

АНДАТПА

Косанова Индира Муратовнаның «Плазмалық өңдеу арқылы қатты жүктелген бөліктердің беткі қабатының сапасын жақсарту» тақырыбындағы
8D07501 – «Өнім сапасын стандарттау және басқару» білім беру
бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін
ұсынылған диссертациясына

Жұмыстың өзектілігі.

Қазіргі таңда Қазақстан Республикасының тұрақты экономикалық өсуі мен индустриялық-инновациялық дамуы жағдайында ұлттық экономиканың негізгі салаларының бірі болып табылатын агроөнеркәсіптік кешеннің (АӨК) тиімділігін арттыру ерекше маңызға ие. Қазақстан Республикасының 2021–2030 жылдарға арналған агроөнеркәсіптік кешенді дамыту тұжырымдамасы мен 2024–2028 жылдарға арналған машина жасау саласын дамыту жөніндегі кешенді жоспар сияқты стратегиялық құжаттарға сәйкес еңбек өнімділігін арттыруға және ауыл шаруашылығы өнімдерінің өзіндік құнын төмендетуге ықпал ететін жоғары тиімді, ресурс үнемдеуші және инновациялық технологияларды енгізу басым бағыттардың бірі болып табылады.

Ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігін арттырудың маңызды бағыттарының бірі – ауыл шаруашылығы техникасының жұмыс органдарының пайдалану сипаттамаларын жақсарту. Бұл бөлшектердің тозуы топырақты өңдеу сапасының төмендеуіне ғана емес, сонымен қатар жөндеу мен қызмет көрсету шығындарының артуына, техниканың бос тұрып қалуына және соның салдарынан өндірілетін өнімнің қымбаттауына алып келеді.

Қазақстанның ауқымды өнеркәсіптік және ауыл шаруашылық қызметі, сондай-ақ ауыл шаруашылық көлігінің кеңінен дамуы техникалық бөлшектердің беріктігі мен ұзақ мерзімділігін жетілдіру қажеттілігіне ерекше назар аудартады. Қазақстан Республикасының нормативтік құжаттарында сипатталған әдістер мен технологияларға сәйкес бөлшектердің беттік қабатының сапасын жақсарту осы саладағы басым ғылыми бағыттардың бірі болып табылады.

Қазақстан Республикасының ауыл шаруашылығы саласы әртүрлі техникамен жабдықталған кәсіпорындардан тұрады: машина-трактор агрегаттары, егіс, отырғызу және жинау техникалары, суару және ирригация техникасы, тыңайтқыш енгізу машиналары және т.б.

Ең жоғары соққылы-абразивтік жүктемелерге (бір бөлшекке 400–650 кг), тозуға және жанасу шаршау деформациясына соқа түрендері мен культиватор табандары ұшырайды. Көптеген беріктік сынақтарының нәтижелері көрсеткендей, саздақ топырақ жағдайында соқа түрендері мен культиватор табандарының 10–40%-ы шекті тозу күйіне жетпей майысу немесе сыну салдарынан жарамсыз болып қалады [5,6]. Соның нәтижесінде бөлшектердің тозуы немесе сенімділігінің төмендігі салдарынан техниканың тоқтап қалуы өнім шығынына және техниканың жұмыс қабілетін қалпына

келтіруге қосымша шығындарға әкеледі. Өндірістік тәжірибе мен пайдалану бақылаулары бойынша орташа тығыздықтағы топырақтарда (саздақ, құмдақ) шынықтырылмаған соқа түрендері мен культиватор табандарының істен шығуға дейінгі ресурсы орта есеппен бір бөлшекке 720 га құрайды, ал абразивтілігі жоғары жағдайларда (құмды және тасты топырақтарда) бұл көрсеткіш 640–650 га дейін төмендейді. Яғни бөлшектер шамамен 700 га өңдеуден кейін жұмыс қабілетін жоғалтады, ал технологиялық негізделген ресурс бұдан 1,5–2 есе жоғары болуы тиіс. Сондықтан айнымалы жүктемелер жағдайында жұмыс қабілетін сақтай отырып, ауыр жүктелген бөлшектердің тозуға төзімділігі мен ұзақ мерзімділігін арттыру мәселесі туындайды, бұл тиімді беттік беріктендіру әдістерін қолдануды талап етеді.

Технологиялардың қарқынды дамуы және техникалық жүйелердің сенімділігі мен тиімділігіне қойылатын талаптардың артуы жағдайында ауыл шаруашылығы техникасының жұмыс органдарының ауыр жүктелген бөлшектерінің беттік қабатының сапасын жақсарту мәселесі өзекті болып табылады.

Осыған байланысты металдың ішкі қабатын деформацияламай және құрылымдағы көміртекті концентрациясын сақтай отырып, ауыр жүктелген бөлшектердің беттік қабатын жақсартуға мүмкіндік беретін тиімді плазмалық шынықтыру әдісін қолдану ерекше маңызға ие. Бұл әдіс шынықтыру процесінде режим параметрлерін бірқалыпты реттеуге мүмкіндік беруімен, практикалық тұрғыдан тиімділігімен, үнемділігімен және жоғары өнімділігімен ерекшеленеді.

Көміртекті конструкциялық болаттарды плазмалық шынықтыру процестерін кешенді түрде реттейтін мамандандырылған нормативтік-техникалық құжаттаманың болмауы топырақ өңдеу машиналарының ауыр жүктелген бөлшектерінің тозуға төзімділігі мен пайдалану мерзімінің төмендеуінің негізгі себептерінің бірі болып табылады. Плазмалық өңдеу параметрлеріне, қыздыру және салқындату режимдеріне, беріктендірілген қабаттың тереңдігіне және беттік аймақ құрылымына қойылатын бірыңғай талаптардың болмауы технологиялық процестің тұрақсыздығына және бөлшектердің пайдалану сипаттамаларының біркелкі болмауына әкеледі. Бұл мәселені шешу үшін көміртекті конструкциялық болаттардан жасалған соқа түрендері мен культиватор табандарын плазмалық шынықтыру сапасын реттейтін салалық стандартты әзірлеу қажет.

Материалтану және машина жасау технологиясы тұрғысынан, негізгі жүктемелерді қабылдайтын бірінші және басты «кедергі» – бөлшектің беттік қабаты. Оның сапасы, ең алдымен, бөлшектің әртүрлі тозу түрлеріне: механикалық, термиялық, химиялық тозуға төзімділігін анықтайды. Тиімді материалды жасау ғана емес, сонымен қатар оны өңдеу де маңызды, бұл беттік қабаттың сипаттамаларын жақсартуға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде қызмет ету мерзімін және бүкіл техникалық жүйенің жұмыс тиімділігін арттыруға ықпал етеді.

Осылайша, технологиялардың белсенді дамуы және техникалық жүйелердің сенімділігі мен жұмыс тиімділігіне қойылатын талаптардың артуы

контекстінде, ауыр жүктелген бөлшектердің беткі қабатының сапасын жақсарту мәселесі өзекті болып табылады.

Осыған байланысты металдың ішкі қабатын деформацияламай, көміртегі концентрациясын сақтауды қамтамасыз ететін, жүктелген бөлшектердің беткі қабатын жақсарту үшін тиімді плазмалық шыңдауды қолдану ерекше маңызды. Бұл әдіс шыңдау процесінде режим параметрлерін біртіндеп реттеуге мүмкіндік беретіндіктен, іс жүзінде қолдануға ыңғайлы, үнемді және өнімді болғандықтан перспективалы болып табылады.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты – ауыл шаруашылығы техникасының ауыр жүктелген бөлшектерінің сапасы мен пайдалану сенімділігін арттыратын плазмалық шыңдаудың оңтайлы режимдерін әзірлеу және ғылыми негіздеу.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесі негізгі міндеттер айқындалып, шешілді:

- ауыр жүктелген бөлшектерді нығайтудың қолданыстағы әдістерін талдау;

- 65Г маркалы болаттың микроқұрылымына және фазалық құрамына плазмалық шыңдау параметрлерінің әсерін зерттеу;

- технологиялық процесті оңтайландыру мақсатында 65Г болаттан жасалған ауыр жүктелген бөлшектердің механикалық және пайдалану қасиеттеріне плазмалық шыңдау режимдерінің әсерінің регрессиялық моделін құру;

- нығайтылған бөлшектердің пайдалану және физика-химиялық сипаттамаларын бағалау, оның ішінде беткі қаттылықты, нығайтылған қабаттың тереңдігін, тозуға төзімділікті, соққы тұтқырлығын және коррозияға төзімділікті бағалау;

- плазмалық шыңдаудан кейінгі бөлшектердің беткі қабатындағы қалдық кернеулердің таралуын зерттеу және бағалау;

- көміртекті конструкциялық болаттардан жасалған бұйымдарды плазмалық шыңдаудың технологиялық процесіне нормативтік-техникалық құжаттаманы әзірлеу;

- плазмалық шыңдау технологиясын енгізуден күтілетін экономикалық тиімділікті бағалау.

Зерттеу объектісі – соқа лемехтары мен культиватордың садақша табандары.

Зерттеу пәні – плазмалық шыңдау режимдерінің пайдалану және физика-механикалық қасиеттеріне, соқа тісі мен культиватордың садақша табанының нығайтылған қабатының құрылымына әсері.

Диссертациялық талаптар шеңберіндегі ғылыми нәтижелер. Кіріспеде зерттеу тақырыбының өзектілігі негізделген, жұмыстың мақсаты мен міндеттері айқындалған, алынған нәтижелердің ғылыми жаңалығы мен практикалық маңыздылығы ашылған. Қорғауға ұсынылатын негізгі ережелер тұжырымдалған, нәтижелерді апробациялау туралы мәліметтер келтірілген және автордың жеке үлесі көрсетілген.

Бірінші бөлімде ауыл шаруашылығы техникасының жұмыс органдарын пайдаланудың қазіргі жағдайы мен мәселелері талданған. Тозуға және пайдалану жүктемелеріне жұмыс органдарының жоғары сезімталдығын, сондай-ақ қарқынды абразивті әсер ету жағдайларын ескере отырып, ауыр жүктелген топырақты өңдейтін машиналардың сапасын жүйелі басқару әдістеріне ерекше назар аударылған. Сондай-ақ, плазмалық шындау саласындағы қолданыстағы тәсілдер мен зерттеулер қарастырылған.

Екінші бөлімде зерттеу объектілері, материалдары және әдістері ұсынылған. Ауыл шаруашылығы техникасының бөлшектерін жасауда қолданылатын плазмалық өңдеуге арналған конструкциялық материалды таңдау негізделген. Металлографиялық және рентгендік құрылымдық талдау, микроқаттылықты өлшеу, сондай-ақ 65Г болаттың құрылымы мен физика-механикалық қасиеттерінің термиялық нығайту әсерінен өзгеруін сипаттайтын тозуға сынау нәтижелері келтірілген.

Үшінші бөлімде топырақты өңдейтін машиналардың ауыр жүктелген бөлшектеріне арналған плазмалық өңдеудің оңтайлы режимдерін негіздеу және таңдау мәселелері қарастырылып, регрессиялық талдау жүргізілген. Плазмалық шындаудан кейінгі бөлшектердің беткі қабатындағы қалдық кернеулердің таралуына баға берілген. Технологиялық нұсқаулық пен ұйым стандартын әзірлеу қарастырылған.

Төртінші бөлімде плазмалық өңдеудің 65Г маркілі болаттың қасиеттеріне әсерін зерттеу нәтижелері ұсынылған; нығайтылған қабаттың тереңдігі мен оның плазмалық шындау нәтижесіндегі қаттылығының өзгеруіне баға берілген; соқа тістері мен культиваторлардың табандарының тозуға төзімділігіне табиғи сынақтардың нәтижелері, сондай-ақ соққылы иілу және статикалық иілу сынақтарының нәтижелері бойынша болаттың жарыққа төзімділігіне баға беру және материалдың зақымдалуын талдау орындалған.

Бесінші бөлімде плазмалық шындау технологиясын енгізуден күтілетін техникалық-экономикалық өндірістік тиімділікті бағалау қамтылған.

Ғылыми жаңалығы.

1. Тозуға төзімділігі мен физика-механикалық сипаттамалары жоғары қабатты қалыптастыруды қамтамасыз ететін соқа тісі мен культиватор табанын плазмалық шындаудың оңтайлы режимдері әзірленді.

2. Шындаудың негізгі режимдерінің (ток күші, доға кернеуі, жанарғыдан бетке дейінгі қашықтық, сондай-ақ жанарғының қозғалу жылдамдығы) нығайтылған қабаттың қалыптасуына әсері анықталды. Регрессиялық талдау негізінде плазмалық шындау режимінің өзгермелі параметрлерінің факторлар аралық өзара әрекеттесу заңдылықтары анықталды, бұл ретте беткі қабаттың қаттылығы нығайту процесінің тиімділігін сипаттайтын ең маңызды жауап ретінде анықталды.

3. Плазмалық шындаудан кейінгі 65Г болаттың беткі қабатындағы қалдық кернеулердің қалыптасу және таралу заңдылықтары зерттелді, соқа тістерінің жарыққа төзімділігі мен пайдалану ұзақтығын арттыруға ықпал ететін беткі қабатта 353-440 МПа шамасындағы қысу кернеулерінің градиенттік өрісінің пайда болуы анықталды.

4. Соқа тістерін плазмалық шыңдау бойынша технологиялық нұсқаулық әзірленді.

5. «Көміртекті конструкциялық болаттардан жасалған бұйымдарды плазмалық шыңдау» СТО ЖШС - 190740006823-01-2026 ұйым стандарты әзірленді.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы.

Алынған нәтижелердің практикалық маңыздылығы топырақты өңдейтін машиналардың ауыр жүктелген бөлшектерін нығайту үшін оңтайлы плазмалық шыңдау режимдерін қолдану мүмкіндігінде жатыр, бұл ауыл шаруашылығы техникасының жұмыс органдарының қызмет ету мерзімі мен тозуға төзімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Әзірленген технологиялық ұсыныстарды ауыл шаруашылығы кәсіпорындары, топырақты өңдейтін техника өндірушілері, сондай-ақ сервистік және жөндеу орталықтары пайдалана алады.

Топырақты өңдейтін машиналардың ауыр жүктелген бөлшектерінің тозуға төзімділігі мен ұзақтығын плазмалық өңдеу әдісімен арттыру мүмкіндігі көрсетілген. Осы мақсатта «Нұр 777 ҚАС» ЖШС-мен (Солтүстік Қазақстан облысы, Аққайың ауданы) бірлесіп, ұсынылған плазмалық өңдеу режимдерінің тиімділігін растайтын далалық сынақтар жүргізілді.

Диссертацияның басқа ғылыми-зерттеу жұмыстарымен байланысы.

Диссертациялық жұмыс «Теміржол дөңгелектерін плазмалық шыңдау арқылы градиентті нығайтуды зерттеу және әзірлеу» АР26104483 тақырыбы бойынша жобаларды гранттық қаржыландыру аясында бюджеттік бағдарлама бойынша орындалған.

Қорғауға ұсынылатын негізгі ережелер:

– Плазмалық шыңдаудың топырақты өңдейтін машиналардың ауыр жүктелген бөлшектерінің құрылымына, пайдалану және физика-механикалық қасиеттеріне әсерін ғылыми негіздеу;

– Ауыл шаруашылығы техникасының ауыр жүктелген бөлшектерін плазмалық шыңдаудың оңтайлы технологиялық режимдерін әзірлеу;

Соқа тістерін плазмалық нығайтудың технологиялық нұсқаулығы; – Конструкциялық көміртекті болаттарды плазмалық шыңдауға арналған ұйым стандарты;

– Ауыл шаруашылығы техникасының ауыр жүктелген бөлшектерінің сапасын арттыру үшін плазмалық шыңдау әдісінің экономикалық және өндірістік тиімділігі, олардың тозуға төзімділігін арттыру арқылы.

Жұмысты апробациялау. Диссертацияның негізгі нәтижелері халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда баяндалып, талқыланды:

- XII Халықаралық ғылыми-практикалық конференция «Көлік пен энергетиканың өзекті мәселелері: оларды инновациялық шешу жолдары» (Астана, 2024 ж. 14 наурыз).

- LXXXIII Халықаралық ғылыми-практикалық конференция «Ғылыми форум: техникалық және физика-математикалық ғылымдар» (Мәскеу, 2025 ж. 14 сәуір, Сертификат алынды).

- XCV Халықаралық ғылыми-практикалық конференция «Техникалық ғылымдар: мәселелер мен шешімдер» (Мәскеу, 2025 ж. 22 сәуір).

Жалпы жарияланымдар бойынша: Scopus дерекқорына кіретін халықаралық ғылыми басылымдардағы 3 мақала, Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылыми қызметтің негізгі нәтижелерін жариялау үшін КОКСОН ұсынған ғылыми басылымдардағы 3 мақала, 1 монография, халықаралық ғылыми-практикалық конференциялар материалдарындағы 3 жарияланым, оның ішінде шетелдік конференциялар материалдарындағы 1 мақала, басқа басылымдардағы 1 мақала. Қазақстан Республикасының пайдалы модельге 1 патенті алынды.

Диссертанттың жеке үлесі. Диссертант мәселені талқылауға және қоюға, нәтижелерді талдауға тікелей қатысты. Диссертацияға енгізілген барлық эксперименталды нәтижелерді диссертанттың өзі немесе оның тікелей қатысуымен алынған.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі: Диссертация мәтіні 144 беттен, оның ішінде 45 сурет пен 34 кестеден тұрады. Мазмұны, белгіленулер тізімі мен қысқартулар, кіріспе, бес тарау, қорытынды, 157 атаудан тұратын пайдаланылған дереккөздер тізімінен тұрады.