

АЗАМАТКЫЗЫ САМАЛ

**ЭКСКАВАТОРЛАРДЫҢ ГИДРОЖЕТЕК ТҮЙІНДЕРІНІҢ СЕНІМДІЛІГІН
АРТТЫРУ**

6N071300 – Көлік, көлік техникасы және технологиялары

мамандығы бойынша техника ғылымдарының
магистрі академиялық дәрежесін ізденуге арналған
магистрлік жұмыстың

АВТОРЕФЕРАТЫ

Жұмыс Қазақстан Республикасының білім және ғылым Министрлігінің Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университетінде (Өскемен қаласы) орындалды.

Эксперименталды зерттеулер ШҚМТУ «Машиналар сенімділігінің мәселелері» лабораториясында және Құрылысты механикаландыру басқармасы (Өскемен қ.) негізінде орындалған.

Ғылыми жетекші:

техника ғылымдарының кандидаты, доцент

Муздыбаев М.С.

Ресми оппонент:

техника ғылымдарының магистрі,
Қ.Нұрғалиев ат. колледж оқытушысы

Сембина Ш.К.

Ғылыми жұмыс 2011 жылғы «25» маусымда сағат 9.00-де 6N0713 «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» мамандығы бойынша диссертациялық кеңес отырысында өткізіледі.

Мекен-жайы: 070004, Өскемен қ., Серікбаев көшесі 19, ШҚМТУ, ауд. ГЛ-206.

Магистрлік жұмыспен ШҚМТУ ғылыми кітапханасында танысуға болады.

Автореферат 2011 жылы « » мамырда таратылды.

Магистрлік диссертацияларды
қорғау жөніндегі МАК хатшысы

техника ғылымдарының кандидаты, доцент

Елемес Д.Е.

ЖҰМЫСТЫҢ ЖАЛПЫ СИПАТТАМАСЫ

Тақырыптың өзектілігі. Құрылыс машиналарын пайдалануда олардың жеткіліксіз сенімді бөлшектерінің ақаулары пайда болып істен шығуынан бірге жұмыс істейтін машиналардың кешені тұрып қалуына әкеліп соғады, бұл айтарлықтай көп жоғалтуларға әкеліп соғады. Экскаваторлардың тоқтаусыздығын арттыру олардың жиі істен шығатын жүйесі гидрожетегінің сенімділігін қамтамасыз ету мәселесімен байланысты. Сенімділікті қамтамасыз етуге кететін шығынды кеміту мақсатымен ағымдағы жөндеулердің жұмыс кешенінің оңтайландыру жөндеулер санын азайтуға және машиналардың нарядта жұмыс істегенде ақаулардың пайда болып істен шығуын ескерту үшін жөндеу жұмыстарын жоспарлауға қысқартуға мүмкіндік береді. Сондықтан машиналардың сенімділігін қамтамасыз етуге кететін шығынды оңтайландыру көкейкесті мәселе болып қала береді. Оны шешу үшін машиналардың пайдалану салаларында талап ететін шығындарды, сонымен бірге аса сенімді бөлшектер (түйіндер) жасауға кететін шығындарды дифференциалдалған есепке алу және оларды пайдалану жағдайындағы үнемдеумен салыстыру қажет. Бұл бағытта зерттеулердің бірқатары бұрын орындалған, бірақ бұл мәселе әліде жеткілікті жоғары деңгейде шешілмеген.

Машиналарды жөндеуге қойылуларының санын қысқартуға (АЖТ) ағымдағы жөндеулер түрлілігін және олардың жиі істен шығатын бөлшектерінің алмастыруларын ұтымды стратегиясын анықтау жолымен жетеді. Дегенмен, құрылымдық элементтердің топтық алмастырулары кезінде оларды қолданудың оңтайландыруы жасалмайды, бұл олардың қалдық қорының және құнының жоғалтуларына әкеп соғады. Осы бағыттағы зерттеулерді дамыту машина бөлшектерін қолдануды жақсартуға, олардың элементтерінің қорларын үлестірілу сипаттамалары негізінде машиналар сенімділігін қамтамасыз етуге кететін ұтымды шығындарды анықтауға, сонымен бірге машинажасаудың өнімдеріне қойылатын ғылыми негізделген талаптарын құрастыруға мүмкіндік береді. Осы жұмыс көрсетілген ғылыми-техникалық мәселені шешуге арналған.

Зерттеудің мақсаты мен міндеттері. Зерттеудің мақсаты – бұл ағымдағы жөндеулердің жұмыстар кешенін оңтайландыру негізінде гидрожетектерінің сенімділігін басқарумен біршөмішті экскаваторларды қолданудың тиімділігін арттыру.

Келтірілген мақсатқа сүйене отырып, диссертациялық жұмыста зерттеудің келесі міндеттері қойылған:

- машиналар бөлшектерінің жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтіру үдерістерінің көрсеткіштерін анықтау әдістемесін толықтыра жетілдіру;
- машиналардың және олардың жүйелерінің ағымдағы жөндеуінің түрлілігін оңтайландырудың математикалық үлгісін ұсыну;
- компьютерлік модельдеуді қолданып ағымдағы жөндеу жұмыстарының кешенін оңтайландыру негізінде әмбебап біршөмішті экскаватордың гидрожетегінің сенімділігін басқару әдісін жасау;
- экскаваторларды қолдану кезінде сенімділікке сынақтар өткізу және олардың гидрожетектерінің тоқтаусыздығын шектейтін құрылымдық элементтерін айқындау;
- бөлшектердің істен шығу ағынының бастаушы функциясын есепке ала отырып әмбебап біршөмішті экскаватордың гидрожетегінің сенімділік картасын жетілдіру;
- ағымдағы жөндеудің жұмыс кешенін оңтайландыру және әмбебап біршөмішті экскаватордың гидрожетегінің АЖТ картасын жасау;
- зерттеу нәтижелерін өндіріске енгізу және олардың экономикалық тиімділігін бағалау.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы:

- Эрлангтың екіпараметрлік заңына қатысты істен шығу ағынының көрсеткішін есептеудің аналитикалық тәуелділіктері, сонымен бірге Вейбулл заңына қатысты бөлшектердің істен шығуға дейінгі жұмыс уақытының үлестірілулерін композициялық ықтималдығын есептеудің рекурренттік формуласы тұңғыш рет алынған;
- шыдаммерзімділігінің және құнының көрсеткіштерінің мәндері бойынша машиналардың сенімділіктерін шектейтін бөлшектерін үш категорияға жіктеу ұсынылған;

- техника-экономикалық белгісі бойынша АЖТ математикалық үлгісі жасалған;
- жөндеу жұмыстарының технологиясын есепке алып машина түйіндерінің сенімділігінің көрсеткіштерінің компьютерлік модельдеуі негізінде АЖТ құрастыру әдістемесі, сонымен бірге, бөлшектерді топтық алмастырулар кезінде олардың қорларын қолдануды арттыру бойынша әдістеме ұсынылған;
- компьютерлік модельдеуді қолданумен ағымдағы жөндеудің жұмыс кешенін оңтайландыру негізінде экскаватордың гидрожетегінің сенімділігін басқару әдісі жасалған.

Зерттеудің тәжірибелік мәні:

- машиналарды қолданудың тиімділігін арттыру мақсатымен, олардың пайдалану сенімділігін қамтамасыз етудің инженерлік мәселелерін шешуге мүмкіндік беретін ЭО-3322 экскаваторының гидрожетегінің сенімділігінің жетілдірілген картасын жасау;
- машиналардың сенімділігінің көрсеткіштерін компьютерлік модельдеу негізінде, ағымдағы жөндеуді басқарудың анағұрлым жоғары техникалық деңгейін қамтамасыз ететін, машиналар түйіндерінің АЖТ құрастыру әдістемесін әзірлеу;
- үшінші өлшемдік топтың біршөмішті экскаваторының гидрожетегінің АЖТ картасы құрастырылған, оның негізінде ағымдағы жөндеудің жұмыс кешенін оңтайландыру бойынша өндіріске енгізу үшін ұсыныстар жасау және тапсыру;
- 1 экскаваторға жылына 34,9 мың теңге көлемінде экономикалық тиімділік алуға мүмкіндік беретіндей, экскаваторлардың техникалық пайдалану коэффициентін 1,4%-ға арттыру.

Зерттеу нәтижелерінің дұрыстығы және диссертация қағидаларының дәлелдігі жүйелік талдау негізінде сенімділіктің теориясының қазіргі әдістерін қолданумен, сонымен бірге машиналарды пайдаланудың нақты жағдайларында оларды эксперименталді сынауларымен қамтамасыз етілген.

Қорғауға ұсынылатын негізгі ғылыми нәтижелер:

- техника-экономикалық белгісі бойынша машиналардың АЖТ оңтайландырудың математикалық үлгісі;
- қалыпты, экспоненциалды заңдарға, Эрланг және Вейбулл заңдарына қатысты машиналардың жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтіру үдерістерінің көрсеткіштерін анықтау әдістемесі;
- компьютерлік модельдеуді қолданумен ағымдағы жөндеу жұмыстарының кешенін оңтайландыру негізінде экскаватордың гидрожетегінің сенімділігін басқару әдісі;
- теориялық зерттеулердің дұрыстығын тексеруге мүмкіндік берген экскаваторлардың гидрожетегінің сенімділікке өндірістік сынаулардың нәтижелері.

Тақырыптың халықшаруашылығы жоспарларымен байланысы. Диссертация ШҚМТУ кафедраларының біткен ғылыми-зерттеу жұмыстарының құрама бөлігі болып табылады.

Жұмыс нәтижелерінің іске асуы. Үшінші өлшемдік топтың экскаваторларының гидрожетегінің ағымдағы жөндеудің жұмыс кешенінің оңтайландыруға арналған ұсыныстар Өскемен қаласының Құрылысты механикаландыру басқармасына енгізуге қабылданған.

Зерттеу нәтижелері Д.Серікбаев ат. ШҚМТУдың оқу үдерісінде қолданылады.

Жұмыстың ресми түрде мақұлдануы. Диссертацияның басты қағидалары ШҚМТУ ғылыми-техникалық конференцияларында (2010-2011 жж.) талқыланды.

Жарияланымдар. Орындалған зерттеулердің нәтижелері бойынша 1 мақала жарияланған.

Жұмыстың құрылымы және көлемі. Диссертация кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан, қолданылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады, құрамына 209 бет, 17 кесте, 43 сурет бар, қолданылған әдебиеттер тізімі 140 атау.

ЖҰМЫСТЫҢ ЖАЛПЫ МАЗМҰНЫ

Кіріспеде тақырыптың өзектілігі дәлелденген және диссертациялық зерттеудің мақсаты анықталған.

Бірінші бөлімде техникалық жүйелердің, соның ішінде экскаватордың гидрожетегінің сенімділігін басқару, және де машиналардың ағымдағы жөндеулер жұмыстар кешенін оңтайландыру облысында орындалған жұмыстарға сараптау жасалған. Машина түйіндерін жасаған кезде және де пайдалану кезінде компьютерлік модельдеу негізінде олардың сенімділігінің көрсеткіштерін арттыру мәселелеріне ерекше көңіл бөлінген. Осы мәселелерге арналған зерттеулерге шолу Н.А. Аубекеровтің, В.Л. Баладинскийдің, В.И. Баловневтің, Р.Барлоудың, Ф. Байхельттің, А.И. Бергтың, В.В. Болотиннің, Н.Г. Бруевичтің, Н.П.Бусленконың, Д.П. Волковтың, Б.В. Гнеденконың, С.А. Джиенкуловтың, К.М. Дусалиевтің, Р.А. Кабашевтің, Ж.Н. Касымбектің, Д. Кокстың, Р.В. Кугельдің, М.С. Кульгильдиновтің, В.П. Лисьевтің, В.М.Михлиннің, Ф. Прошанның, Р.Н. Таукелевтің, И.А. Ушаковтың, Б.Ф. Хазовтың, Л.А.Хмардың, А.М. Шейниннің, Я.Б. Шораның, И.А. Янценнің жыне басқа ғалымдардың еңбектері бойынша орындалған.

Машиналар сенімділігін пайдалануды басқарудың тәсілдерінің көбі, соның ішінде ағымдағы жөндеудің жұмыс кешенін оңтайландыру тәсілі де олардың сенімділігін өндірістік сынаулар нәтижелеріне және бөлшектеу-жинақтау жұмыстарының технологиясының ерекшелік-терін сараптауға негізделгені анықталған.

Машиналардың жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтіру саласында бұрын орындалған зерттеулер нәтижесінде, математикалық аппаратындағы (соның ішінде Монте-Карло әдісін қолданумен) қарапайым және жалпы қалпына келтіру үдерістерінің көрсеткіштерін есептеудің қалып кеткен орнын толтыратын, кездейсоқ мәннің Эрлангтың параметрлік заңына қатысты үлестірілу композициясының ықтималдылығын $F_{k_{ij}}(t)$ және тығыздығын $f_{k_{ij}}(t)$ есептеудің аналитикалық тәуелділіктері алынған.

Бөлшектерді алмастыру жүйесі мәселесінің дамуы АЖТ қалыптастырудың теориялық негіздерін жасауға мүмкіндік берді. Машиналарды пайдалану сенімділігін қамтамасыз ету үшін қажетті шығындарды техника-экономикалық белгісі негізінде анықтау қосымша бөлшектер шығынымен жөндеу жұмыстарына кететін шығындардың корреляциялық байланысына сүйенген. Дегенмен, сонымен қатар, машиналарды нарықтық жағдайда пайдалану үдерісінде қажетті шығындар өзгерісінің сипатын бағалау өте қиын. Машиналар бөлшектерін алмастыру жүйесін қалыптастырудың бұрыннан бар әдістемесі түйіндерді жөндегенде шыдаммерзімділігі артқан және сапасы жақсартылған бөлшекті қолданғанда алмастыру жүйесінің өзгерісін есепке алуға мүмкіндік бермейді. Одан басқа, АЖТ қалыптастыру әдістемесімен бірлескен алмастыру тобындағы бөлшектердің қорын тиімді қолдану қарастырылмаған.

Қалпына келтіру үдерістерінің сипаттамаларын анықтаудың аналитикалық тәуелділіктері негізінде машиналар түйіндерінің сенімділік көрсеткіштеріне компьютерлік модельдеуді кеңінен қолдану қойылған талаптарды ескеруге қабілетті ағымдағы жөндеулер жұмыс кешенін оңтайландырудың әдістемелік негіздерін дамытуға алғышарттар жасады. Осы алғышарттар компьютерлік модельдеуді қолданып ағымдағы жөндеулер жұмыс кешенін оңтайландыру негізінде экскаватор гидрожетегінің сенімділігін басқарудың әдісін жасауға мүмкіндік береді.

Екінші бөлімде зерттеудің бастапқы қағидалары және жұмыс гипотезалары қабылданған. Диссертацияның мәселелерін шешу үшін, ағымдағы жөндеулер жұмыс кешенін оңтайландыру негізінде экскаватордың гидрожетегінің сенімділігін басқару әдісінің негізін құрайтын математикалық модельді және жекелеген әдістемелерді әзірлеуді алдын-ала ескеруші зерттеудің жалпы әдістемесі жасалған, жасалған әдісті мақұлдауға және машиналарды сенімділікке сынауға өндірістік жағдайда сынақтар өткізілген.

Жасалған математикалық модель және жекелеген әдістемелер ағымдағы жөндеулер жұмыс кешенін оңтайландыру негізінде экскаватордың гидрожетегінің сенімділігін басқару әдісін ұсынуға мүмкіндік берді. Әдістің құрылымдық сұлбасы 1-суретте көрсетілген. Әдіс келесі кезеңдерден тұрады:

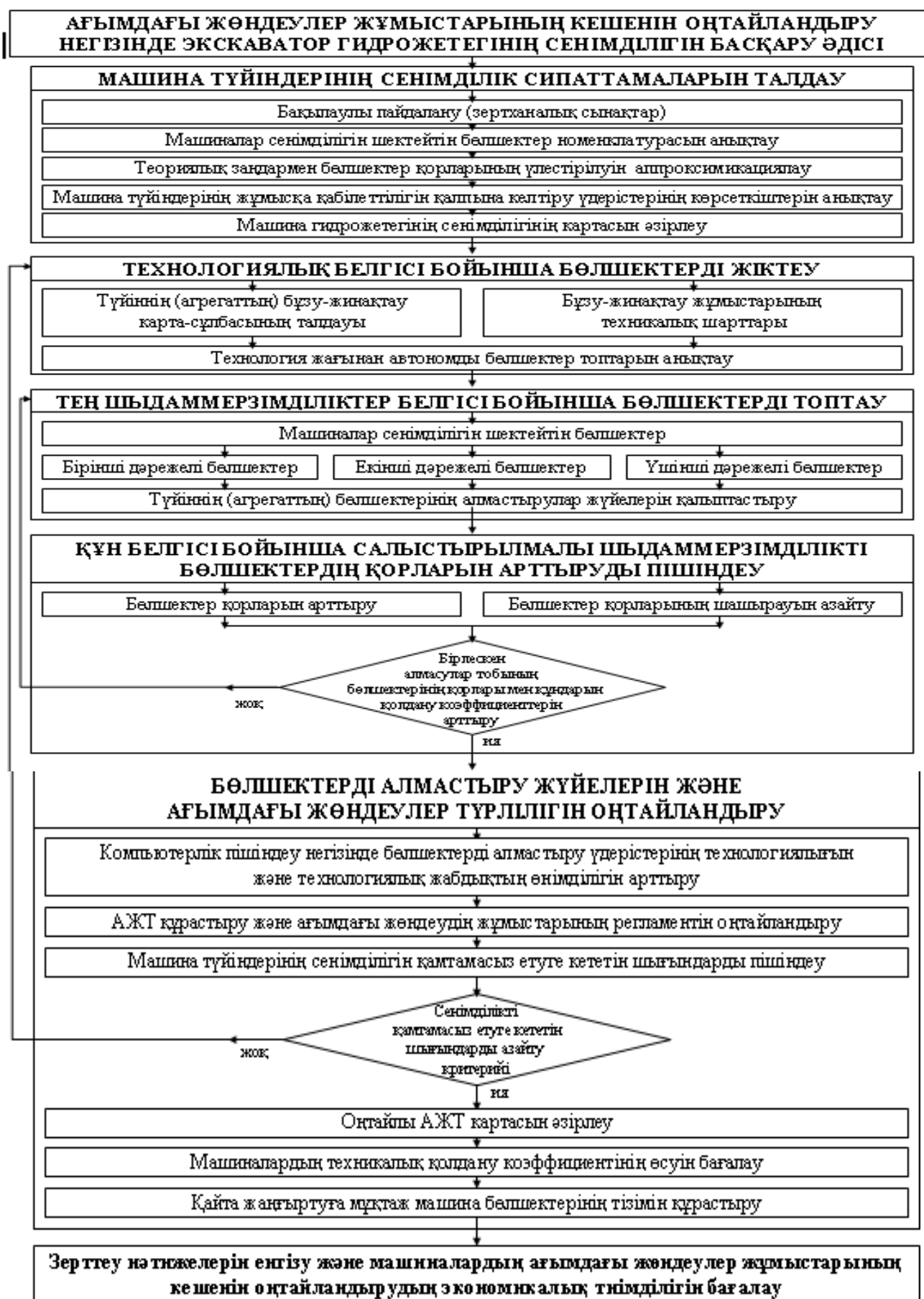
Кезең 1. Машиналар түйіндерінің сенімділік сипаттамаларын талдау. Бұл кезеңде есептеулер машина бөлшектерінің қорларының үлестірілулерінің сипаттамасынан тұратын бастапқы деректерге негізделеді. Бөлшектер мен түйіндердің қорлары машиналардың бақылаулы пайдаланулары барысында білінеді. Бұл кезең істен шығуларды жоюға қатысты меншікті шығындардың бағасын ескереді. Одан кейін машиналардың түйіндерінің жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтіру үдерістерінің көрсеткіштері анықталады және гидрожетек сенімділігінің картасы әзірленеді.

Кезең 2. Технологиялық белгісі (бөлшектеу тереңдігі) бойынша бөлшектерді жіктеу. Осы кезеңнің міндеттеріне машина түйінінің бұзу-жинақтауының технологиялық сұлбасының талдауы кіреді. Сонымен бірге бастапқы деректерге бірінші кезеңнің есептеулерінің нәтижелері, түйіннің (агрегаттың) сызбалары, бұзу-жинақтау жұмыстарының техникалық шарттары, түйіндестің жоғары дәлдікті бөлшектері туралы мәліметтер жатады. Технология жағынан автономды бөлшектер топтарының саны бекітіледі.

Кезең 3. Тең шыдаммерзімділіктер белгісі бойынша бөлшектерді топтау. Сонымен қатар технология жағынан бірге бөлшектелетін бөлшектердің шыдаммерзімділігінің талдауы жасалады. Олардың ішінде қоры түйіннің қорынан едәуір жоғары бөлшектер (шартты түрде бірінші дәрежелі бөлшектер деп аталатын) де болады. Түйіннің қорының жартысынан қоры жоғары болатын бөлшектер екінші дәрежелі бөлшектерге, басқалары - үшінші дәрежеге жатқызылған. Түйіннің бөлшектерінің алмастырулар жүйелері қалыптасады.

Кезең 4. Құн белгісі бойынша салыстырылмалы шыдаммерзімділікті бөлшектердің қорларын арттыруды пішіндеу. Осы кезеңнің міндеттеріне бөлшектердің шыдаммерзімділігін арттырудың пішіндеуі, олардың қорларының шашырауын азайту және бөлшектердің қорларын және құнын максималды қолдануды ескеріп бірлескен алмастыру тобын құрастыру. Сонымен қатар бөлшектер тобының қорлары мен құндарын қолдану коэффициенттерінің өзгерістері бағаланады. Олардың мәндері артқан жағдайда келесі кезеңге өту керек, ал төмендесе – 3 кезеңге қайтып келу қажет және бөлшектерді алмастыру жүйесін өзгерту қажет. Бұл кезеңде компьютер пішіндеуінің нәтижелері қайта жаңғыртуды талап ететін бөлшектердің тізімін құрастыру үшін бастапқы деректер болып табыла алады.

Кезең 5. Жөндеулердің санын азайту мақсатымен бөлшектерді алмастыру жүйелерін және АЖТ оңтайландыру. Бұл кезең бөлшектерді алмастыру үдерістерінің технологиялығын арттыруды және k_A , k_B және k_C түзететін коэффициенттері көмегімен технологиялық жабдықтың өнімділігін пішіндеуді құрайды. Содан соң машинаның түйіндерінің АЖТ құрастырылады және ағымдағы жөндеудің жұмыстарының регламентін оңтайландыру орындалады. Сонымен қатар олардың дәрежесімен сәйкес бөлшектер топтарының қорларының еселілігін қамтамасыз етуін ескеріп бірлескен алмастыру топтарының санын пішіндейді. Жиі істен шығатындықтан үшінші дәрежелі бөлшектер тобының кезекті алмастырулары кез келгенінің істен шығуынан кейін орындалады. Екінші дәрежелі бөлшектер тобының бір бөлшегі істен шықса, екінші және үшінші дәрежелі бөлшектер топтарының бірлескен алмастыруы орын алады. Бірінші бөлшектер тобының бір бөлшегі істен шықса, барлық дәрежелі бөлшектер топтарының бірлескен алмастыруы орын алады. Бірлескен алмастырулар бөлшектерінің әр түрлі топтарының қорларын түйіннің ішінде ғана емес, бір жүйе түйіндерінің арасында да бірқалыпты ұстау керек. Машинаның (агрегаттың) түйінін жөндегенде бөлшектерді алмастыруды жүзеге асыру үшін қажетті бөлшектеу операцияларының кешені орындалатындықтан, мұндай жол орынды көрінеді. Жөндеу жұмыстарының кешенінің тиімділігін бағалау үшін машина түйіндерінің сенімділігін қамтамасыз етуге кететін шығындарды пішіндейді. Егер олар азайса, онда АЖТ картасын әзірлейді. Дегенмен көрсетілген шығындар мәндері артса, бірлескен алмастыру бөлшектерінің топтарын жинақтауды өзгерту үшін 2 кезеңге қайтып келу керек. Компьютерлік пішіндеу және жөндеулер санын оңтайландыру нәтижесінде АЖТ картасы әзірленеді.



Сурет 1 - Ағымдағы жөндеулер жұмыстарының кешенін оңтайландыру негізінде экскаватор гидрожетегінің сенімділігін басқару әдісінің сұлбасы

Машиналарды пайдаланудың тиімділігінің бағалаудың кешенді көрсеткіштерінің бірі техникалық қолдану коэффициенті болып табылады:

$$\alpha_{\text{ти}} = \frac{1}{1 + t_{\text{cc}} \frac{t_{\text{np}}}{t_{\text{но}}}}$$

Орташа ауысымның жұмыс уақытының тұрақты t_{cc} мәнінде техникалық қолдану коэффициентінің мәнін $\alpha_{\text{ти}}$ істен шығуға дейінгі орташа жұмыс уақытын $t_{\text{н.о}}$ көбейтіп, және де машинаның жөндеуде тұратын орташа уақытын азайтып $t_{\text{пр}}$ арттыруға болады.

Машиналар сенімділігінің көрсеткіштерін жақсартуды компьютерлік пішіндеу нәтижесінде жиі істен шығатын бөлшектердің тоқтаусыздығы мен шыдаммерзімділігінің өсімі есебінен техникалық қолдану коэффициентінің $\alpha_{\text{ти}}$ артуын бағалау мүмкін болады. Сонымен қатар, сенімділігін арттыру мақсатымен машиналардың жаңғыртуға мұқтаж бөлшектерінің тізімі жасалады. Осындай ыңғаймен жөндеулер санын, машинаның жөндеуде тоқтап тұратын орташа уақытын $t_{\text{пр}}$ және істен шығуға дейінгі орташа жұмыс уақытын $t_{\text{н.о}}$ қысқартуға мүмкіндік болады.

Үшінші бөлімде бастапқы деректерді алу және әзірленген әдістің ақиқаттығын тексеру үшін үшінші өлшемді топтың біршөмішті әмбебап гидравликалық экскаваторларының сенімділігіне сынау нәтижелері келтірілген.

ЭО-3322, ЭО-3323 экскаваторларының агрегаттарының және жүйелерінің сенімділігі туралы ақпаратты жинақтау Өскемен қаласының кәсіпорнында – Құрылысты механикаландыру басқармасында іске асырылған. Іріктеуге машиналарды таңдағанда біртектілік және қайта көрсетуге болатындық шарты сақтаған. Бақылаулар барысында [N,U,N], [N,U,T], [N,R,T] жоспарларын пайдаланған, $\alpha=0,85...0,90$ сенімді ықтималдықты және іріктеу мінездемелердің дәлдіктерін $\varepsilon=0,10...0,20$ қамтамасыз ету есебімен іріктеу көлемі 20 машинаны құрады. Сонымен бірге, пайдалану сынақтарын аяқтау кезінде әрбір экскаватордың жұмыс уақыты 10 мың мото-сағ. құрады. Бақылаулар кезінде 4068 істен шығулар тіркелді, соның ішінде әрбір машинаға орташа алғанда 203 істен шығу, және де ең көп істен шығулар – олардың гидравликалық жүйесі бойынша (20,67 %) орын алды.

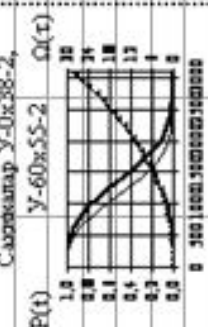
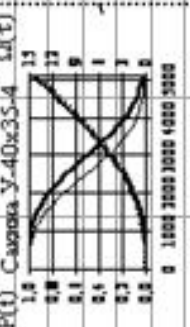
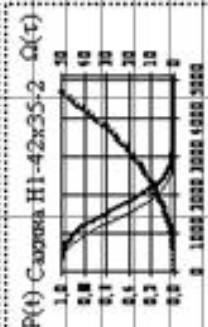
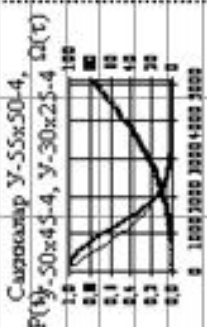
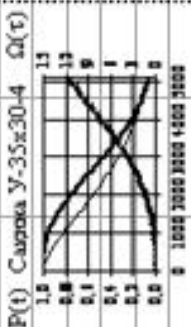
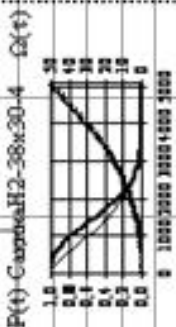
Машиналардың тобы бойынша еңбек шығынының жалпы көлемі 17736,09 адам-сағ. құрады. Бір экскаватордың агрегаттары және жүйелері бойынша жалпы еңбек шығындарының талдауы жалпы көлемнің істен шығуларды жою бойынша ағымдағы жөндеуінің жұмыстарының ең үлкен еншісі (23,13 %) гидравликалық жүйеге дәл келетінін көрсетті. Сынауларды өткізу кезіндегі бір істен шығуды жоюдың еңбексыйымдылығының орташа мәні 4,36 адам-сағ/істеншығу құрады. Сонымен қатар гидравликалық жүйенің бір істен шығуды жоюдың еңбексыйымдылығының мәні орташа деңгейден жоғары – 4,88 адам-сағ/істеншығу.

Қосымша бөлшектер қорының жалпы шығыны 6217,128 мың теңгені құрады. Жүйелер бойынша олардың шығынының талдауы ең көп қосымша бөлшектер шығынын (16,78 %) гидравликалық жүйе талап еткенін көрсетті. Сонымен бірге жеке бөлшектердің істен шығуының ең үлкен еншісінде (19,70 %) гидравликалық жүйеге дәл келеді. Гидравликалық жүйе нашар унификацияланған түйіндер және бөлшектерімен ғана емес, және де олардың шыдаммерзімділігінің төмен деңгейімен бейнеленеді. Экскаваторларды сынау мерзімінде барлығы 7623 алмастыру болса, оның ішінде ең көп бөлігі (28,43 %) гидравликалық жүйеге, және де күштік қондырғыға, беріліс қорабына және артқы белдікке жасалды. Көрсетілген агрегаттардың (жүйелердің) бөлшектерінің алмастыруларының жиынтығы барлық орындалған алмастырулар санының жартысынан асады, бұл олардың аса аз сенімділігін көрсетеді.

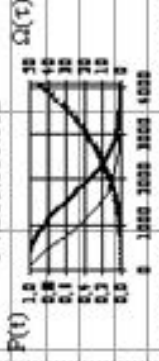
Экскаватордың сенімділігін сынау нәтижелері, оның жиі істен шығатын гидравликалық жүйесі гидрожетектің түйіндерінен тұратынын көрсетті, гидрожетектің түйіндеріне көрсетілген жүйенің істен шығуларының ең көп бөлігі (74,3 %) және қосымша бөлшектер қорының ең көп шығыны (81,2 %) тиесілі. Осыған байланысты, гидрожетектің түйіндері толық зерттеуге алынды.

Гидрожетектің жиі істен шығатын бөлшектері және түйіндері бойынша бірінші және келесі істен шығуларға дейінгі жұмыс уақытының үлестірілулерінің мінездемесі ЭЕМде есептелінген. Шығыс Қазақстан өлкесінің пайдалану жағдайына сәйкес ЭО-3322 экскаваторының гидрожетегінің сенімділігінің жетілдірілген картасы жасалған (сурет 2).

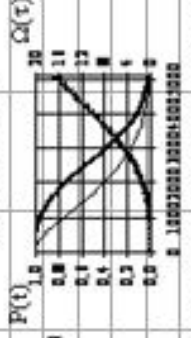
ЭО-3322А экскаваторының гидрожетегінің сенімділік картасы



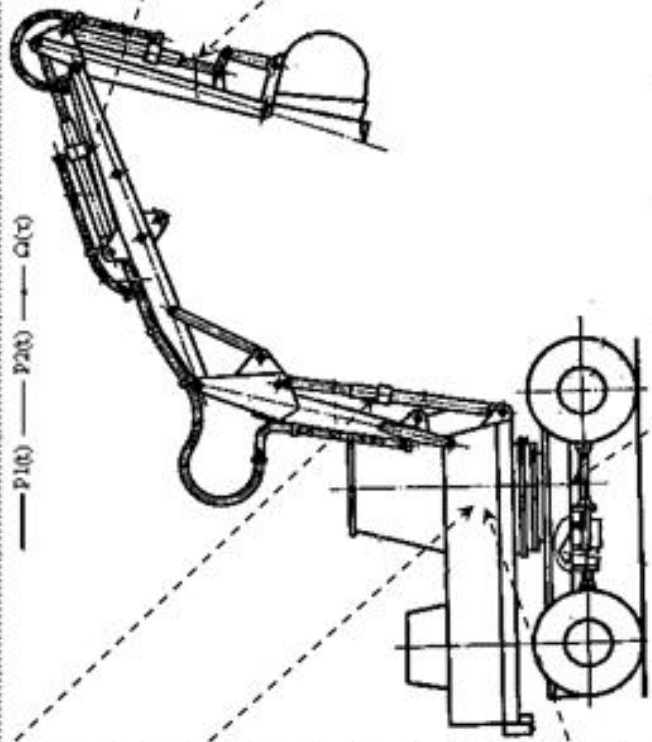
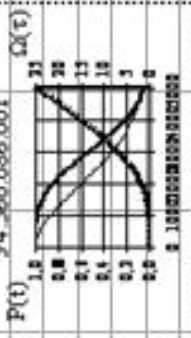
Көлемдері 80x100, 90x120 (Дана), сапталып Н1-90x80-2, У-100x95-2, таларташы У4 560.086.012



Пистык У4 560.081.009

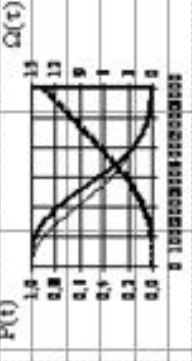


Қазмақ У4 560.086.001

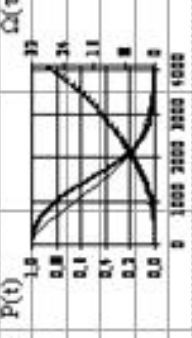


— P(τ) — P20) — Ω(τ)

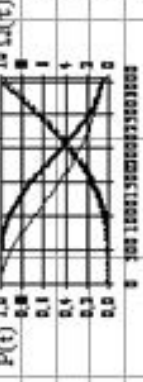
Баракса 30-3322 55.02.000Б рұтмаса 30-3322 55.03.000Б



Сапталып Н1-40x130, ұрғаратш таларташы 3-5015.02.1900.013



Қазмақ У4 560.096.001



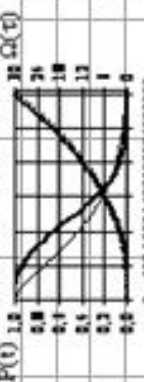
Көлемдері 80x100, 110x140 (Дана), сапталып Н1-90x80-2, У-100x95-2, У-55x50-2, таларташы У4 560.086.012



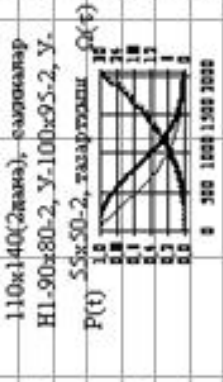
Қазмақ У4 560.096.001



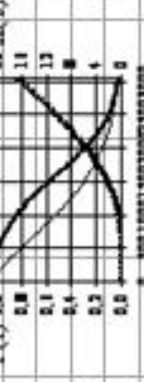
Сорвалық У4 560.096.230



Көлемдері 80x100, 110x140 (Дана), сапталып Н1-90x80-2, У-100x95-2, У-55x50-2, таларташы У4 560.086.012



Қазмақ У4 560.096.220



Төртінші бөлімде компьютерлік модельдеуді қолданып ағымдағы жөндеулер жұмыс кешенін оңтайландыру негізінде экскаватор гидрожетегінің сенімділігін басқару тәсілі мақұлданған.

Алдын-ала гидрожетектің ағымдағы жұмыс кешенін ЭЕМ модельдеуді қолданусыз жасалған. Ол үшін экскаватор түйіндерінің бөлшектеу сұлбаларына сараптау орындалған, ол сараптама ең жиі істен шығатын бөлшектер – нығыздауыштар – бөлшектеудің технологиялық тізбегінде ең төменгі деңгейде (тереңдігі бойынша) орналасқанын көрсетті. Егер нығыздағыш істен шығып қалса, түйінді толығымен түбіне дейін басқа бөлшектерді алып тастап қана алмастыруға болады, сонымен қатар басқа да істен шығып қалуға жақын нығыздағыштарды осындай жолмен алмастыру ғана мүмкін. Сондықтан АЖТ анықтағанда нығыздағыштарды бірлескен алмастыру тобына біріктіру орынды. Бұл тезтөзатын бөлшектер тобын алдын-ала алмастыру арқылы жөндеулер санын азайтуға мүмкіндік береді. Келтірілген алмастыру түрі жұмыста дәстүрлі деп аталған.

Диссертациялық зерттеу барысында экскаватор гидрожетегінің ағымдағы жөндеулер түрлілігінің картасы жасалған, онда түйіндердің алты АЖТ келтірілген. Осы АЖТ картасы гидрожетектің бөлшектерінің тоқтаусыздығын және шыдаммерзімділігін, және де оның түйіндерінің жөндеуге жарамдылығын талдау нәтижесі екенін атап көрсету қажет. Жекелеп алғанда, білектің, жебенің және шөміштің гидрожетектері бойынша анықталған АЖТ құрамына нығыздағыштарды алмастырудың топталған жүйесін және аса қымбат бөлшектердің (қақпақ, соташық) аралас жүйесін енгізеді. Қымбат бөлшектерді алмастыру коэффициенті бір АЖТ 0,33-тен 0,66-ға дейін. Картада алмастырылатын бөлшектер құнын есепке ала отырып 100 АЖТ кететін бөлшектер қорының шығыны көрсетілген.

Экскаватор гидрожетегінің жасалған АЖТ картасын қолдану түйіндер сенімділігінің көрсеткіштерін біраз жақсартуға мүмкіндік береді, жекелеп алғанда, гидрожетектің түйіндерінің сенімділігінің деңгейін 7,2...9,6 % арттырады. Сонымен қатар, олардың сенімділігін қамтамасыз етуге қажет меншікті орташа шығындарын азайту 5,3...6,6 % құрады. Бірақ жасалған АЖТ қолдану түйіндердің бірінші істен шығуға дейінгі орташа жұмыс уақытын арттыруға қабілетсіз, бұл ағымдағы жөндеулер жұмысының кешенін басқарудың дәстүрлі түрінің енжар сипатымен түсіндіріледі, себебі мұнда бөлшектердің тоқтаусыздық және шыдаммерзімділік қасиеттерінің өзгеруі қарсатырылмаған.

Машиналар сенімділігін басқарудың тиімділігін арттыру үшін толығымен жаңа баптар қолдану қажет. Тек ғылыми негізделген әзірлемелер ғана аса жоғары нәтижелерге қол жеткізуге бағытталғанын атай кету керек. Осы диссертациялық зерттеуде ағымдағы жөндеулер жұмыстарының кешенін басқаруда компьютерлік модельдеуді қолдану ұсынылған.

Гидрожетек түйіндерінің сенімділіктерінің көрсеткіштерін компьютерлік модельдеулер нәтижелері негізінде (кесте 1) ұтымды АЖТ картасы жасалған.

Бұл карта гидрожетек түйіндерінің алты АЖТ құралған, онда түйіннің ағымдағы жөндеуге дейінгі жұмыс уақыты, желідегі және цехтағы жөндеу жұмыстарының еңбексыйымдылығы, ауыстырылатын бөлшектер номенклатурасы, құны және олардың ауысымдық коэффициенті есепке алынып 100 АЖТ кететін қосымша бөлшектер қорының қажеттілігі көрсетілген.

Дәстүрлі және диссертант ұсынған жолдарды қолданудың тиімділігінің салыстырмалы талдауы, компьютерлік модельдеуді қолдану сенімділік көрсеткіштерін айтарлықтай арттыруға және гидрожетек түйіндерінің жұмысқа қабілеттілігін қамтамасыз етуге кететін шығындарды азайтуға мүмкіндік бергенін көрсетті. Жекелеп алғанда, гидрожетек түйіндерінің бірінші істен шығуға дейінгі орташа жұмыс уақытын 22,0...103,9 % арттыру, және олардың сенімділігінің деңгейін айтарлықтай – 1,8...3,2 есеге көтеру сәті түседі, ал дәстүрлі жолмен мүмкін емес. Сонымен бірге қаралатын түйіндердің жұмысқа қабілеттілігін қамтамасыз етуге кететін шығындарды 32,6...69,1 % төмендетуге қол жетеді.

Негізінен, игерілген әдіс көмегімен экскаватордың гидрожетегінің ағымдағы жөндеулер жұмыстарының кешенін оңтайландыру машиналарды техникалық қолдану коэффициентін $\alpha_{тн}$ 1,4% арттыруға мүмкіндік береді, сонымен қатар экономикалық тиімділігі бір экскаваторға жылына 34,869 мың теңгені құрайды.

Кесте 1 –Гидрожетек құрастыру бірліктерінің ұтымды ағымдағы жөндеулер түрлілігінің картасы

АЖТ атауы	АЖТ тағайындалуы	А.Ж.дейінгі орташа жұмыс уақыты, мото-сағ	Бір АЖ орташа еңбек сыйымдылығы, адам-сағ		Қосымша бөлшектер қажеттілігі (номенклатурасы, саны, құны)			
			Желде	Цехта	Бөлшектер атауы, каталог (сызба) бойынша нөмірі	Ауысымдық коэффициенті	100 АЖТға	
							Саны	құны, мың. тг.
АЖТ1 – Білек гидроривердің элементтерін ауыстыру	Гидроривердің жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтіру	800	5,17	1,42	Көлшекте 80x100 Көлшекте 110x140* (2 дана) Саязға Н1-90x80-2* Саязға У-100x95-2* Саязға У-55x50-2* Тазартқыш У4.560.086.012* Соталық У4.560.096.230 Қақтақ У4.560.096.001*	1 1 1 1 1 0,5 0,5	100 200 100 100 100 50 50	19,2 60,0 14,4 14,4 13,2 25,2 88,0 62,7
АЖТ2 – Шөлші гидроривердің элементтерін ауыстыру	Гидроривердің жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтіру	1224	5,17	1,42	Көлшекте 80x100 Көлшекте 110x140* (2 дана) Саязға Н1-90x80-2* Саязға У-100x95-2* Саязға У-55x50-2* Тазартқыш У4.560.086.012* Соталық У4.560.096.220* Қақтақ У4.560.096.001	1 1 1 1 1 1 0,5 0,5	100 200 100 100 100 100 50 50	19,2 60,0 14,4 14,4 13,2 25,2 77,0 56,0
АЖТ3 – Жебе гидроривердің элементтерін ауыстыру	Гидроривердің жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтіру	1976	5,17	1,42	Көлшекте 80x100 Көлшекте 90x120* (2 дана) Саязға Н1-90x80-2* Саязға У-100x95-2* Саязға У-40x35-2* Тазартқыш У4.560.086.012* Піспек У4.560.081.009* Қақтақ У4.560.086.001	1 1 1 1 1 1 0,5 0,5	100 200 100 100 100 100 50 50	19,2 55,5 14,4 14,4 12,0 25,2 61,0 48,0
АЖТ4 – Орталық коллекторының элементтерін ауыстыру	Орталық коллекторының жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтіру	1921	23,50	5,25	Қорғаныш тығарық (10 дана) Э-5015.02.1900.013* Саязға Н1-140x130* (5 дана) Саязға Н1-45x38-2* (8 дана) Баязға Э0-3322.55.02.000Б Грыза Э0-3322.55.03.000Б	1 1 0,5 0,5 0,5	1000 500 400 50 50	37,5 97,5 58,0 48,0 40,0
АЖТ5 – Бессекциялы гидробелгідің элементтерін ауыстыру	Гидробелгінің жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтіру	1835	11,67	6,33	Саязға У-55x50-4 Саязға У-50x45-4 Саязға У-30x25-4 Саязға Н2-38x30-4* (2 дана) Саязға У-35x30-4 (2 дана)	1 1 1 1 1	100 100 100 200 200	13,2 12,0 9,6 21,3 16,0
АЖТ6 – Жетісекциялы гидробелгідің элементтерін ауыстыру	Гидробелгінің жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтіру	1924	13,33	6,33	Саязға У-0x38-2 Саязға У-60x55-2* Саязға Н1-42x35-2* (2 дана) Саязға У-40x35-4 (2 дана)	1 1 1 1	100 100 200 200	10,0 13,8 26,2 16,0

* - жетілдірілген сипаттамаларымен бөлшектер

НЕГІЗГІ ТҰЖЫРЫМДАР

1. Эрлангтың екіпараметрлік заңына қатысты істен шығу ағынының көрсеткішін есептеудің аналитикалық тәуелділіктері, сонымен бірге Вейбулл заңына қатысты кездейсоқ мәннің үлестірілулерін композициялық ықтималдығын есептеудің рекурренттік формуласы тұңғыш рет алынған, бұдан машина бөлшектерінің жұмысқа қабілеттілігін қалпына келтіру үдерістерінің көрсеткіштерін анықтау әдістемесін жетілдіру мүмкін болды. Бұл қалпына келтіру теориясының математикалық аппаратының мүмкіндіктерін кеңейтті.
2. Көп тараған қалыпты, экспоненциалды, Эрланг және Вейбулл теориялық үлестіру заңдарына қатысты машиналардың сенімділігін қамтамасыз етуге кететін шығындарды пішіндеу әдістемесі жасалған. Ол машиналар сенімділігін қамтамасыз етуге кететін шығындарды дифференциалды түрде ескеруге мүмкіндік береді, бұл оны қолданудың икемділігін және алынатын нәтижелердің дәлдігін арттырады.
3. Техника-экономикалық белгісі бойынша ағымдағы жөндеулер түрлілігін оңтайландырудың математикалық үлгісі жасалған. Қолданылатын ыңғай машитналар сенімділігін қамтамасыз етуге кететін шығындарды азайтуға, және де бірлескен алмастыру кезінде бөлшектер қорын және құнын тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.
4. Машиналардың сенімділіктерін шектейтін бөлшектерін үш категорияға жіктеу ұсынылған. Бұл машиналардың ағымдағы жөндеулер санын азайту мақсатымен бөлшектердің топтық алмастыруларын кеңінен қолдануға мүмкіндік береді.
5. Машина түйіндерінің сенімділік көрсеткіштерін компьютерлік модельдеуі негізінде олардың ағымдағы жөндеулер түрлілігін құрастыру әдістемесі жетілдірілген. Оны қолдану машиналардың сенімділігінің деңгейін арттырғанда олардың түйіндерінің жұмысқа қабілеттілігін қамтамасыз етуге кететін шығындарды айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді.
6. Ағымдағы жөндеудің жұмыс кешенін оңтайландыру негізінде экскаватордың гидрожетегінің сенімділігін басқару әдісі ұсынылған. Бұл әдісті қолдану машинаны қолдану тиімділігін арттыруды және ағымдағы жөндеулер санын кемітуді қамтамасыз етеді.
7. Әзірленген әдісті мақұлдау үшін нақты жағдайда пайдаланып бақылаудағы экскаваторлар тобы сенімділікке сынақтан өткізілген. Сынақтар нәтижелері гидрожетектің ең жиі істен шығатын түйіндерін бағалауға және қалыпты заңға, Вейбулл және Эрланг заңдарына бағынатын оның бөлшектерінің істен шығулар ағынының жетекші функциясының мәндері келтірілген жетілдірілген сенімділік картасын жасауға мүмкіндік берді.
8. Машиналар сенімділігін қамтамасыз етуге кететін шығындарды азайту мақсатымен ағымдағы жөндеулер жұмыстарының кешенін оңтайландыру орындалған және АЖ дейінгі орташа жұмыс уақыты 800-1924 мото-сағ және АЖ орташа еңбексыйымдылығы 1,42-23,50 мото-сағ үшінші өлшемді топтағы экскаватордың гидрожетегінің түйіндері бойынша 6 АЖТ құралатын ағымдағы жөндеулер түрлілігінің картасы әзірленген. Бұл жүйенің істен шығуға дейінгі орташа жұмыс уақытын 287,3 мото-сағ дейін, ал ЭО-3322 экскаваторының толық жұмыс уақытын 51,0 мото-сағ дейін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар гидрожетек түйіндерінің сенімділігін қамтамасыз етуге кететін меншікті орташа шығындар мәнін 18,352 тенге/мото-сағ, яғни 49,5 % азайтуға болады және машиналарды техникалық қолдану коэффициентін 0,574 ден 0,582 дейін арттыруға болады.

Зерттеулер нәтижелері негізінде үшінші өлшемдік топтың экскаваторларының гидрожетегіне ағымдағы жөндеулер жұмыс кешенін оңтайландыру бойынша ұсыныстар жасалған, олар ҚМБ енгізуге қабылданған. Бір экскаватордың гидрожетегінің ағымдағы жөндеулер жұмыс кешенін оңтайландырудың экономикалық тиімділігі жылына 34,869 мың теңгені құрайды.

Диссертация тақырыбы бойынша жарияланған ғылыми еңбектердің тізімі

1. Надежность гидропривода экскаваторов. Материалы XI Республиканской студенческой научно-технической конференции аспирантов, и молодых ученых «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана» (21-22 апреля 2011г. –Усть- Каменогорск: ВКГТУ).
2. Экскаваторлардың гидрожетек түйіндерінің сенімділігін арттыру жолдары. Жас ғалымдар жаршысы, №6 2011 ж.

РЕЗЮМЕ

АЗАМАТКЫЗЫ САМАЛ ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ УЗЛОВ ГИДРОПРИВОДА ЭКСКАВАТОРОВ

Цель и задачи исследования. Целью исследования является повышение эффективности использования одноковшовых экскаваторов путем управления надежностью их гидропривода на основе оптимизации комплекса работ текущего ремонта.

Исходя из указанной цели, в диссертационной работе поставлены следующие задачи исследования:

- усовершенствовать методику определения показателей процессов восстановления работоспособности деталей машин для наиболее распространенных законов распределения их наработок до отказа;
- предложить математическую модель оптимизации разновидностей текущего ремонта машин и их систем;
- разработать метод управления надежностью гидропривода универсального одноковшового экскаватора на основе оптимизации комплекса работ текущего ремонта с использованием компьютерного моделирования;
- провести эксплуатационные испытания экскаваторов на надежность и выявить конструктивные элементы, лимитирующие безотказность их гидропривода;
- усовершенствовать карту надежности гидропривода универсальных одноковшовых экскаваторов с учетом ведущей функции потока отказов деталей;
- оптимизировать комплекс работ текущего ремонта и разработать карту РТР гидропривода универсального одноковшового экскаватора;
- внедрить результаты исследований в производство и оценить их экономическую эффективность.

Практическая ценность работы заключается:

- в создании усовершенствованной карты надежности гидропривода экскаватора ЭО-3322, позволяющей решать на ее основе инженерные задачи обеспечения эксплуатационной надежности машин с целью повышения эффективности их использования;
- в разработке методики формирования РТР узлов машин на основе компьютерного моделирования показателей их надежности, обеспечивающей более высокий технический уровень управления текущим ремонтом;
- в составлении карты РТР гидропривода одноковшового экскаватора третьей размерной группы, на основе которой разработаны и переданы для внедрения в производство рекомендации по оптимизации комплекса работ текущего ремонта;
- в повышении коэффициента технического использования экскаваторов на 1,4 %, позволяющем получить экономический эффект в размере 34,9 тыс. тенге в год на 1 экскаватор.

Основные научные результаты, которые выносятся на защиту:

- математическая модель оптимизации РТР машин по технико-экономическому критерию;
- методика определения показателей процессов восстановления работоспособности машин применительно к нормальному, экспоненциальному законам, законам Эрланга и Вейбулла;
- метод управления надежностью гидропривода экскаватора на основе оптимизации комплекса работ текущего ремонта с использованием компьютерного моделирования;
- результаты производственных испытаний гидропривода экскаваторов на надежность, позволившие проверить достоверность теоретических исследований.

Диссертация выполнена в Восточно Казахстанском государственном техническом университете им.Д.Серикбаева.

Диссертация выполнена на казахском языке.

ABSTRACT

SAMAL AZAMATKYZY

RELIABILITY ENHANCEMENT OF DRIVING ASSEMBLIES OF EXCAVATOR HYDRAULIC DRIVE

The aim and objectives of the research. The aim of the research is efficiency upgrading of using single-bucket excavator by controlling reliability of their hydraulic drive on the basis of corrective maintenance optimization.

Based on the specified aim the following objectives have been set in the dissertation:

- to improve methods of parameters determination of renewal process of machine details for most widespread distribution law of failure time;
- to recommend mathematical model of corrective maintenance optimization of machines and their systems;
- to develop reliability controlling method of hydraulic drive of a universal single-bucket excavator on the basis of corrective maintenance optimization using computer modeling;
- to test reliability of excavators and identify constructive elements limiting their failure-free performance;
- to improve a map of hydraulic drive reliability of universal single-bucket excavators taking into account leading function of failure flow of details;
- to optimize corrective maintenance and develop a map of corrective maintenance of hydraulic drive of universal single-bucket excavators;
- to implement results of the research in production and to evaluate their economic efficiency.

Practical value of the work consists in

- creation of an updated reliability map of a hydraulic drive of excavator EO-3322 that allows to solve engineering tasks of machine maintainability engineering to increase their efficiency;
- technique development of corrective maintenance of drive assemblies on the basis of computer modeling of their reliability parameters that provides the higher technical level of corrective maintenance;
- mapping of corrective maintenance of a hydraulic drive of a single-bucket excavator of 3rd size group on the basis of which recommendations for corrective maintenance optimization have been developed and implemented in industry;
- increase of industrial application coefficient of an excavator of 1.4 % that allows economic effect to the extent of 34.9 thousand tenge per year for an excavator.

The main research results that will be defended:

- mathematical model of corrective maintenance optimization of machines according to technical-economic criteria;
- methods of maintainability parameters determination in connection with normal law, exponential law, Erlang and Weibull Laws;
- reliability controlling method of hydraulic drive of an excavator on the basis of corrective maintenance optimization using computer modeling;
- results of industrial testing of hydraulic drive reliability of an excavator that allowed to check accuracy of theoretical research.

The dissertation has been written in D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University.

The dissertation has been written in the Kazakh language.