

Боркулакова Жанерке Куандыкқызының
8D072 – Өндірістік және өңдеу салалары даярлау бағытының 8D07212 –
«Инновациялық текстиль» білім беру бағдарламасы бойынша философия
докторы (PhD) дәрежесін алу үшін «Экологиялық таза оқшаулағыш беймата
ретінде жүн қалдықтарын пайдалану технологиясын әзірлеу» тақырыбы
бойынша дайындалған диссертациялық жұмысына

АҢДАТПА

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Ғылым мен өнеркәсіптің қазіргі даму жағдайында табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану, өндірістік қалдықтар көлемін азайту және тұрақты әрі экологиялық бағытталған өндіріс қағидаттарына көшу ерекше маңызға ие болып отыр. Табиғи шикізаттың аз қолданылатын түрлерінің бірі – талшық диаметрінің үлкендігіне, жоғары қаттылығына, құрылымының біртектілігіне және иіру қабілетінің төмендігіне байланысты дәстүрлі тоқыма өндірісінде іс жүзінде қолданылмайтын дөрекі жүн. Дөрекі жүннің өндірісте пайдаланылмауы оның мал шаруашылығының жанама өнімі немесе қалдығы ретінде қарастырылуына әкеліп, жиналуы мен дұрыс жойылмауы нәтижесінде қосымша экологиялық жүктеме туындатады.

Бұл мәселе қой шаруашылығы дамыған елдер үшін, әсіресе мал басының едәуір бөлігін негізінен ет өндіруге өсірілетін дөрекі жүнді құйрықты қой тұқымдары құрайтын Қазақстан үшін ерекше өзекті болып табылады. Нәтижесінде жыл сайын өнеркәсіпте тиімді қолданылмайтын дөрекі жүннің едәуір көлемі түзіледі. Осы жаңартылатын табиғи ресурсты ұтымсыз пайдалану экономикалық шығындарға ғана емес, сонымен қатар органикалық қалдықтарды сақтау және жоюмен байланысты экологиялық тәуекелдердің артуына алып келеді.

Сонымен қатар, жүн – бірегей жылуфизикалық, механикалық және гигроскопиялық қасиеттер кешеніне ие табиғи, жаңартылатын және биологиялық ыдырайтын материал. Жүннің талшықты құрылымы жоғары жылуоқшаулау қабілетін, ылғалды реттеуді және ауа өткізгіштікті қамтамасыз етеді, бұл оны экологиялық қауіпсіз жылуоқшаулағыш материалдарды жасау үшін перспективалы шикізатқа айналдырады. Бұдан бөлек, жүннің өмірлік циклі аяқталғаннан кейін табиғи биодеградацияға ұшырау қабілеті тұйық биологиялық циклдердің қалыптасуына ықпал етіп, циркулярлық экономика мен тұрақты дамудың заманауи қағидаттарына сәйкес келеді.

Ғылыми зерттеулерді талдау табиғи талшықтардың жылуоқшаулағыш материалдарға арналған шикізат ретінде белсенді зерттеліп жатқанын көрсетеді. Жүн ең тиімді табиғи жылуоқшаулағыш талшықтардың қатарына жатады. Басқа табиғи талшықтармен салыстырғанда, ол жылуөткізгіштіктің ең төмен көрсеткіштерінің бірімен (шамамен 0,033 Вт/мК) сипатталады, бұл оның күрделі ішкі құрылымымен, ауа қуыстарының болуымен, иректілігімен және жоғары серпімділігімен түсіндіріледі. Сонымен бірге, талшықты материалдардың жылуоқшаулағыш қасиеттері тек талшықтардың жылуөткізгіштігімен ғана емес, сонымен қатар қалыптасқан материал құрылымымен де анықталады. Жылуоқшаулауға ең үлкен үлесті кеуектер мен

талшықаралық кеңістікте ұсталып тұратын ауа қосады, себебі оның жылуөткізгіштігі айтарлықтай төмен. Жүн негізіндегі беймата материалдар синтетикалық жылуоқшаулағыштармен салыстырмалы төмен тиімді жылуөткізгіштік көрсеткіштерін көрсетеді. Төмен тығыздық, жоғары кеуектілік және талшықтардың дамыған ирек құрылымының жиынтығы тұрақты ауа қабатын қалыптастырады, нәтижесінде жүн негізіндегі жылуоқшаулағыштардың жылуөткізгіштік коэффициенті 0,038-0,054 Вт/мК аралығында болады, бұл минералды жылуоқшаулағыш материалдардың жоғарғы көрсеткіштер диапазонына сәйкес келеді. Мұндай кеуекті құрылымның қалыптасуы өндірістің технологиялық параметрлеріне айтарлықтай тәуелді. Алайда әдебиет көздерін талдау инетесу технологиялық параметрлерінің, көпқабатты беймата материалдар құрылымының және шикізат қоспасындағы дәрекі және жартылай дәрекі жүн талшықтарының арақатынасының толық табиғи жүн негізіндегі беймата материалдардың жылуоқшаулағыш қасиеттеріне әсері жеткілікті зерттелмегенін көрсетеді. Сонымен қатар, ғылыми әдебиеттерде қазақстандық құйрықты қой тұқымдарының жүнін жылуоқшаулағыш материалдарға арналған шикізат ретінде пайдалану туралы мәліметтер іс жүзінде кездеспейді.

Зерттеудің мақсаты – жылуоқшаулағыш материалдарға арналған дәрекі және жартылай дәрекі қой жүні негізіндегі экологиялық таза көпқабатты беймата материалдарды алудың технологиялық режимдерін әзірлеу және эксперименттік тұрғыдан негіздеу, сондай-ақ технологиялық параметрлерге байланысты беймата материалдардың құрылымы мен негізгі қасиеттерінің өзгеру заңдылықтарын анықтау.

Зерттеу міндеттері:

1. Жүнді жылуоқшаулағыш материалдарға арналған шикізат ретінде пайдалану бойынша әдебиеттер мен статистикалық мәліметтерге, оның ішінде елдегі және әлемдегі өндіріс көлемдеріне жүйелі талдау жүргізу.

2. Жүннің қасиеттерін, көпқабатты беймата материалдарды дайындау әдістерін зерттеу және жылуоқшаулағыш сипаттамаларға әсер ететін негізгі факторларды анықтау.

3. Бастапқы шикізатты анықтап, дайындау және беймата материалдарды қалыптастыру үшін талшықтарды бекіту тәсілін таңдау.

4. Материал қасиеттеріне технологиялық параметрлердің әсерін зерттеу үшін эксперименттерді жоспарлау әдістерін қолдана отырып, эксперименттік зерттеулер бағдарламасын әзірлеу.

5. Құрылымның қалыптасуын және оның жылуоқшаулағыш, функционалдық және физика-механикалық қасиеттерге әсерін зерттеу мақсатында инетесу жиілігін, қабаттар санын және дәрекі мен жартылай дәрекі жүннің арақатынасын өзгерте отырып, дәрекі жүн негізіндегі көпқабатты инетесімді материалдарды дайындау.

6. Көпқабатты беймата материалдардың жылуұстау коэффициентінің, үзілу жүктемесінің және ауа өткізгіштігінің технологиялық параметрлер мен құрылымдық сипаттамаларға сандық тәуелділіктерін анықтау.

7. Экологиялық таза беймата жылуоқшаулағыш материалдарды дайындаудың ғылыми негізделген технологиялық режимдері бойынша ұсыныстар әзірлеу.

Зерттеу нысаны – жылуоқшаулау мақсатында қолданылатын дөрекі және жартылай дөрекі жүн негізіндегі беймата материалдар.

Зерттеу пәні – көпқабатты инетесімді беймата материалдардың жылуоқшаулағыш және физика-механикалық қасиеттері (жылуұстау, үзілу жүктемесі, ауа өткізгіштік) және олардың материалды қалыптастырудың технологиялық параметрлеріне (тесу жиілігіне, қабаттар санына және дөрекі мен жартылай дөрекі жүннің арақатынасына) тәуелді өзгеру заңдылықтары.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы төмендегідей:

– қазақстандық құйрықты қой тұқымдарының дөрекі және жартылай дөрекі жүні негізінде экологиялық таза жылуоқшаулағыш инетесімді беймата материалдарды алудың технологиялық режимдері әзірленіп, ғылыми тұрғыдан негізделді;

– тесу жиілігінің, қабаттар санының және жүн талшықтарының арақатынасының көпқабатты беймата материалдардың құрылымының қалыптасуына және олардың жылуоқшаулағыш қасиеттеріне кешенді әсері зерттелді;

– көпқабатты беймата материалдардың жылуұстау коэффициентінің, үзілу жүктемесінің және ауа өткізгіштігінің материалдың құрылымдық сипаттамалары мен технологиялық процесс параметрлеріне тәуелді өзгеру заңдылықтары анықталды.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы. Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері құрылыс және техникалық мақсаттарға арналған экологиялық таза көпқабатты инетесімді беймата жылуоқшаулағыш материалдарды өндіру технологияларын әзірлеу және жетілдіру кезінде пайдаланылуы мүмкін. Құрылымдық және технологиялық параметрлерге байланысты беймата материалдардың физика-механикалық және жылуоқшаулағыш қасиеттерін болжаудың жасалған әдістемесі өндірістің технологиялық режимдерін ғылыми негізде жоспарлауға мүмкіндік береді. Беймата материалдар өндірістік жағдайда дайындалған, бұл әзірленген режимдер мен ұсыныстардың практикалық қолданылуын дәлелдейді.

Жұмыс сонымен қатар бұрын мал шаруашылығының сұранысы төмен жанама өнімі болып саналған қазақстандық құйрықты ет-май бағытындағы қойлардың дөрекі жүнін өнеркәсіптік айналымға тартуға ықпал етеді, бұл құнды шикізатты ұтымды пайдалану және қалдық көлемін азайту арқылы экологиялық жүктемені және экономикалық шығындарды төмендетеді.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы зерттеу нәтижелерін қолданыстағы өндіріс жағдайында енгізу актісімен расталған. Жұмыс бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру аясында орындалды.

Зерттеу әдістері: ғылыми әдебиеттерді талдау; өндірістік жағдайда көпқабатты инемен тесілген беймата материалдарды қалыптастыру әдістері; эксперименттерді жоспарлау әдістері; материалдардың жылуоқшаулағыш және физика-механикалық сипаттамаларын анықтауға арналған зертханалық сынақ

әдістері; эксперименттік мәліметтерді өңдеуге арналған математикалық статистика және регрессиялық талдау әдістері; нәтижелерді компьютерлік өңдеу және графикалық бейнелеу әдістерін қамтыды.

Қорғауға мынадай негізгі тұжырымдар шығарылады:

– технологиялық параметрлерге (тесу жиілігі, қабаттар саны, жүн түрлерінің арақатынасы) байланысты көпқабатты инетесімді беймата материалдар құрылымының өзгеру заңдылықтарын анықтау бойынша зертханалық зерттеулер нәтижелері;

– өзгермелі технологиялық параметрлердің материалдардың жылуоқшаулағыш және физика-механикалық қасиеттеріне (жылуұстау коэффициенті, үзілу жүктемесі және ауа өткізгіштік) кешенді әсерін анықтау бойынша зертханалық зерттеулер нәтижелері;

– қазақстандық құйрықты қой тұқымдарының дкрекі және жартылай дкрекі жүні негізінде инетесімді әдіс арқылы экологиялық таза жылуоқшаулағыш беймата материалдарды алудың технологиялық режимдері.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми-гранттық жобалармен байланысы. Аталған жұмыс ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитеті қаржыландырған BR24992867 «Қазақстанның су шаруашылығын және қайта өңдеу өнеркәсібін дамыту мен басқаруға арналған ресурсты үнемдейтін технологияларды әзірлеу, инновациялық инжинирингтік орталық құру» бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру грантын іске асыру аясында орындалды.

Нәтижелердің апробациясы. Диссертациялық жұмыстың негізгі қағидалары келесі халықаралық ғылыми конференцияларда баяндалып, талқыланды: №5 «Progress in Science» халықаралық ғылыми конференциясы (Бельгия, Брюссель қ., 2024); «То‘qimachilik va yengil sanoatda ilmhajmdor innovatsion texnologiyalar va dolzarb muommlar yechimi (ТО‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT – 2024)» халықаралық ғылыми-техникалық конференциясы (Өзбекстан, Фергана политехникалық институты, Фергана қ., 2024).

Жарияланымдар. Зерттеудің негізгі нәтижелері 6 ғылыми еңбекте жарияланған: Scopus/Web of Science деректер базасына кіретін халықаралық рецензияланатын ғылыми журналда 1 мақала (80-процентиль, Q1); ҚР ҒЖБМ Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдар тізіміне енгізілген ғылыми журналдарда 3 мақала; халықаралық конференциялар материалдарының жинақтарында 2 мақала.

Диссертациялық жұмыстың құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытындыдан, 146 атаудан тұратын пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Жұмыс 91 бет мәтінде баяндалған, 26 сурет пен 28 кестені қамтиды.

Жұмыстың негізгі мазмұны. Диссертациялық жұмыс сирек қолданылатын құйрықты қой тұқымдарының дөрекі жүнінің негізінде алынған көпқабатты инетесімді беймата материалдардың технологиялық параметрлерінің олардың жылуоқшаулағыш және физика-механикалық қасиеттеріне әсерін эксперименттік зерттеуге бағытталған.

Диссертациялық жұмыстың кіріспесінде зерттеу тақырыбының өзектілігі негізделіп, оның қазіргі жағдайы мен зерттелетін саланың даму перспективалары үшін маңыздылығы көрсетілген. Зерттеудің мақсаты мен міндеттері тұжырымдалып, зерттеу нысаны мен пәні анықталған, бұл жұмыстың ғылыми бағытын белгілеуге және оның шектерін айқындауға мүмкіндік береді. Жұмыстың ғылыми жаңалығы көпқабатты инетесімді беймата материалдардың технологиялық параметрлерінің олардың жылуоқшаулағыш және физика-механикалық қасиеттеріне әсерін зерттеуге, сондай-ақ дәрекі және жартылай дәрекі жүн негізінде экологиялық таза жылуоқшаулағыш материалдарды алу технологиялық режимдерін әзірлеуге негізделген. Эксперименттік зерттеу нәтижелері мен жұмыстың практикалық аспектілерін қамтитын қорғауға шығарылатын негізгі тұжырымдар көрсетілген.

Кіріспе бөлімінде зерттеу әдістемесі мен әдістері сипатталған, олардың қатарына аналитикалық, эксперименттік және есептік-статистикалық тәсілдер кіреді, сондай-ақ алынған нәтижелердің сенімділігі мен қайталанымдылығын қамтамасыз ету тұрғысынан олардың негіздемесі берілген.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы алынған нәтижелерді құрылыс және техникалық мақсаттағы экологиялық таза жылуоқшаулағыш беймата материалдарды өндіру технологияларын әзірлеу мен жетілдіруде қолдану мүмкіндігімен, сондай-ақ дәрекі жүнді өнеркәсіптік қайта өңдеуге тартумен байланысты екені атап көрсетілген.

Қосымша түрде автордың жарияланымдары туралы мәліметтер келтіріліп, зерттеу нәтижелерінің ғылыми басылымдар мен конференция материалдарында апробациядан өткені расталады. Кіріспе бөлім диссертациялық жұмыстың құрылымы мен көлемін сипаттаумен аяқталады, оның ішінде тараулар саны, бөлімдер, суреттер, кестелер және қосымшалар көрсетілген, бұл зерттеу логикасы мен баяндау реттілігі туралы толық түсінік береді.

Бірінші тарауда жүн шикізатын пайдалану және оның негізінде жылуоқшаулағыш материалдар алу технологиясына арналған ғылыми жұмыстардың қазіргі жағдайына жан-жақты талдау берілген. Жүн талшықтарының құрылымдық ерекшеліктері мен қасиеттері және олардың беймата материалдардың жылуоқшаулағыш сипаттамаларын қалыптастыруға әсері қарастырылған.

Негізгі назар табиғи талшықтардан инетесімді беймата материалдар өндіру саласындағы отандық және шетелдік зерттеу нәтижелерін жалпылау мен жүйелеуге аударылған. Қолданыстағы технологияларға талдау жүргізіліп, олардың құрылымдық параметрлерінің жылуоқшаулағыш және физика-механикалық қасиеттерге әсері анықталған.

Жүннен жасалған және синтетикалық жылуоқшаулағыш материалдарға салыстырмалы талдау жүргізіліп, табиғи жүн негізіндегі оқшаулағыштардың экологиялық тазалығы, ылғал сіңіру қабілеті және жылу-ылғал алмасуды реттеу қасиеттері бойынша артықшылықтары көрсетілген.

Ғылыми және тәжірибелік деректерді талдау негізінде технологиялық параметрлердің (тесу жиілігі, қабат саны және дәрекі мен жартылай дәрекі

жүннің арақатынасы) көпқабатты беймата материалдардың құрылымы мен қасиеттерінің қалыптасуына әсерін зерттеу қажеттілігі негізделген. Зерттеудің негізгі бағыттары тұжырымдалып, жүннен жасалған беймата материалдардың құрылымы мен қасиеттерінің заңдылықтарын эксперименттік зерттеу және олардың жылуоқшаулағыш сипаттамаларын бағалау қарастырылған.

1-тарау бойынша қорытындылар

1. Жүн шикізатын пайдалану жағдайына жүргізілген талдау қой жүнінің экологиялық таза жылуоқшаулағыш материалдар өндіру үшін маңызды әлеуеті бар жаңартылатын табиғи ресурс екенін көрсетті. Сонымен қатар ет-май бағытындағы қойларды өсіру кезінде түзілетін дөрекі жүн көлемі жеткілікті тиімді пайдаланылмайды, бұл оны қайта өңдеудің жаңа бағыттарын әзірлеуді қажет етеді.

2. Әдеби деректерді талдау жүн талшықтарының морфологиялық ерекшеліктері олардың жоғары жылуоқшаулағыш, ылғал реттегіш және ауа өткізгіш қасиеттерін қамтамасыз ететінін, сондықтан оларды экологиялық қауіпсіз оқшаулағыш материалдар үшін перспективалы шикізат ететінін көрсетеді. Сонымен қатар жүннің биодырағыштығы айналмалы биологиялық циклдердің қалыптасуына ықпал етіп, циркулярлық экономика және тұрақты даму қағидаттарына сәйкес келеді.

3. Беймата материалдар өндірісінде талшықтарды механикалық біріктіру әдістері, әсіресе инетесімді әдіс кеңінен қолданылатыны анықталды. Бұл технология химиялық байланыстырғыштарды қолданбай-ақ талшықтардың механикалық ілінісуі арқылы берік кеңістіктік құрылым қалыптастыруға мүмкіндік береді.

4. Жүн негізіндегі жылуоқшаулағыш материалдардың нарықта рулондық, мат (плиталық) және үрлемелі түрлері бар екені анықталды. Ең кең таралған түрлері – рулондық және плиталық материалдар, себебі оларды орнату жеңіл және әртүрлі құрылыс конструкцияларында қолдануға ыңғайлы.

5. Жүн және синтетикалық жылуоқшаулағыш материалдарды салыстыру нәтижелері жүн негізіндегі материалдардың экологиялық тазалық, шикізаттың жаңартылуы, ылғал режимін реттеу және қауіпсіздік сияқты артықшылықтарға ие екенін көрсетті.

6. Беймата материалдардың жылуоқшаулағыш қасиеттерін анықтайтын негізгі факторлар құрылымдық сипаттамалар болып табылатыны, оның ішінде тығыздық, қалыңдық, кеуектілік және талшықтардың таралуы екені анықталды. Құрылымның қалыптасуы технологиялық процестің параметрлеріне едәуір тәуелді.

7. Талшықты шикізат негізіндегі жылуоқшаулағыш материалдарға арналған көптеген зерттеулерге қарамастан, ине тесу процестің технологиялық параметрлерінің, көпқабатты құрылымның және дөрекі жүн мөлшерінің бірлескен әсері жеткілікті зерттелмеген. Сонымен қатар Қазақстан қой тұқымдарының дөрекі жүнін жылуоқшаулағыш материалдарда пайдалану бойынша зерттеулер саны шектеулі.

Диссертациялық жұмыстың **екінші бөлімінде** шикізатқа, қолданылатын жабдыққа және дөрекі және жартылай дөрекі қой жүнінен жасалған көпқабатты

инетесімді беймата материалдарды қалыптастырудың технологиялық сызбасына сипаттама берілген. Беймата материалдарды алу технологиялық тізбегі егжей-тегжейлі сипатталған, оған талшықтарды дайындау кезеңдері, талшықты қабатты қалыптастыру және оны өндірістік жағдайда жүзеге асырылған инетесімді әдісімен механикалық бекіту кіреді. Әр түрлі дөрекі жүн үлесі бар екі-, үш- және төртқабатты беймата материалдарды дайындау параметрлері, негізгі кезеңде инелердің тесу жиілігін өзгерте отырып екі сатылы инетесімді технологиясы (алдын ала және негізгі) бойынша сипатталған. Бұл параметрлер қабат санының, инетесу жиілігінің және талшықтық құрамның материалдардың құрылымдық, жылуоқшаулағыш және физика-механикалық қасиеттеріне әсерін зерттеуге мүмкіндік береді.

Эксперименттік зерттеу әдістері ұсынылған, оған нормативтік әдістемелерге сәйкес қалыңдықты, беттік тығыздықты, жылуұстау коэффициентін, ауа өткізгіштікті және үзілу жүктемесін анықтау кіреді. Қой жүн талшықтарының және қалыптасқан беймата материалдардың құрылымдық ерекшеліктерін талдау үшін оптикалық микроскопия және сканерлеуші электрондық микроскопия әдістері қолданылған.

Сонымен қатар эксперименттік деректерді статистикалық өңдеу және математикалық модельдеу әдістері сипатталған, оның ішінде материал қасиеттеріне технологиялық параметрлердің әсерін бағалау үшін RSM әдісі қолданылған.

2-тарау бойынша қорытындылар

1. Зерттеу объектілері ретінде алдын ала стандартты бастапқы өңдеуден өткен дөрекі және жартылай дөрекі қой жүнінен жасалған көпқабатты инетесімді беймата материалдары таңдалды.

2. Жүннен жасалған беймата материалдарды қалыптастырудың технологиялық сызбасы өндірістік жағдайда жүзеге асырылған талшықтарды дайындау, талшықты холстты қалыптастыру және оны инетесімді әдісімен механикалық бекіту сатыларына негізделді. Инетесімді процесі екі кезеңде, алдын ала және негізгі кезеңде, жүргізіліп, негізгі өңдеу сатысында инелердің тесу жиілігі өзгертілді, бұл әртүрлі құрылымдық сипаттамалары бар эксперименттік үлгілер сериясын алуға мүмкіндік берді.

3. Әр түрлі инетесу жиілігі мен дөрекі жүннің үлесі бар екі-, үш- және төртқабатты материалдар дайындалды, бұл қабат санының, тесу жиілігінің және жүн құрамының материал қасиеттеріне әсерін зерттеуге мүмкіндік берді.

4. Алынған материалдардың құрылымы мен қасиеттерін сипаттау үшін қалыңдықты, беттік тығыздықты, жылуұстау қасиеттерін, ауа өткізгіштікті және үзілу жүктемесін анықтау әдістері халықаралық стандарттарға сәйкес негізделіп қолданылды.

5. Қой жүн талшықтарының морфологиялық ерекшеліктерін және материал құрылымын талдау үшін оптикалық микроскопия және СЭМ әдістері қолданылды.

6. Эксперименттік деректерді өңдеу және технологиялық параметрлердің әсерін талдау үшін статистикалық талдау және математикалық модельдеу әдістері, соның ішінде RSM пайдаланылды.

3-тарауда дәрекі және жартылай дәрекі қой жүнінен жасалған көпқабатты инетесімді беймата материалдардың физика-механикалық және функционалдық қасиеттеріне жүргізілген кешенді эксперименттік зерттеу нәтижелері ұсынылған. Материал құрылымын қалыптастырудағы технологиялық параметрлердің, соның ішінде қабат санының, қалың жүн үлесінің және инетесу жиілігінің жылуоқшаулағыш және эксплуатациялық қасиеттеріне әсерін талдауға ерекше көңіл бөлінген.

Қабат саны өзгерген кезде беймата материал құрылымының өзгеру ерекшеліктері және олардың қалыңдыққа, беттік тығыздыққа, беріктік сипаттамаларына және ауа өткізгіштікке әсері қарастырылған. Көлемдік талшықты құрылымның қалыптасуының инетесу режимдері мен жүн қоспасының құрамына тәуелділігі талданған.

Созылу жүктемесінің бойлық және көлденең бағыттардағы өзгеру заңдылықтарын анықтауға, сондай-ақ жылуоқшаулағыш қасиеттерді сипаттайтын маңызды көрсеткіш ретінде ауа өткізгіштікті бағалауға ерекше назар аударылған. Эксперименттік деректерге статистикалық өңдеу жүргізіліп, жеке факторлардың әсерінің маңыздылығы және олардың материал қасиеттерін қалыптастырудағы үлесі анықталған.

Алынған нәтижелер көпқабатты жүн беймата материалдарының құрылымы мен қасиеттерінің негізгі заңдылықтарын анықтауға және құрылымдық параметрлердің олардың пайдалану сипаттамаларын анықтайтын негізгі фактор екенін негіздеуге мүмкіндік берді. Жүргізілген зерттеулер негізінде қабат санын және инетесу параметрлерін өзгерту арқылы материал қасиеттерін реттеу бойынша практикалық ұсыныстар жасалған.

3-тарау бойынша қорытындылар

1. Қабат санының, дәрекі жүн үлесінің және инетесу жиілігінің қалыңдыққа, беттік тығыздыққа, үзілу жүктемесіне және ауа өткізгіштікке әсері талданды.

2. Материал қабаттарының санының артуы үлгілердің қалыңдығы мен беттік тығыздығының заңды түрде өсуіне әкелетіні анықталды. Бұл талшықты құрылымның көлемділігінің артуы және төсеніш ішіндегі материал массасының көбеюі нәтижесінде жүзеге асады.

3. Созылу жүктемесіне жүргізілген сынақ нәтижелері қабат саны материалдың беріктік сипаттамаларына көлденең және бойлық бағыттарда да статистикалық тұрғыдан маңызды әсер ететінін көрсетті ($P < 0,001$). Ең жоғары үзілу жүктемесі төрт қабатты үлгілерде байқалды (көлденең бағытта 393-481 Н, бойлық бағытта 390-446 Н). Зерттелген аралықтарда қалың жүн үлесі мен инешаншу жиілігі беріктікке статистикалық маңызды өзгеріс әкелмеді, бұл осы факторлардың екінші дәрежелі әсерін көрсетеді.

4. Ауа өткізгіштікті зерттеу нәтижелері бұл көрсеткішке негізгі әсер ететін фактор қабат саны және сәйкесінше материал қалыңдығы екенін көрсетті ($F = 78,65$; $P < 0,001$). Қабат санының артуы талшықты төсеніштің тығыздығы мен байланыстылығының жоғарылауына байланысты ауа өткізгіштіктің төмендеуіне әкеледі. Қарастырылған диапазонда дәрекі және жартылай дәрекі

жүннің арақатынасы мен инетесу жиілігінің өзгеруі ауа өткізгіштікке статистикалық маңызды әсер көрсетпейді.

5. Беймата жүн материалдарының механикалық және оқшаулағыш қасиеттерін анықтайтын негізгі параметр – қабат саны арқылы қалыптасатын төсеніш құрылымы болып табылады. Талшықтық құрам мен инетесу технологиялық параметрлері зерттелген диапазонда екінші дәрежелі әсер етеді.

Диссертациялық жұмыстың **төртінші бөлімінде** дөрекі және жартылай дөрекі қой жүнінен жасалған көпқабатты инетесімді беймата материалдардың жылуоқшаулағыш қасиеттеріне жүргізілген эксперименттік және есептік-аналитикалық зерттеу нәтижелері берілген. Материал құрылымын қалыптастырудың технологиялық параметрлерінің, соның ішінде дөрекі жүн үлесі, инетесу жиілігі және қабат санының жылуұстау коэффициентіне әсерін зерттеуге ерекше көңіл бөлінген.

Жұмыста беймата материалдардың жылуоқшаулағыш қасиеттерін жауап беті әдісін (RSM) қолдану арқылы математикалық модельдеу ерекшеліктері қарастырылған. Зерттелген факторларға тәуелді жылуұстау коэффициентін сипаттайтын полиномиалды регрессиялық модель ұсынылған, сондай-ақ дисперсиялық талдау (ANOVA) арқылы оның статистикалық бағалау нәтижелері келтірілген.

Әрбір фактордың жылуоқшаулағыш қасиеттердің қалыптасуына әсері жан-жақты қарастырылған. Көпқабатты беймата материалдардың жылуды ұстап тұру қабілетін анықтайтын құрылымдық ерекшеліктерге және талшықты құрылымды қалыптастыру процесіндегі технологиялық параметрлердің өзара әсеріне ерекше назар аударылған.

Сонымен қатар факторлардың өзара әсерін талдау нәтижелері берілген, оның ішінде инетесу жиілігі мен қабат санының бірлескен әсері және үш факторлы өзара әсерлер қарастырылған.

Тараудың соңында әзірленген технологияның ресурстық шығындары мен технологиялық параметрлерін ескеретін кеңейтілген техникалық-экономикалық бағалау берілген.

4-тарау бойынша қорытындылар

1. Дөрекі қой жүнінің үлесі, инетесу жиілігі және қабат санының қалыптасқан беймата материалдардың жылуұстау қасиеттеріне кешенді әсері бағаланды. Сандық бағалау үшін толық факторлы эксперимент негізінде RSM қолданылды. Эксперименттік деректер негізінде жылуұстау коэффициентінің зерттелген факторларға тәуелділігін сипаттайтын полиномиалды регрессиялық модель жасалды. Модель дисперсиялық талдау (ANOVA) және қалдық дисперсиясын талдау негізінде адекватты және статистикалық маңызды деп танылды.

2. Барлық негізгі факторлар (қалың жүн үлесі, инетесу жиілігі және қабат саны) жылуұстауға статистикалық тұрғыдан маңызды әсер ететіні анықталды ($P < 0,001$). Бұл ретте қабат саны жылуоқшаулағыш қасиеттердің айтарлықтай артуын қамтамасыз ететін негізгі фактор болып табылады, себебі ол материал қалыңдығын арттырып, конвективті жылу алмасуды төмендетеді.

3. Инетесу жиілігі талшықты құрылымды тығыз әрі біркелкі етіп қалыптастыру арқылы қосымша оң әсер етеді, бұл материал ішіндегі ауа қозғалысын шектейді. Дөрекі жүн үлесінің әсері әлсізірек және негізінен басқа факторлармен бірге байқалады, бұл материал қасиеттерінің күрделі қалыптасу табиғатын көрсетеді.

4. Инетесу жиілігі мен қабат саны арасында, сондай-ақ барлық үш фактор арасында маңызды өзара әсер коэффициенттері анықталды, бұл технологиялық параметрлерді оңтайландыру кезінде олардың кешенді әсерін ескерудің қажеттілігін көрсетеді.

5. Қабат саны мен инетесу тығыздығымен анықталатын материал құрылымы жылуұстау қасиеттерін қалыптастыратын негізгі фактор болып табылады, ал дөрекі жүн үлесі екінші дәрежелі, бірақ кешенді түрде әсер ететін фактор ретінде қарастырылады. Бұл зерттелген үлгілерде дөрекі және жартылай дөрекі жүннің химиялық-физикалық құрамы ұқсас болуымен түсіндіріледі.

6. Кеңейтілген техникалық-экономикалық бағалау нәтижелері бойынша технологияның ресурстық сыйымдылығы 1200-1300 тг/м² құрайтыны және шикізат құрамына байланысты өзгеретіні анықталды. Технологиялық процесс экономикалық тұрғыдан тиімді болып табылады.

Қорытынды

Диссертациялық жұмыста жылуоқшаулау мақсатында дөрекі және жартылай дөрекі қой жүні негізінде экологиялық көпқабатты беймата материалдарды алудың технологиялық режимдерін әзірлеу және оларды эксперименттік тұрғыдан негіздеу, сондай-ақ технологиялық параметрлерге байланысты беймата материалдардың құрылымы мен негізгі қасиеттерінің өзгеру заңдылықтарын анықтау бойынша зерттеу жүргізілді.

Жүргізілген зерттеулер негізінде келесі негізгі қорытындылар тұжырымдалды:

1. Көпқабатты беймата материалдарды дайындау әдістеріне және жүн қасиеттеріне жүйелі талдау жүргізіліп, жылуоқшаулағыш материалдардың жылуоқшаулау сипаттамаларына әсер ететін негізгі факторлар анықталды. Экспериментті жоспарлау әдістерін қолдана отырып зерттеу бағдарламасы әзірленді. Факторлар ретінде дөрекі жүннің үлесі, инетесу жиілігі және қабат саны таңдалды.

2. Дөрекі және жартылай дөрекі жүн негізінде көпқабатты инетесімді беймата материалдар өндірістік жағдайда дайындалды. Таңдалған факторлардың материал қасиеттеріне әсері эксперименттік түрде зерттелді. Эксперименттерде қабат саны (2-4), инетесу жиілігі (500-600 соғ/мин) және дөрекі мен жартылай дөрекі жүннің арақатынасы (40-60% дөрекі жүн) өзгертілді.

3. Қабат санының материалдың беріктігі мен ауа өткізгіштігіне статистикалық тұрғыдан маңызды әсер ететіні анықталды. Қабат санының 2-ден 4-ке артуы материал қалыңдығын 5,38 мм-ден 9,98 мм-ге дейін, беттік тығыздықты 658,5 г/м²-ден 1518,8 г/м²-ге дейін және үзілу жүктемесін 104 Н-

нан 481 Н-ға дейін арттырды, сондай-ақ ауа өткізгіштікті 2113,6 $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ -тан 819,8 $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ -қа дейін төмендетті. Бұл талшықты құрылымның тығыздығы мен байланыстылығының артуымен түсіндіріледі. Дөрекі және жартылай дөрекі жүн үлесі мен инетесу жиілігінің беріктік пен ауа өткізгіштікке әсері екінші дәрежелі екені анықталды, зерттелген аралықта статистикалық маңызды әсер байқалмады.

4. Материалдардың жылуұстау қасиеттері RSM әдісі арқылы бағаланды. Зерттеу нәтижелері қабат санының жылуоқшаулау қасиеттеріне ең үлкен әсер ететін фактор екенін көрсетті: қабат санын 2-ден 4-ке дейін арттыру жылуұстау коэффициентін 40% дөрекі жүн үлгісінде 44,5%-ға, ал 60% дөрекі жүн үлгісінде 33,6%-ға арттырды. Инетесу жиілігі қосымша оң әсер көрсетті. Бұл материал қалыңдығының артуымен және талшықты құрылымның тығыздалуымен байланысты, нәтижесінде талшықты құрылым ішіндегі конвективті жылу тасымалы төмендейді. Дөрекі мен жартылай дөрекі жүннің арақатынасы жеке фактор ретінде статистикалық маңызды әсер көрсетпей, тек басқа параметрлермен бірге әсер етті.

5. Дөрекі жүн үлесі, инетесу жиілігі және қабат санына тәуелді жылуұстау коэффициентінің полиномдық регрессиялық моделі әзірленді. Модельдің адекваттылығы мен статистикалық маңыздылығы ANOVA әдісі арқылы расталды. Модель материалдың жылуоқшаулағыш қасиеттерін берілген технологиялық параметрлер диапазонында болжауға мүмкіндік береді.

6. Қазақстандық құйрықты қойлардың дөрекі және жартылай дөрекі жүнін негізге ала отырып, экологиялық көпқабатты жылуоқшаулағыш беймата материалдарды өндірудің ғылыми негізделген технологиялық режимдері әзірленді. Ұсынымдар қабат саны, инетесу жиілігі және жүн арақатынасының жылуұстау, беріктік және ауа өткізгіштікке әсері бойынша анықталған заңдылықтарға негізделген. Материалдар рулон немесе мат түрінде, қалыңдығы, тығыздығы және қабат саны реттелетін түрде дайындалуы мүмкін, бұл оларды құрылыс және техникалық мақсаттарда қолдануға мүмкіндік береді. Өндіріс технологиясы екі кезеңнен тұрды: 500 соғ/мин жиілікте жеке қабаттарды алдын ала қалыптастыру және 600 соғ/мин жиілікте қабаттарды біріктіру. Осы режимде жылуұстау, беріктік және ауа өткізгіштік бойынша оңтайлы көрсеткіштерге қол жеткізілді. Материалдар рулон түрінде дайындалып, жартылай дөрекі жүн төменгі және жоғарғы қабаттарда, ал дөрекі жүн ішкі қабатта орналастырылды.

Зерттеу міндеттерінің орындалу толықтығын бағалау. Диссертациялық жұмыста қойылған міндеттер теориялық және эксперименттік зерттеулер негізінде толық көлемде шешілді. Жүн шикізаты бойынша мәліметтер жүйелендірілді, талшық қасиеттері мен көпқабатты беймата материалдарды қалыптастыру әдістері зерттелді, эксперименттік зерттеулер жүргізілді, технологиялық параметрлердің негізгі қасиеттерге әсерінің сандық заңдылықтары анықталды және экологиялық жылуоқшаулағыш материалдарды алу бойынша технологиялық режимдер әзірленді. Алынған заңдылықтар мен ұсынылған технологиялар жүннен жасалатын көпқабатты экологиялық жылуоқшаулағыш материалдарды жетілдіруге мүмкіндік береді.

Нәтижелерді нақты қолдану бойынша ұсыныстар. Зерттеу нәтижелері құрылыс және техникалық мақсаттарға арналған экологиялық көпқабатты инетесімді жылуоқшаулағыш материалдар өндірісін дамыту және жетілдіру кезінде қолдануға ұсынылады.

Енгізудің техникалық-экономикалық тиімділігін бағалау. Ұсынылған технологиялық режимдерді қолдану арқылы қалыңдығы, тығыздығы және қабат саны реттелетін, жоғары жылуоқшаулағыш және механикалық беріктігі бар материалдар алуға болады. Технологияны енгізу бұрын төмен сұранысқа ие болған дәрекі жүнді өнеркәсіптік айналымға тартуға, экологиялық жүктемені азайтуға және шикізатты тиімді пайдалану арқылы экономикалық шығындарды төмендетуге мүмкіндік береді.

Жұмыстың ғылыми деңгейін бағалау. Инетесу жиілігі, қабат саны және жүн талшықтарының арақатынасының көпқабатты инетесімді беймата материалдардың құрылымына әсері зерттелді. Сонымен қатар жылуұстау коэффициенті, үзілу жүктемесі және ауа өткізгіштіктің өзгеру заңдылықтары анықталды. Бұл нәтиже жүн негізіндегі жылуоқшаулағыш материалдар саласына жаңа ғылыми үлес болып табылады. Жұмыстың құндылығы көпқабатты құрылымды қалыптастыру тәсілінде, технологиялық факторлардың өзара әсерін ескеруде және қазіргі уақытта іс жүзінде пайдаланылмайтын қазақстандық дәрекі жүнді қолдануда болып табылады.

Диссертациялық зерттеу тақырыбы бойынша келесі жарияланымдар бар:

1. Borkulakova Zh.K., Mels M.D., Shardarbek M.Sh., Bitus E.I., Sarybayeva E.E. Study on the strength of needle-punched nonwoven material made on the basis of sole trader “Miras” //The Journal of Almaty Technological University. – 2023. – Vol. (4). – P. 36-43. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-4-36-43>

2. Borkulakova Zh.K., Shardarbek M.Sh., Junisbekov M.Sh., Kuandykuly M. Specifics for manufacturing insulating needle-punched nonwoven materials from coarse wool //Proceedings of the 5th International Scientific Conference «Progress in Science» (February 22-23, 2024). – Brussels, Belgium, 2024. – P. 45-49.

3. 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 //Механика и технологии. – 2024. – №3(85). – С.399-405. <https://doi.org/10.55956/FUMY4911>

4. Боркулакова Ж.К., Шардарбек М.Ш., Илхамова М.У. Особенности шерстяного волокна в качестве экологического нетканого изоляционного материала //Материалы международной научно-технической конференции «То‘qimachilik va yengil sanoatda ilmhajmdor innovatsion texnologiyalar va dolzarb muommolar yechimi (ТО‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT – 2024)» Том 1. – Фергана: Ферганский политехнический институт, 2024. – 74-78 с.

5. Borkulakova Z., Shardarbek M., Ikhamova M., Orynbayev S., Abzalbekuly B., Sarybayeva E., Tashmukhamedov F., Kauymbaev R., Oraz G. Optimization of Warmth Retention in Nonwoven Materials Made from Coarse and

Semi-Coarse Sheep Wool //Journal of Natural Fibers. – 2025. – Vol. 22(1). – P. 2578612. <https://doi.org/10.1080/15440478.2025.2578612>

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