

6D071200 – «Машинажасау» мамандығы бойынша философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертацияға
АҢДАТПА

Смакова Нургуль Сериковна

**«Төмен жиілікті гидравликалық күштік импульстік жүйелерді
өндіру технологиясын ғылыми негіздеу»**

Зерттеу жұмысының өзектілігі. Индустриялық-инновациялық дамудың 2015-2019 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасында өңдеу өнеркәсібінің басым салаларына баса назар аударылды. Атап айтқанда, машина жасау-бұл экономиканың жетекші салаларымен тығыз байланысты және олардың тұрақты жұмыс істеуін, тұтыну нарығын толықтыруды қамтамасыз ететін және өнеркәсіптің технологиялық өзегін дамытудың негізі болып табылатын ел экономикасының негізгі саласы.

Елдің жалпы ішкі өнімінің маңызды үлестік көрсеткіштері (материал сыйымдылығы, энергия сыйымдылығы және т.б.), халық шаруашылығының басқа салаларындағы еңбек өнімділігі, өнеркәсіптік өндірістің экологиялық қауіпсіздігі және мемлекеттің қорғаныс қабілеті машина жасаудың даму деңгейіне байланысты.

Бағдарлама жұмыс істеп тұрған кәсіпорындарды жоғары технологиялық және қазіргі заманғы жабдықтармен жаңғыртуға, барлық жұмыс істеп тұрған отандық машина жасау кәсіпорындарының байланыстарын дамыту және кооперациялау үшін халықаралық стандарттағы бәсекеге қабілетті өнім шығаратын жаңа кәсіпорындар құруға бағытталған.

Сондай-ақ бағдарлама машиналардың, технологиялар мен жабдықтардың жаңа түрлерін жасауға бағытталған неғұрлым тиімді, ғылыми-техникалық және технологиялық әзірлемелерді игеру негізінде өнім сапасын тұрақты жетілдіруді көздейді.

Қазақстан Республикасы халық шаруашылығы салаларының қарқынды өркендеуі прогресшіл техника мен технологияларды қолданумен тығыз байланысты. Соңғы жылдары техникадағы жаңа бағыт ретінде соққымен әсер ететін гидравликалық машиналар кеңінен дами бастады.

Гидравликалық жетекті машиналарын кеңінен қолдану тау - кен, металлургия, жол, коммуналдық машиналар мен басқа да технологиялық құрылғылардың атқарушы қызметі негізінде құрылған жинақы және қуатты импульсті құрылғыларды әзірлеу және жасау үшін алғышарттар жасады. XX ғасырдың екінші жартысында мобильді, энергоқұрылыстық және жоғары өнімді машиналарын жасау бойынша жұмыстар басталды және тез дамыды.

Импульстік техниканы құру бойынша жұмыстар Қарағанды техникалық университетінде(ҚарТУ), Қырғыз Ғылым Академиясының «Импульс»АКБ (Арнайы конструкторлық бюро)– де, Бүкілодақтық құрылыс және жол машинажасау ғылыми-зерттеу институтында (БҚЖМҒЗИ), БҚЖМҒЗИ Краснояр филиалында, Сібір мемлекеттік автомобиль-жол

университеті(СІБМАЖУ) және техниканың осы саласындағы отандық зерттеулерді дамытудағы басымдықтар мен бағыттарды айқындайтын басқа да ұйымдарда жүргізілді.

«Rammer-Tamrock», «AtlasCopco», «Scamec» (Финляндия – Швеция), «Krupp», «Hausalit» (Германия), «Montabert» (Франция), «Furukawa», НРК, «Huskie» (Япония), «Indeco», «Socomec», «Fhexco» (Италия), «GullikDobson», «JCB Hammermaster» (Англия), «IngersollRand», «Caterpillar», «Shand», «Kent» (США), «Silenced», MSB, «Daemo», «Hyunday», «Megaton», «Hanwoo», TNC, «Soosan» (Оңтүстік Корея), «Tabe» (Испания), Қырғызстан Республикасы ҰҒА машинатану институты және т. б. фирмалар импульстік техниканың әлемдік нарығын игерудің көшбасшыларына айналды.

Соңғы онжылдықтағы отандық және шетелдік тәжірибелер осы бағыттың өміршеңдігін растады, алайда әлі күнге дейін оның теориялық және практикалық базасы жеткілікті деп айтуға болмайды, сондай-ақ тәжірибелік тексеру нәтижелерін және соққы беру машиналарын пайдалану дағдыларының жинақтықоры жасалмаған.

Гидросоққы жүйесінің негізгі мақсаты әсер ету объектісін жүктеудің берілген тәртібін қамтамасыз етуге негізделеді. Өз кезегінде жүйе, белгілі бір технологиялық процесті жүзеге асыратын, басқалармен технологиялық байланыста болатын қандай да бір машинаның құрамдас бөлігі болып табылады. Осыған орай, гидросоққы жүйесін зерттеу техникалық-пайдалану, технологиялық және жалпы жүйеге қойылатын басқа да талаптарды қанағаттандыратын оның көрсеткіштерін және ішкі параметрлерін анықтау, сондай-ақ, олардың тозуға және соққыға төзімділігін арттыру нәтижесінде пайдаланушылық мерзімін ұзарту **өзекті мәселе болып** табылады.

Зерттеу мақсаты. Зерттеу жұмысының мақсаты төмен жиілікті гидравликалық импульстік жүйедіріл механизмiнiң негізгі күштік элементін даярлау технологиясын жарату және ғылыми негіздеу.

Зерттеу міндеттері:

- төмен жиілікті гидравликалық күштік импульстік жүйелердің жіктелуі, қолдану аймағы және оларды даярлау технологияларын зерттеу;
- күштік импульстік жүйе гидравликалық дірілдік модулінің құрылымын сондай-ақ, оның ең көп жүктелген элементтеріне қатысты техникалық және пайдаланушылық талаптарды зерттеу;
- гидравликалық дірілдік модульдің ең көп жүктелген тетігін өндеудің көпжүзді ротациялық жону әдісін жарату және оны жүзеге асыру үшін арнайы кесуші құралдың құрылымын жобалау;
- гидравликалық дірілдік модульдің ең көп жүктелген тетігін өндеудің көпжүзді ротациялық жону әдісін тәжірибелік зерттеу;
- гидравликалық соққы жүйесінің механикалық моделін жетілдіру және оның жүктелген элементтерінің кернеулік деформациялану күйін арнайы компьютерлік бағдарламаларды қолдану арқылы зерттеу;

- көпжүзді ротациялық жонуәдісінің экономикалық тиімділігін есептеу және өндіріс үшін ұсыныстар даярлау. Зерттеу нәтижелерін өндіріске енгізу.

Зерттеу объектісі. Гидравликалық дірілдік модулдің жетегі мен әсер етуші объект арасындағы беріліс байланысы болып табылатын «соташық» негізгі күш элементін даярлау технологиясы.

Зерттеу пәні. «Соташық» негізгі күш элементін көпжүзді ротациялық жонуәдісімен өңдеу процесінің заңдылықтары.

Зерттеу әдістемесі. Диссертациялық жұмыстың міндеттерін орындау үшін теориялық және тәжірибелік зерттеу әдістері қолданылды. Теориялық зерттеулер гидрокөлемдік дірілдік соққылы механизмдерді есептеудің теориялық негіздері, автоматтық реттеу жүйелерінің теориясы, дірілдік техникалар мен технологиялар теориясы, тәжірибелерді жоспарлау теориясы, материалдарды кесу теориясы, кесуші құралдарды жобалау, машинажасау технологиясы ғылымдарының негізгі жағдайларына сүйене отырып орындалды. Тәжірибелік зерттеулер Қарағанды техникалық университеті «Технологиялық жабдықтар, машинажасау және стандарттау» кафедрасының ғылыми тәжірибеханасында орындалды. Арнайы көпжүзді ротациялық құралдың құрылымын жобалау және оның геометриялық параметрлерін оңтайландыру үшін кернеулік күйін зерттеу, сондай-ақ, гидравликалық соққы құрылысының кернеулі-деформацияланған күйін зерттеу ANSYS бағдарламасында және оның ExplicitDynamics есептік модулін қолдану арқылы жүргізілді.

Ғылыми жаңалығы:

1. Гидравликалық діріл жүйесінің жұмысшы процесінің математикалық моделі жасалды.

2. Негізгі элементтің қатандығы гидравликалық діріл жүйесінің энергия беру тиімділігіне әсер ететін негізгі көрсеткіш екендігі айқындалды.

3. Гидравликалық діріл модулінің ең көп жүктелген «соташық» элементін өңдеу үшін көп жүзді ротациялық жону жаратылды, сонымен қатар:

- арнайы көп жүзді ротациялық жону құралы жобаланды;

- кесудің оңтайлы тәртіптері белгіленді: $n_{\text{айн}}=870$ айн/мин; $S=0,23$ мм/айн; $t=0,75$ мм; $\beta_{\text{орн}}=15$ градус;

- өңделетін беттің кедір-бұдырлығына $Ra=0,63$ мкмқол жеткізілді және қажетті қаттылығы $HV\leq 285$ қамтамасыз етілді;

- беттің кедір-бұдырлығын және қаттылығын бағалаудың математикалық модельдері әзірленді;

- технологиялық процестен термиялық өңдеу және ажарлау операцияларын қысқарту арқылы өнімділікті арттыруға қол жеткізілді.

4. ANSYS Explicit Dynamics компьютерлік бағдарламасының көмегімен гидравликалық діріл механизмінің кернеулі-деформацияланған күйі алғаш рет зерттелді.

Қорғауға шығарылатын ережелер жиынтығы:

- гидравликалық діріл жүйесінің жұмысшы процесінің математикалық моделі;
- көп жүзді ротациялық жону әдісін тәжірибелік зерттеу нәтижелері;
- өңделген бет кедір-бұдырлығын және қаттылығын бағалаудың математикалық модельдері;
- гидравликалық діріл механизмінің кернеулі-деформацияланған күйін ANSYS Explicit Dynamics компьютерлік бағдарламасында зерттеу әдістемесі мен нәтижелері.

Практикалық құндылығы мен зерттеу нәтижелерін қолдану:

- технологиялық процесстен термиялық өңдеу және ажарлау операцияларын қысқарту арқылы өнімділікті 3-4 есе арттыру;
- кесу тәртіптерін, құралдың геометриялық және орнату параметрлерін, сондай-ақ кесу схемаларын таңдау бойынша ұсынымдар;
- көп жүзді ротациялық құралдың құрылымын жобалау және даярлау.

Ғылыми ережелердің, қорытындылардың және ұсыныстардың сенімділігі расталады:

- зерттеу міндеттерінің дұрыс қойылуымен, зерттеу әдістемесінің гидравликалық дірілді механизмдер және машинажасау технологиялары сияқты ғылымдардың ережелерін қолдануға негізделгендігімен;
- есептеу нәтижелері мен тәжірибелік зерттеу нәтижелерінің қанағаттанарлық ұқсастығымен;
- көп жүзді ротациялық жону әдісінің өндірістік сынақтан өтуімен;
- ҚР өнертабысқа алынған патенттерімен;
- зерттеу нәтижелерін өндіріске енгізумен;
- жұмыстың негізгі нәтижелерін ашық басылымдарда жариялаумен;
- республикалық және халықаралық конференцияларда, жетекші отандық және шет ел жоғары оқу орындарының машинажасау кафедраларының отырыстарында, сондай-ақ, жетекші машинажасау кәсіпорындарының техникалық жиналыстарының отырыстарында жұмыс нәтижелерін апробациялаумен.

Жұмыстың орындалуы. Диссертация бойынша ғылыми-зерттеу жұмыстары Индустриялық-инновациялық дамудың 2015-2019 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасының міндеттерін жүзеге асыру аясында орындалды. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері «Тұмар - инновациялық жобалар орталығы» ЖШС өндірісіне (Нұр-Сұлтан қ., 2021ж.), және Қарағанды техникалық университетінде машинажасау мамандығы бойынша бакалаврлар мен магистранттарды оқыту процесіне енгізілген.

Жұмысты апробациялау

Диссертациялық жұмысты орындау барысында қол жеткізілген нәтижелер жалпы ғылымдық қоғамға, өндіріске әртүрлі шаралар аясында кеңінен баяндалып, олардың жағымды ой-пікірлеріне ие болып отырды.

Осындай шаралардың негізгілері ретінде келесілерді айтуға болады: халықаралық ғылыми конференцияда (Киев қ. 2017ж.); халықаралық ғылыми-практикалық конференцияда (Қарағанды қ. 2018-2020жж.); халықаралық ғылыми-практикалық конференцияда (Армавир қ. 2019ж.); Қарағанды техникалық университеті «Технологиялық жабдықтар, машинажасау және стандарттау» кафедрасының ғылыми семинарында (Қарағанды қ. 2017-2021жж.); ҚарТУ ғылыми семинарында (Қарағанды қ. 2017-2021жж.).

Автордың жеке үлесі аталған мәселе бойынша ғылыми-техникалық әдебиеттерді талдауда және патенттік шолу жасауда, зерттеудің міндеттерін қою және оларды шешу бойынша тәсілдерді жобалауда, көп жүзді ротациялық жонуәдісін жаратуда, арнайы кесуші құралдыжобалау және даярлауда, тәжірибелік зерттеулерді ұйымдастыру және өткізуде, машинажасау кәсіпорындары мен ЖОО-да орындалған зерттеулердің нәтижелерін апробациялауда болып табылады.

Жарияланымдар

Диссертацияның негізгі жағдайлары 13 баспа жұмыстарында, соның ішінде, 4 – Scopus басылымдарының тізіміндегі журналда, 3 – ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған басылымдарда, 4 – халықаралық конференция материалдарында, 1 – ҚР өнертабысқа берілген патент, 1 – ҚР пайдалы моделге берілген патент.

Жұмыстың құрылымы мен көлемі. Берілген диссертациялық жұмыс мазмұнынан, белгілеу мен қысқартулардан, кіріспеден, 5 тараудан, қорытындыдан, қолданылған әдебиеттердің тізімінен және қосымшалардан тұрады. Диссертация көлемі 130 бетті мәтінде баяндалған, оның ішінде, 75 суреттен, 5 кестеден, 140 атаулы қолданылған әдебиеттер тізімінен және 5 қосымшадан тұрады.

Қорытынды

1. Диссертациялық жұмысты орындау барысында төмен жиілікті гидравликалық күштік импульстік жүйелердің құрылымдарына, оларды даярлау технологияларына жүргізілген зерттеу нәтижелері гидравликалық дірілдік модулдің көп жүктелген элементі «соташық» тетігі екендігі және оның тозуға және соққыға төзімділігін арттыру нәтижесінде пайдаланушылық мерзімін ұзарту өзекті мәселе болып отырғандығы анықталды.

2. Осы мәселені шешу мүмкіндігіне ие болған, гидравликалық діріл модулінің ең көп жүктелген «соташық» элементін өңдеу үшін көп жүзді ротациялық жону әдісі жаратылды, сонымен қатар:

- арнайы көп жүзді ротациялық жону құралы жобаланды;
- кесудің оңтайлы тәртіптері белгіленді: $n_{\text{айн}}=870$ айн/мин; $S= 0,23$ мм/айн; $t = 0,75$ мм; $\beta_{\text{орн}} = 15$ градус;
- өңделетін беттің кедір-бұдырлығына $Ra = 0,63$ мкм қол жеткізілді және қажетті қаттылығы $HV \leq 285$ қамтамасыз етілді;

- беттің кедір-бұдырлығын және қаттылығын бағалаудың математикалық модельдері әзірленді;

- технологиялық процестен термиялық өңдеу және ажарлау операцияларын қысқарту арқылы өнімділікті арттыруға қол жеткізілді.

3. Импульстік гидравликалық машиналардың жұмысшы органдарының шығыс көрсеткіштерінің олардың есептік көрсеткіштеріне сәйкес келмейтіндігі анықталды. Бұл мәселені шешу үшін гидравликалық діріл жүйесінің жұмысшы процесінің математикалық моделі жасалды. Сондай-ақ, негізгі элементтің қатандығы гидравликалық діріл жүйесінің энергия беру тиімділігіне әсер ететін негізгі көрсеткіш екендігі айқындалды.

4. Гидравликалық соққы құрылғысы мен топырақтың әсерлесу процесі кезінде кернеулі-деформациялық жағдайына зеттеулер жүргізу кезінде ANSYS Explicit Dynamics модулі қолданылды. Гидравликалық соққы құрылғысы элементтерінің және топырақтың беріктігі мен қаттылығы қамтамасыз етілді. Көп жүктелген соққыштың элементі үшін беріктік қоры 1,57 құрады, бұл рұқсат етілген шектерде (1,5-2,0) болатындығы анықталды.

5. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері «Тұмар - инновациялық жобалар орталығы» ЖШС өндірісіне (Нұр-Сұлтан қ.) енгізілді. Соташық тетігінің сыртқы цилиндрлік бетін өңдеудің технологиялық операциялары мен ротациялық жону операциясының өзіндік құны есептеліп, салыстырылды, нәтижеде ротациялық жону операциясының құны 3,5 есе аз екендігі анықталды. Жылдық экономикалық тиімділік 1,85 млн теңгені құрады.