүзеге асырылады. Spunlaid технологияларына spunbond, meltblown және олардың комбинациялары жатады. Бұл технологиялар беймата материалдардың синтетикалық сегментінде кеңінен қолданылады және жоғары өнімділікті қамтамасыз етеді.

Spunbond технологиясында талшықтар полимерді балқытып, балқыманы иіру фильералары арқылы экструзиялау, кейін созу және қозғалмалы торға төсеу арқылы қалыптастырылады.

Meltblown технологиясында полимер балқымасынан жоғары температуралы ауа ағыны арқылы аса жіңішке талшықтар түзіліп, олар жайма түрінде шөгеді. Бұл әдістердің ерекшелігі – төсеу барысында талшықтардың белгілі бір жабысқақтығы мен температурасының сақталуы, соның нәтижесінде автоматты түрде термиялық бекіту жүзеге асады [10,11].

Талшықты жайманы қалыптастыру әдістерінің артықшылықтары мен кемшіліктері 1-кестеде көрсетілген.

Кесте 1

Талшықты жайма қалыптастыру әдістері: артықшылықтары мен кемшіліктері

Қалыптастыру әдісі	Принципі	Артықшылықтары	Кемшіліктері
Құрғақ әдіс (dry-laid)	Картытарау машиналар немесе ауа ағыны арқылы талшықтарды қабатқа төсеу	Технологияның қарапайымдылығы, төмен шығын, дөрекі және қысқа, табиғи талшықтарды өңдеу мүмкіндігі	Талшықтардың біркелкі таралмау қаупі, тығыздықтың шектеулілігі
Ылғалды әдіс (wet-laid)	Талшықтарды су суспензиясынан торға тұндыру содан кейін сусыздандыру	Талшықтардың біркелкі таралуы, жайманың жоғары біртектілігі, жұқа әрі тығыз материал алу мүмкіндігі	Су мен энергияның жоғары шығыны, ағын суларды тазалау қажеттілігі, талшық түрлерінің шектеулілігі
Полимерден тікелей қалыптастыру (spunlaid)	Полимер балқымасын экструзиялау арқылы талшықтар қалыптастырып, оларды жаймаға тұндыру	Жоғары өнімділік, бекітумен біріктіру мүмкіндігі, арнайы қасиеттер беру	Тек синтетикалық талшықтармен шектелуі, жабдықтың жоғары құны

Біріктіру беймата материалдың механикалық қасиеттерін – беріктігін, кеуектілігін, иілгіштігін, жұмсақтығын және тығыздығын анықтайтын негізгі фактор болып табылады. Біріктіру жеке операция ретінде де орындалуы мүмкін, алайда көбіне жайма қалыптастыру процесімен бір мезгілде жүзеге асырылады. Бұрын атап өтілгендей, талшықтарды біріктіру механикалық,

химиялық, термиялық тәсілдермен немесе олардың комбинациясымен іске асырылады.

Механикалық біріктіру талшықтардың физикалық түрде айқасуы мен өзара ілінісуіне негізделген. Ең кең таралған әдістерге инетесімді, тігіп біріктіру және гидроағынмен нығыздау жатады. Бұл технологиялар байланыстырушы заттарды қолдануды қажет етпейді, сондықтан экологиялық қауіпсіз материалдар алынады. Инетесімді біріктіру кезінде арнайы тісті инелер жайма арқылы бірнеше рет өтеді, талшық шоғырларын іліп алып, қабаттың ішіне тартады. Нәтижесінде талшықтардың ретсіз шатасуы мен ілінісуі жүзеге асып, берік құрылым түзіледі. Жайма инелер өтетін перфорацияланған беттердің арасында үздіксіз қозғалады [12,13]. Дайын материалдың сапасы иненің құрылымына, олардың тығыздығы мен орналасу сызбасына, ену тереңдігіне және бірлік ауданға келетін тесу санына байланысты. Бұл параметрлердің оңтайлы үйлесімі материалдың тығыздығын, беріктігін және қалыңдығын реттеуге мүмкіндік береді [14,15]. Гидробіріктіру (spunlace) әдісі жоғары қысымдағы жіңішке су ағындарының әсеріне негізделген. Су ағындары талшықты жаймасының қалыңдығына еніп, талшықтарды өзара айқастырады. Ол үшін талшықты қабат тірек бетке төселіп, сол бет арқылы су ағындары беріледі. Нәтижесінде талшықтар орын ауыстырып, айқасып, берік құрылым түзеді. Өңдеуден кейін мата кептіріледі, ал сыртқы түрін жақсарту үшін перфорация немесе бедерлеу жүргізілуі мүмкін. Бұл процесс «спанлейс» (spunlace) деп те аталады, себебі су ағындарының қысымы мен конфигурациясына байланысты шілтерге ұқсас әртүрлі текстуралар мен сәндік әсерлер алуға болады [16]. Тігіп біріктіру (stitch-bonding) әдісі талшықты жайманы жіптермен тігу арқылы нығайтуды көздейді. Жіптер қабаттың жекелеген бөліктерін бекітіп, құрылымның тұрақтылығы мен беріктігін қамтамасыз етеді. Бұл тәсіл жоғары механикалық беріктігі бар материалдар алуға және әртүрлі талшықтардың немесе қосымша қабаттардың қасиеттерін біріктіретін құрылымдар жасауға мүмкіндік береді [17].

Термиялық әдістер жылу энергиясын қолдана отырып, талшықтарды ішінара балқыту немесе жұмсарту және оларды жанасу нүктелерінде біріктіруге негізделген. Ең кең қолданылатындары:

- каландрлеу, мұнда жайма қыздырылған айналмалы біліктер арасынан өткізіледі. Температура мен қысым әсерінен талшықтар жанасу нүктелерінде балқып, берік торлы құрылым түзеді;

- ыстық ауамен біріктіру, бұл кезде ыстық ауа талшықты қабат арқылы өтіп, термопластикалық компоненттерді белсендіріп, талшықтардың нүктелік балқуына әкеледі [18,19].

Термиялық біріктірудің артықшылығы – жеңіл, кеуекті және серпімді, өлшемдік тұрақтылығы жоғары материалдар алу мүмкіндігі. Шектеуі – жайма құрамында термопластикалық талшықтардың немесе қоспалардың болуы қажеттілігі шарт [12].

Химиялық біріктіру әртүрлі полимерлі байланыстырушыларды ерітінді, дисперсия, көбік немесе ұнтақ түрінде талшықты жаймаға жағу арқылы жүзеге асырылады. Кептіру немесе полимерлену нәтижесінде байланыстырушы талшықтарды бекітіп, берік құрылым түзеді. Негізгі тәсілдерге:

- толық сіндіру (saturation bonding);
- бүрку (spray bonding);
- басып шығару немесе өрнек салу (print bonding) жатады.

Химиялық біріктіру материалдың беріктігі мен ұзақ мерзімділігін арттырып, қасиеттер ауқымын (су өткізбейтіндік, отқа төзімділік және т.б.) кеңейтеді. Алайда оның кемшілігі – экологиялық көрсеткіштердің төмендеуі және жайманың қаттылығының артуы мүмкіндігі [7].

Аралас біріктірілген әдістер. Қазіргі практикада механикалық, термиялық және химиялық тәсілдерді біріктіретін технологиялар кеңінен қолданылады. Бұл әр әдістің кемшіліктерін өтеп, қасиеттердің оңтайлы теңгерімін қамтамасыз етеді. Мысалдар:

– инемен бекіту мен термиялық бекітуді үйлестіру – жоғары беріктік пен өлшемдік тұрақтылықты қамтамасыз етеді;

– гидробіріктіру мен химиялық байланыстыруды біріктіру – тозуға төзімді және функционалды жабындары бар материалдар алуға мүмкіндік береді;

– табиғи және термопластикалық талшықтар қоспасын қолдану, мұнда термиялық өңдеу құрылымды бекітеді, ал механикалық немесе химиялық тәсілдер қажетті беріктікті қамтамасыз етеді [20].

Осылайша, аралас әдістер беймата материалдарды әртүрлі қолдану салалары үшін, жеңіл сүзгілер мен медициналық бұйымдардан бастап ауыр техникалық маталар мен құрылыс жылуоқшаулағыштарына дейін жобалауда кең мүмкіндіктер береді.

Талшықтарды бекіту әдістерінің салыстырмалы талдауы 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2

Талшықтарды бекіту әдістері: артықшылықтары мен кемшіліктері

Әдіс	Принципі	Артықшылықтары	Кемшіліктері
Механикалық	Талшықтардың физикалық айкасуы мен ілінісуі	Экологиялық қауіпсіз, технологиясы қарапайым, кеуектілігі жоғары, иілгіш	Құрылымды бақылау шектеулі, тозуға төзімділігі төмен, гидробіріктіру энергияны көп қажет етеді
Термиялық	Қыздыру арқылы термопластикалық талшықтарды балқыту	Жоғары өнімділік, құрылымның біркелкілігі	Негізінен термопластикалық талшықтарға ғана жарамды, таза табиғи талшықтар үшін шектеулі
Химиялық	Жабысқақ және полимерлі байланыстырушыларды қолдану	Жоғары беріктік, арнайы қасиеттер беру мүмкіндігі, әмбебап	Экологиялық тәуекелдер, қайта өңдеудің қиындығы, қалдық химикаттар
Аралас	Әдістерді үйлестіру	Артықшылықтарды біріктіру, қасиеттер ауқымын кеңейту	Технологияның күрделілігі, өзіндік құнының жоғарылауы

Игерілмеген дөрекі жүнді қайта өңдеу жағдайында технологиялық әдістерді дұрыс таңдау ерекше маңызға ие, өйткені бұл тек функционалды

беймата материал алуды ғана емес, сонымен қатар процестің экономикалық тиімділігін де қамтамасыз етуі тиіс. Беймата материалдарды қалыптастыру мен бекітудің қолданыстағы әдістерін талдау көрсеткендей, мұндай шикізатпен жұмыс істеу барысында механикалық әдістер, ең алдымен инетесімді әдісі ең тиімді көрседіп танылады. Термикалық және химиялық тәсілдермен салыстырғанда, механикалық инетесімді әдіс қымбат байланыстырушы заттарды қолдануды талап етпейді, технологиялық іске асырылуы салыстырмалы түрде қарапайым және ұзындығы мен қалыңдығы әртүрлі талшықтарды өңдеуге мүмкіндік береді.

Дөрекі жүнді беймата материалдарын қалыптастыруда инетесімді әдісінің экономикалық тиімділігі төмен сортты шикізатты терең алдын ала даярлаусыз пайдалануға болатындығымен де түсіндіріледі. Бұл әдіс талшықтардың механикалық түрде өзара шатасуы есебінен материалдың берік кеңістіктік құрылымын қалыптастыруға мүмкіндік береді, бұл әсіресе термикалық бекітуге нашар көнетін қатты әрі ірі талшықтарды өңдеу кезінде маңызды. Сонымен қатар, инетесімді технологиясы салыстырмалы түрде төмен энергия шығынымен және бастапқы талшықты шикізат қасиеттерінің өзгергіштігіне жоғары бейімделгіштігімен сипатталады.

Айта кету керек, сұранысы төмен, дөрекі талшықты жүнді қайта өңдеу қолданылатын әдістерді таңдау мен олардың параметрлеріне елеулі әсер ететін бірқатар технологиялық шектеулермен қатар жүреді. Негізгі шектеулерге талшықтардың жоғары қалыңдығы мен қаттылығы, олардың ұзындығының айқын біркелкі еместігі, сондай-ақ өсімдік және минералдық қоспалардың жоғары үлесі жатады. Бұл ерекшеліктер қардты тарау процестерін қиындатады, біркелкі талшықты төсем қалыптастыруды күрделендіреді және технологиялық жабдықтардың тозуын арттыруы мүмкін.

Аталған шектеулер жағдайында механикалық әдістерді, әсіресе инетесімді технологиясын қолдану ең ұтымды шешім болып табылады, өйткені бұл тәсіл шикізаттың біркелкі болмауына сезімтал емес және жүнді аз алдын ала сұрыптау мен тазалаумен өңдеуге мүмкіндік береді. Осылайша, игерілмеген дөрекі талшықты жүнді қайта өңдеу кезінде инетесімді технологиясын пайдалану шикізаттың өзіндік ерекшеліктерін ескеріп қана қоймай, беймата материалдарды алудың технологиялық және экономикалық тиімділігін қамтамасыз етеді.

Сонымен қатар, қайта өңдеудің біріктірілген технологияларын пайдалану да перспективалы болып табылады. Мұндай технологиялар механикалық инетесімді әдісті қосымша физикалық немесе физика-химиялық әсерлермен үйлестіруді көздейді. Атап айтқанда, көпсатылы инетесімді әдістерін қолдану, сондай-ақ экологиялық қауіпсіз байланыстырушы заттарды немесе төмен концентрациядағы термопластикалық қоспаларды термиялық бекітуде пайдалану өзекті бағыт болып табылады. Осындай біріктірілген тәсілдер төмен сортты шикізатты қайта өңдеудің экономикалық тиімділігін сақтай отырып, алынатын беймата материалдардың функционалдық мүмкіндіктерін кеңейтуге мүмкіндік береді.

Қорытынды. Жүргізілген талдау барысында механикалық, термиялық, химиялық және аралас технологияларды қамтитын беймата материалдарды қалыптастыру мен талшықтарды біріктірудің негізгі әдістері қарастырылды. Беймата материалдарды өндірудің технологиялық циклінің жалпы сұлбасы ұсынылып, дайындау кезеңдерінің реттілігі көрнекі түрде көрсетілді.

Әрбір әдістің өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілді: механикалық әдістер экологиялық тазалық пен әмбебаптылықты қамтамасыз

етеді, термиялық әдістер термопластикалық талшықтармен жұмыс істеуде жоғары өнімділікке ие, химиялық әдістер байланыстырушы заттар есебінен беріктік пен тұрақтылықты арттырады, ал аралас технологиялар қасиеттердің оңтайлы теңгеріміне қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Салыстырмалы талдау көрсеткендей, әдісті таңдау соңғы өнімге қойылатын талаптарға, сондай-ақ экономикалық және экологиялық факторларға байланысты анықталады. Саланың дамуындағы қазіргі заманғы үрдістер процестердің тиімділігін арттыруға, энергия шығындарын азайтуға және экологиялық қауіпсіз технологияларды енгізуге бағытталған.

Осылайша, жүргізілген шолу талшықтарды бекіту әдісін таңдау бейматериалдардың қажетті сипаттамаларын қамтамасыз етудегі шешуші фактор екенін растайды, ал технологияларды жүйелеу олардың қолдану саласына қарай алу тәсілдерін оңтайлы таңдауға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Allafi F. et al. Advancements in applications of natural wool fiber //Journal of Natural Fibers. – 2022. – Т. 19. – №. 2. – С. 497-512.
2. Hetimy S. et al. Exploring the potential of sheep wool as an eco-friendly insulation material: A comprehensive review and analytical ranking //Sustainable Materials and Technologies. – 2024. – Т. 39. – С. e00812.
3. Lakshmanan A. Physical and chemical properties of wool fibers //Wool fiber reinforced polymer composites. – Woodhead Publishing, 2022. – С. 49-71.
4. Rajabinejad H., Bucişcanu I. I., Maier S. S. Current approaches for raw wool waste management and unconventional valorization: A review //Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ). – 2019. – Т. 18. – №. 7. P. 1439-56.
5. Bucişcanu I.I. Sustainable Alternatives for Wool Valorization //Annals of the University of Oradea. Fascicle of Textiles, Leatherwork. – 2014. – Т. 15. – №. 2. P. 27-32.
6. Korjenic A. et al. Sheep wool as a construction material for energy efficiency improvement //Energies. – 2015. – Т. 8. – №. 6. – С. 5765-5781.
7. Horrocks A. R., Anand S. C. (ed.). Handbook of technical textiles. – Elsevier, 2000.
8. Wilson A. The formation of dry, wet, spunlaid and other types of nonwovens //Applications of nonwovens in technical textiles. – Woodhead Publishing, 2010. – С. 3-17.
9. Appert-Collin J. C., Thomas D. Fibrous media //Aerosol filtration. – 2017. – С. 31-47.
10. Cook J., Kritzer P. Secondary Batteries–Nickel Systems| Alkaline Battery Separators. – 2009.
11. Zhang D. Nonwovens for consumer and industrial wipes //Applications of nonwovens in technical textiles. – Woodhead Publishing, 2010. – С. 103-119.
12. Kane F. Nonwovens in smart clothes and Wearable Technologies //Smart clothes and wearable technology. – Woodhead Publishing, 2009. – С. 156-182.
13. Ajmeri J. R., Ajmeri C. J. Developments in nonwoven as geotextiles //Advances in technical nonwovens. – Woodhead Publishing, 2016. – С. 339-363.
14. Midha V.K., Mukhopadyay A. Bulk and physical properties of needle-punched nonwoven fabrics //Indian Journal of Fibre and Textile Research. – 2005. – Т. 30. – №. 2. – С. 218.
15. Ishikawa T. et al. Structure analysis of needle-punched nonwoven fabrics by X-ray computed tomography //Textile Research Journal. – 2019. – Т. 89. – №. 1. – С. 20-31.
16. Edana. Nonwovens manufacturing process [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.edana.org/nw-related-industry/how-are-nonwovens-made#web-formation>. Date of access: 03.09.2025.
17. Karthik T. et al. Nonwovens: process, structure, properties and applications. – WPI Publishing, 2017.
18. Russell S. J. Handbook of nonwovens. – Woodhead Publishing, 2022.

19. Mao N., Russell S. J. Fibre to fabric: nonwoven fabrics //Textiles and fashion. – Woodhead Publishing, 2015. – С. 307-335.
20. Methods and technologies of manufacturing nonwovens [Electronic resource]. – Access mode: <https://polyline.ru/articles/sposoby-i-tehnologii-izgotovleniya-netkanyh-materialov>. Date of access: 03.09.2025. [in Russian].

Материал редакцияға 09.09.25 түсті, 24.12.25 қабылданды.

Г.О. Тулендиева¹, М.Ш. Шардарбек¹, Ж.К. Гафуров², Ж.К. Боркулакова¹

¹*Таразский университет им. М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан*

²*Джизакский политехнический институт, Джизак, Узбекистан*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ НЕВОСТРЕБОВАННОЙ ШЕРСТИ В НЕТКАНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: ОБЗОР

Аннотация. В статье представлен обзор современных технологий формирования и скрепления нетканых материалов. Рассмотрены основные методы формирования полотна (сухой, мокрый, полимерный), а также способы скрепления волокон (механические, термические, химические и комбинированные). Приведены их преимущества и ограничения, дана сравнительная характеристика и схемы технологического цикла производства. Обзор подтверждает, что выбор метода скрепления волокон является ключевым фактором в обеспечении требуемых характеристик и функциональности материалов.

Ключевые слова: нетканые материалы, формирование полотна, скрепление волокон, механические методы, термические методы, химические методы, комбинированные технологии.

G.O. Tulendieva¹, M.Sh. Shardarbek¹, J. Gafurov², Zh.K. Borkulakova¹

¹*M.Kh. Dulaty Taraz University, Taraz, Kazakhstan*

²*Jizzakh Polytechnic Institute, Jizzakh, Uzbekistan*

MODERN TECHNOLOGIES FOR PROCESSING UNUSED WOOL INTO NONWOVEN MATERIALS: A REVIEW

Abstract. The article provides an overview of modern technologies for web formation and fiber bonding in nonwoven materials. The main web formation methods (dry-laid, wet-laid, polymer-laid) and fiber bonding techniques (mechanical, thermal, chemical, and combined) are discussed. Their advantages and limitations are presented, along with a comparative analysis and technological cycle schemes. The review confirms that the choice of fiber bonding method is a key factor in ensuring the required properties and functionality of nonwoven materials.

Keywords: nonwoven materials, web formation, fiber bonding, mechanical methods, thermal methods, chemical methods, combined technologies.