

**6D071200-Машина жасау мамандығы бойынша философия докторы  
(PhD) дәрежесін алу үшін  
АУКЕНОВА БЕКЗАТ ҚАБЫКЕНҚЫЗЫНЫҢ  
«Бульдозер – террасер үшін ауыспалы геометриясы бар қайырманьың  
параметрлерін негіздеу және конструкциясын әзірлеу» тақырыбындағы  
диссертациялық жұмысына  
АНДАТПА**

**Жұмыстың жалпы сипаттамасы.** Диссертациялық жұмыста бульдозер-террасерлердің (БТ) жұмыс органдарының қолданыстағы конструкцияларын және олардың жұмыс жағдайларын зерделеу және талдау негізінде бастапқы орналасу жоспарында ауыспалы геометриясы бар түпнұсқа үш секциялы бульдозерлі қайырма ұсынылған, онда орталық бөлім қайырма пішінін реттеуге мүмкіндік беретін бүйірлік жылжымалы секциялармен жүздің симметрия жазықтығына бұрышта орналасқан топсалармен қосылған және топырақ жағдайларына және орындалатын жұмыстың технологиялық талаптарына арналған қайырма төсемдері, сонымен қатар, қайырманьың пішінін реттелетін өзгерту арқылы сфералық және жарты шар тәрізді қайырмалардың кейбір артықшылықтарын, сондай-ақ шығыңқы ортаңғы пышақпен (ШОП), айналмалы, түзу және бағыттаушы қайырмаларды біріктіреді.

Бульдозер-террасер жұмыс органының геометриясын топырақ жағдайларына және бір өту процесінде орындалатын жұмыстың технологиялық талаптарына басқарылатын бейімдеу мәселесін шешу бульдозердің қайталанған өту уақыты мен санын едәуір қысқартуға мүмкіндік береді.

**Жұмыстың өзектілігі.** Жер жұмыстарын жүргізу кезінде еңбек, материалдық және энергетикалық ресурстардың үлкен шығындары оларды механикаландыру құралдарын үздіксіз жетілдіруді қажет етеді.

Қазіргі уақытта машинист жұмысының техникалық деңгейін, сенімділігі мен сапасын арттыру, ыңғайлылығы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету жаңа техниканың айтарлықтай қымбаттауымен қатар жүреді. Бұл жағдайларда оны уақыт пен техникалық мүмкіндіктер бойынша оңтайлы және ұтымды пайдалануды қамтамасыз ету ерекше маңызға ие.

Ең өнімді жұмыс жабдықтары жоғары мамандандырумен ерекшеленетін жер-көлік машиналарының жетекші түрлерінің бірін білдіретін бульдозер-трассерлерге қатысты бұл талап тек бір типтегі жұмыстардың үлкен көлемі бар объектілерде орындалады.

Бульдозер-террасердің жұмысы көбінесе көлбеу беткейлерде, төтенше жағдайларда, топырақты әзірлеу бульдозердің жұмысына ерекше ыңғайсыз жағдайда жүргізілетін және кейде жұмыс органын, бульдозер қайырмасын ағымдағы жұмыс жағдайларына қолайлы етіп ауыстыруды қажет ететін жұмыстармен байланысты. Бұл сфералық немесе жарты шар тәрізді шығыңқы ортаңғы пышағы бар қайырма, сондай-ақ жұмыс процесіне қанағаттанарлық

әсер ететін басқа пішін болуы мүмкін. Жұмыс кезінде БТ немесе олардың жұмыс органдарын ауыстыру олардың өнімділігі мен жұмыс уақытына әсер ететіні сөзсіз.

Тиімсіз пайдаланылатын мамандандырылған машиналар мен ауыстырылатын жабдықтардың үлкен паркін ұстамау, қайта жабдықтау және қайта жабдықтау шығындарын ұлғайту үшін, шашыраңқы объектілерде әртүрлі жұмыстардың шектеулі көлемін орындау кезінде әмбебап мақсаттағы қайырмалары бар бульдозерлерді қолданған жөн.

Бульдозер-террасердің жұмыс органын топырақ жағдайына және орындалатын жұмыстың технологиялық талаптарына басқарылатын бейімдеу мәселесін шешу бір өту процесінде бульдозердің қайта өту уақыты мен санын едәуір қысқартуға мүмкіндік беріп, сол арқылы жер-көлік машиналарының жұмыс процесінің тиімділігін едәуір арттыруға мүмкіндік береді. Осылайша, бульдозер-террасер үшін ауыспалы геометриясы бар жаңа қайырманың дизайнын жасау және ол жүргізетін жұмыстардың тиімділігінің параметрлерін, атап айтқанда жұмыс процесінің қарқындылығы мен ұзақтығын негіздеу **өзекті** міндет болып табылады.

**Диссертациялық жұмыстың идеясы** оны әртүрлі топырақтарға, талаптарға және жұмыс жағдайларына бейімдеу мүмкіндігі арқылы оның жұмыс процесін күшейту, оған көлбеу орналасқан топсаларға қатысты қайырманың бүйір бөліктерін басқарылатын бұру арқылы ауыспалы геометриясы бар жаңа бульдозерлік жабдықтың тиімділігін арттыру.

**Диссертациялық жұмыста шешімі** келтірілген мәселе тар шеңберде мамандандырылған жұмыс жабдықтарының функционалдық мүмкіндіктерін кеңейту және ауыспалы жұмыс жағдайларына басқарылатын, ауыспалы геометриясы бар әмбебап мақсаттағы баламалы бульдозерлік жабдықты құру арқылы жұмыс жабдығын өзгертпестен, нақты жағдайларда бульдозер-террасерлердің үздіксіз жұмысын тиімді қамтамасыз ету болып табылады.

**Диссертациялық жұмыстың негізгі гипотезасы** - ауыспалы геометриясы бар бульдозер қайырмасының және оның кескіш пышағының жаңа құрылымының ауыспалы өндірістік жағдайларға бейімделуіне және дамуына байланысты ауыспалы геометриясы бар қайырмамен топырақты кесудің энергия сыйымдылығын төмендету кезінде өнімділікті арттыру мүмкіндігі. Ол түзу қайырманың бірқатар артықшылықтарын қалқымалы ортаңғы пышақпен, бұралмалы және сфералық типтегі қайырмалар және төсеуіш қайырмамен артықшылықтарын үйлестіруді қамтамасыз етеді.

**Диссертациялық зерттеудің мақсаты** - ауыспалы геометриясы бар қайырманың жұмыс процесінің мүмкіндіктері мен параметрлерін анықтау, өнімділікті арттыру және бульдозерді пайдалану объектілерін бұрыштық буын мен оның кескіш пышағының геометриялық пішінінің өзгермелі өндірістік жағдайларға бейімделуіне байланысты кеңейту.

**Зерттеудің негізгі міндеттері:**

- ортаңғы бөліктің жазықтығына және олардың айналасындағы бүйір бөліктердің орын ауыстыру (айналу) бұрышына бойлық және көлденең

қозғалатын топсалар осьтерінің айнымалы бұрышына тәуелді ауыспалы геометриясы бар қайырманың параметрлері мен мүмкіндіктеріне геометриялық талдау жүргізу;

- сүйреу призмасының шамасының қайырманың негізгі параметрлері мен жұмыс режимдеріне тәуелділігін әзірлеу (ортаңғы бөліктің ені, көлденең жазықтықтағы топсалардың осьтерінің көлбеу бұрышы, топсалардың айналасындағы бүйірлік бөліктердің айналу бұрышы және қазу тереңдігі);

- қазу кедергісінің көлденең компонентінің өзгеру сипатын негізгі параметрлерден және қайырманың жұмыс режимінен анықтайтын тәуелділікті әзірлеу (ортаңғы бөліктің ені, топсалардың айналасындағы бүйір бөліктердің айналу бұрышының көлденең жазықтығындағы топсалардың осьтерінің көлбеу бұрышы және қазу тереңдігі);

- топырақта өзгертін әртүрлі беріктіктің әсерін, қайырманы тереңдету операциясының ұзақтығын және бульдозерлердің тартқыш-ілінісу қасиеттерін ескере отырып, бульдозерлердің өнімділігін есептеу үшін тәуелділікті әзірлеу;

- топырақ типіне және жұмыс жағдайына бейімделетін ауыспалы геометриясы бар қайырманың масштабты физикалық модельдерін эксперименттік зерттеу бағдарламасы мен әдістемесін әзірлеу;

- ортаңғы секция ұзындығының, көлденең жазықтықтағы топсалар осьтерінің көлбеу бұрышының, жоспардағы бүйірлік секцияларды орнату бұрышының және сүйреу призмасы мен қазу кедергісінің көлденең компонентінің шамаларына бейімделетін типтегі қайырмамен қазу тереңдігінің әсерін эксперименттік зерттеу жүргізу;

- жұмыс жағдайларына бейімделуге мүмкіндік беретін ауыспалы геометриясы бар қайырманың негізгі параметрлерін анықтау әдістемесін әзірлеу;

- жұмыс жағдайларына және әзірленетін топырақтың қасиеттеріне бейімделе алатын, ауыспалы геометриясы бар қайырмалы бульдозерлерді қолданудың техникалық-экономикалық тиімділігін анықтау.

**Зерттеу нысаны** - ауыспалы геометриясы бар бульдозер қайырмасының физикалық моделі, сондай-ақ оның қазу процесі кезіндегі топырақпен әрекеттесу процестері болып табылады.

**Зерттеу пәні** - ауыспалы геометриясы бар қайырманың пішінінің топырақты қазудың нақты көрсеткіштеріне әсер ету заңдылықтарын анықтау.

**Зерттеу әдістері.** Ғылыми зерттеулердің кешенді әдісі диссертациялық зерттеудің негізі болды. Теориялық зерттеулер есептеу техникасын қолдана отырып математикалық есептердің сандық шешімдері теориясының әдістерін қолдануға және бульдозер қайырмасының ауыспалы геометриямен дамиды топырақпен өзара әрекеттесуін модельдеуге, сондай-ақ теориялық механика мен физикалық модельдеудің ғылыми ережелеріне ауыспалы геометриясы бар бульдозер қайырмасына және оның қиғаш орнатылған бүйір бөлімдеріне қатысты негізделді.

Эксперименттік зерттеулер Excel бағдарламасында ауыспалы геометриямен және деректерді талдаумен жасалған эксперименттік қайырма

моделін қолдана отырып, пассивті, толық факторлы эксперимент жүргізуден тұрды.

Диссертациялық зерттеу кезінде келесідей қолданбалы бағдарламалар қолданылды: AutoCAD, КОМПАС-3D Viewer, MATLAB, Microsoft Visual Studio C#, STATISTICA, EXCEL, 3D Surface Plotter.

#### **Ұсынылған жұмыстың ғылыми жаңалығы**

- жылжымалы қайырмалы жұмыс органдарының геометриялық сипаттамаларын, оның ішінде ауыспалы геометриямен және олардың жеке секцияларын функцияда еркін осьтің айналу бұрышынан және айналу осінің орналасуын анықтайтын параметрлерден есептеу әдістемесімен әзірленген;

- төменнен жоғары қарай кеңейетін орта секция және қазу кедергісінің көлденең құрамдас бөлігі бойынша топырақтың көтерілуіне төзімділіктің аналитикалық тәуелділіктерімен, сондай-ақ қиғаш орнатылған бүйірлік секциялары бар ауыспалы геометриясы бар қайырманың сызу призмасының биіктігі мен көлемімен, қайырманың геометриялық параметрлерінен, топырақтың физика-механикалық қасиеттерінен және қазу тереңдігінен әзірленген;

- белгілі бір топырақтағы бульдозер-терассердің техникалық өнімділігін есептеуінен алынған нақтыланған формула, рационалды, нақты жағдай үшін тартқыш-жылдамдық режимі және ауыспалы геометриясы бар жылжымалы қайырманы тереңдету операциясының уақыты, қайырманың кесу жиегіндегі тік қысымның арақатынасымен және топырақтың шекті көтергіштік қабілетімен анықталады;

- қазу кедергісінің көлденең компонентінің және сүйреу призмасының массасының топсалардың көлбеу бұрыштарына және бүйірлік бөлімдерді орнатуға, сондай-ақ қазу тереңдігіне белгіленген регрессиялық тәуелділіктері;

- ауыспалы геометриясы бар әмбебап бульдозер қауырмасының негізгі параметрлерінің ұтымды мәндерін есептеудің әзірленген әдістемесі.

**Жұмыстың практикалық маңыздылығы** конструкцияны негіздеуден және ауыспалы геометриясы бар әмбебап мақсаттағы жылжымалы қайырманың негізгі параметрлерін анықтаудың әзірленген әдістемесінен, бульдозер-террасер жұмыс жабдықтарының конструкциясына алынған патенттерден тұрады.

Жұмыс Д. Серікбаев атындағы ШҚТУ машина жасау мектебінде, эксперименттік зерттеулер Мәскеу автомобиль - жол мемлекеттік техникалық университетінің жол машиналарының сенімділігі мен сапасы салалық зертханасының топырақ каналында профессор Г.В. Кустаревтің жетекшілігімен жер-жөлік машиналарының жұмыс процестерін физикалық модельдеу стендінде, эксперименттік материалды өңдеу Польша қаласындағы Вроцлав ғылым және технологиялар университетінде (Wrocław University of Science and Technology) профессор М. Млынчактың басшылығымен (Mlynczak Marek) орындалды.

### **Қорғауға келесідей ғылыми ережелер шығарылады:**

- ауыспалы геометриясы бар жылжымалы (тартылатын) қайырманьң жұмыс органдарының геометриялық параметрлерін және олардың функциядағы жекелеген секцияларын бұрылу бұрышынан және бұрылу (ұзарту) осінің орналасуынан есептеу әдістемесі;

- ауыспалы геометриясы бар әмбебап үш секциялы бейімделгіш қайырмасы бар топырақты қазу процесінің негізгі көрсеткіштерінің әсер етуші факторларға және топырақтың жай - күйіне теориялық тәуелділігі;

- Бульдозер-трассердің техникалық өнімділігін анықтаудың нақтыланған тәуелділігі;

- Ауыспалы геометриясы бар әмбебап тартылатын қайырмасы бар топырақты қазу процесін эксперименттік зерттеу нәтижелері.

**Диссертанттың жеке үлесі.** Жұмысты автор жеке өзі орындады, автор белгілі конструкцияларға патенттік талдау жасады, бульдозерлердің классикалық және топсалы-буынды жұмыс органдары, атап айтқанда, бульдозер-террасерлер саласындағы теориялық зерттеулерге шолу жасады. Ауыспалы геометриясы бар жаңа әмбебап қайырманьң параметрлерін есептеудің математикалық моделін әзірледі және зерттеді. Эксперименттік стенд әзірледі және жасады, топырақты имитациялайтын арнайы қоспаны модельдеді, тіркеу аппаратурасын таңдады. Әмбебап бульдозер қайырмасының ауыспалы геометриямен жұмысын сипаттайтын аналитикалық және эксперименттік тәуелділіктерді алды және салыстырды.

**Жұмыстың апробациясы.** Зерттеу нәтижелері халықаралық ғылыми конференцияларда баяндалды және талқыланды: 80-ші (2022) ХҒӘЖҒЗК МАЖИ (МАЖИ, Мәскеу, РФ); «Қазіргі әлемдегі ғылым және білім: ХХІ ғасырдың сын-қатерлері» VI Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында (2020) («Бөбек» ЗТБ, Нұр-сұлтан); студенттердің, магистранттардың және жас ғалымдардың «Қазақстанның инновациялық дамуына жастардың шығармашылығы» VII Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясында, ШҚТУ, (2022); Қазақстан Республикасы Тәуелсіздігінің 30 жылдығына (2020) арналған «Ғылым, Білім және өндірісті интеграциялау – Ұлт жоспарын іске асырудың негізі» СҒӨК (№12 Сағынов оқулары), ҚарТУ.

**Жарияланымдар.** Диссертациялық зерттеу тақырыбы бойынша талаптарға сәйкес 4 ғылыми жұмыс жарияланды, оның ішінде Scopus деректер базасында 25 процентильтен жоғары индекстелетін журналдарда екі мақала, ҒЖЖБССҚЕК ұсынған журналда бір мақала, өнертабысқа 1 ҚР патенті алынды. Міндетті тармақтарға қосымша ҚР пайдалы моделіне 1 патент алынды. Зерттеу нәтижелерін іске асыру.

Ауыспалы геометриясы бар бульдозер қайырмасын есептеу әдістемесі мен конструкторлық шешімдері Өскемен қ., «АДД Альянс» ЖШС-де пайдалануға қабылданды.

**Диссертацияның құрылымы мен көлемі.** Диссертациялық жұмыс машинамен терілген (word) мәтіннің 162 бетінде баяндалған, белгілеулер мен

қысқартулардан, кіріспеден, 4 бөлімнен және қорытындыдан, 67 суреттен, 10 кестеден, 214 атаудан және 2 қосымшадан, пайдаланылған дереккөздердің тізімінен тұрады.

### **Диссертациялық зерттеу нәтижесінде келесі нәтижелер алынды:**

Диссертация жаңа ғылыми негізделген нәтижелерді қамтиды, оларды пайдалану ауыспалы геометриясы бар бульдозер үйіндісінің құрылымдық параметрлерін есептеу әдістемесін әзірлеудің маңызды қолданбалы мәселесін шешуді қамтамасыз етеді, бульдозер-террасер жұмыс органының топырақ жағдайына және орындалатын жұмыстың технологиялық талаптарына басқарылатын бейімделуі есебінен әртүрлі топырақтардың тиімді дамуын қамтамасыз етеді:

1. Патенттік және ғылыми-техникалық шешімдердің конструктивті талдауы қайырманьң конструкцияларының басқа салыстырылатын түрлеріне қарағанда бульдозер-террасерлерге арналған топсалы-буынды қайырмаларды зерттеудің артықшылықтары мен перспективалылығын көрсетті, сондай-ақ жиналған сүйреу призмасының көлемін азайтпай, сфералық типтегі қайырманьң секциялары бойынша ілгерілейтін орта және бүйір топырақ ағындарының өзара іс-қимылын азайту тұрғысынан таңдалған дизайнның перспективалылығын растады.

2. Геометриясы өзгертін жаңа қайырманьң геометриялық параметрлерін айналмалы топсалардың ось аралық қашықтығына, бульдозердің тік (көлденең және бойлық) жазықтықтарына қатысты олардың көлбеу бұрыштарына және бүйірлік бөлімдердің тәуелсіз айналу бұрышына байланысты есептеу әдістемесі жасалды. Ортаңғы пышақтың шығыңқы бөлігі және бүйірлік пышақтардың қисаюы ПШБ-мен түзу пышақ сияқты тік және қысымды меншікті күштердің шоғырлануын қамтамасыз ете алатыны және 10 класс тракторларына  $C_{уд} = 35$ -ке дейінгі беріктігі бар топырақты әзірлеуге бірдей мүмкіндік беретіні анықталды, ал бойлық тік жазықтыққа қатысты осьтердің көлбеуін  $21^0$  -ға дейін арттыру ортаңғы қабатты қысатын қарсылық компоненттерін бүйірлік секциялармен қазу кедергісін сфералық қайырмаламен салыстырғанда 1,4 есеге дейін азайтуға мүмкіндік береді.

3. Алға қарай орнатылған бүйірлік бөлімдері бар қайырма үшін сүйреу призмасының көлемі мен биіктігінің теориялық тәуелділіктері анықталды, олардың көмегімен бульдозердің өнімділігін есептеу және анықтау кезінде қайырманьң қарастырылған геометриялық сипаттамаларының рөлі мен мәнін, қазу тереңдігін және топырақтың физика-механикалық қасиеттерін бағалауға, сондай-ақ қозғалатын топырақтың бүкіл көлемін анықтауға болады.

4. Кеңейетін ортаңғы бөлім бойынша топырақтың көтерілуіне төзімділіктің аналитикалық тәуелділігі және көлбеу орнатылған бүйірлік бөлімдері бар ауыспалы геометриясы бар қайырма мен қазу кедергісінің көлденең компоненті әзірленді, бұл қайырманьң негізгі геометриялық параметрлерінің, топырақтың физика-механикалық қасиеттерінің және қазу тереңдігінің әсерін бағалауға және бульдозердің өнімділігін және тарту есебін есептеу кезінде қазу кедергісін анықтауға мүмкіндік береді.

5. Жүргізілген эксперименттік зерттеулердің нәтижесінде ауыспалы геометриясы бар қайырманьң негізгі параметрлерінің (ортаңғы бөліктің ұзындығы, бойлық тік жазықтыққа қатысты бүйірлік бөліктердің айналмалы топсаларының көлбеу немесе қисаю бұрышы, ортаңғы бөлікпен салыстырғанда бүйірлік бөліктердің көлбеу бұрышы) және қазудың орташа алынған тереңдігінің жинақталған сүйреу призмасының көлемдік массасына және қазу кедергісінің көлденең құрамдас бөлігінің шамасына әсері анықталды.

Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері бойынша аналитикалық жолмен алынған теориялық тәуелділіктердің дұрыстығы расталды, сондай-ақ ауыспалы геометриясы бар қайырмамен топырақты қазудың тиімділігі расталды. Қазудың бірдей күші кезінде ол орташа саздақтағы (байланыстырылған топырақтағы) тартылатын топырақ призмасының массасы сфералық және түзу қайырмаларда жиналған сүйреу призмаларынан сәйкесінше 1,15 және 1,5 есе асуы мүмкін екендігі расталды.

6. Топырақтың белгілі бір моделінде алынған ұтымды тарту-жылдамдық режимі мен қайырманьң тереңдету уақытын ескере отырып, нақтыланған формула алынды, оған сәйкес топырақты қазу кезінде бульдозердің техникалық өнімділігін жоғары сенімділікпен табуға болады.

Қайырманьң кесу жиегіндегі тік қысымның арақатынасы мен топырақтың шекті көтергіштігінің өнімділікке әсерін сипаттайтын аналитикалық тәуелділік алынды. Формула бойынша есептеу нәтижелері Мәскеу автомобиль жол институты мен Д.Серікбаев атындағы ШҚТУ-де жүргізілген әртүрлі қайырмалары бар бульдозерлердің өнімділігіне түзу, сфералық және өзгермелі геометриямен жүргізілген салыстырмалы сынақтарда расталды. Нақтыланған формула бульдозерлердің жұмыс процестерінің тиімділік көрсеткіштерін анықтауға, оның ішінде ауыспалы геометриямен жасалған қайырмань анықтауға неғұрлым негізделген көзқараспен қарауға мүмкіндік береді.

7. Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде алынған эксперименттік және теориялық тәуелділіктер функционалдық шектеулерді ескере отырып, ауыспалы геометриясы бар қайырманьң негізгі параметрлерін анықтау әдістемесін жасауға мүмкіндік берді. Қазу кезіндегі  $\alpha_{y\max}=30^0$  негізгі параметрлердің ұтымды мәндерінің аймақтары  $b/B_0 = 0,375 - 0,45$ ;  $\Theta = 12-16^0$ ;  $\alpha_y = 18-25^0$  анықталды. Осы диапазондардағы параметрлерді таңдау бульдозерлер әзірлейтін беріктігі бойынша шекті топырақтардың ең тиімді дамуын қамтамасыз етуге, сондай-ақ жұмыстың барлық кең таралған түрлерін орындауға мүмкіндік береді.

8. Бір құрылыс объектісіндегі орташа жұмыс көлемінің төмендеуімен ауыспалы геометриясы бар қайырма бульдозерін қолданудың экономикалық әсері арта түсетіні анықталды. 10 класс бульдозері үшін бір объектідегі орташа жұмыс көлемі  $7500\text{м}^3$  болғанда, ауыспалы геометриясы кемінде 22200 теңге

болатын бір қайырман қолданудан жылдық экономикалық нәтиже алуға болады.