

Қазақстан Республикасының ғылым және жоғары білім министрлігі
Логистика және көлік академиясы

ӘОЖ 621.879.32:504

Қолжазба құқығында

КАУКАРОВ АЛТЫНБЕК КУБАШЕВИЧ

**Төтенше жағдайлар кезінде зардаптарды жоюға арналған бір шөмішті
экскаваторлардың жұмыс органының параметрлерін негіздеу**

6D071300 – Көлік, көлік техникасы және технологиялары

Философия докторы (PhD) дәрежесін
алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесшілер
техника ғылымдарының докторы,
профессор, Солоненко В.Г.

техника ғылымдарының докторы,
профессор, Кочетков А.В.

Қазақстан Республикасы
Алматы, 2022

МАЗМҰНЫ

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР.....	4
ҚЫСҚАРТУЛАР ЖӘНЕ АНЫҚТАМАЛАР.....	5
КІРІСПЕ.....	6
1 ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ЭКСКАВАТОРЛАРДЫҢ ЖАҒДАЙЫ МЕН ДАМУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ.....	11
1.1 Гидравликалық экскаваторларды жетілдірудің негізгі бағыттары.....	11
1.2 Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдарының жағдайы мен даму үрдістері.....	20
1.3 Бөлім бойынша қорытынды.	27
2 СЕЛ ҮЙІНДІЛЕРІНЕН ТАЗАРТУ ҮШІН БІР ШӨМІШТІ ЭКСКАВАТОРЛАРДЫҢ ЖҰМЫС ЖАБДЫҚТАРЫН ҚҰРАСТЫРУДЫҢ НЕГІЗГІ БАҒЫТТАРЫН АНЫҚТАУ.....	29
2.1 Жер қазу машиналарының жұмыс жабдығымен өзара әрекеттесу ортасы ретінде сел топырақ массасының ерекшеліктері.....	29
2.2 Жер қазу машиналарының жұмыс жабдығының негізгі даму үрдістері...	35
2.3 Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс жабдықтарын жобалаудағы негізгі үрдістерді анықтау әдістемесі.....	37
2.4 Жекелеген патенттік шешімдерді салыстырмалы бағалау.....	44
2.5 Бөлім бойынша қорытынды.....	46
3 ГИДРОБАСҚАРЫЛАТЫН ИЕГІ БАР ЭКСКАВАТОР ШӨМІШІНІҢ ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ЖӘНЕ КИНЕМАТИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ ӘДІСТЕМЕСІ.....	48
3.1 Гидробасқарылатын иегі бар экскаватор шөмішінің құрылысы және оның технологиялық операциялары.....	48
3.2 Гидробасқарылатын иегі бар экскаватор шөміші буындарының орналасуын анықтау.....	52
3.3 Экскаватор шөмішінің иектерін жылжыту механизмінің буындары нүктелерінің жылдамдығы мен үдеуін анықтау.....	55
3.4 Бөлім бойынша қорытынды.....	64
4 ГИДРОБАСҚАРЫЛАТЫН ИЕГІ БАР ЭКСКАВАТОР ШӨМІШІН КҮШТІК ТАЛДАУ ӘДІСТЕМЕСІ.....	65
4.1 Экскаватор шөмішінің иектерін ашу механизмін күштік талдау.....	65
4.2 Шөміштің иектерін ашу механизмінің топсаларындағы реакцияларды компьютерлік модельдеу нәтижелері.....	71
4.3 Экскаватор шөмішінің иектерін жылжыту механизмінің гидрожетегінің параметрлерін анықтау.....	74
4.4 Бөлім бойынша қорытынды.....	81

5	СТАТИСТИКАЛЫҚ	МОДЕЛЬДЕУ	НЕГІЗІНДЕ	
	ЭКСКАВАТОРДЫҢ ҰТЫМДЫ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ.....			82
5.1	Гидравликалық экскаватор параметрлерін статистикалық әдістермен негіздеу.....			82
5.2	Гидробасқарылатын иегі бар гидравликалық экскаватордың тиімділігін есептеу.....			90
5.3	Бөлім бойынша қорытынды.....			97
	ҚОРЫТЫНДЫ.....			98
	ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТ ТІЗІМІ.....			100
	ҚОСЫМШАЛАР.....			106

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Осы диссертациялық жұмыста келесі стандарттарға сілтемелер қолданылды:

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрінің 2011 жылғы 31 наурыздағы № 127 бұйрығына сәйкес дәрежелерді беру қағидалары. Қазақстан Республикасының Әділет министрлігінде 2011 жылы 13 мамырда № 6951 тіркелген, 30.04.2020 ж. өзгерістер мен толықтырулар енгізілген.

МЕСТ 7.32-2017 – Ақпараттық, кітапханалық және басылымдық стандарттар жүйесі. Ғылыми-зерттеу жұмысы туралы есеп. Құрылым және рәсімдеу ережелері.

МЕСТ 30067-93. Бір шөмішті әмбебап толық бұрылатын экскаваторлар. Жалпы техникалық шарттар.

МЕСТ 12910 - 79. Бір шөмішті әмбебап экскаваторлар. / Қабылдау ережелері және мерзімді сынау әдістері. М.: стандарттар баспасы, 1980. - 7 б.

МЕСТ 22733 – 2002 Топырақтар. Максималды тығыздықты зертханалық анықтау әдісі.

ҚР ҚЖ 2.03-108-2017. Селден қорғайтын құрылымдарды жобалау. Сәулет, қала құрылысы және құрылыс саласындағы мемлекеттік нормативтер ҚР ҚЖ.

ҚР СТ МЕСТ 15.011-2005–Патенттік зерттеулер.

ҚЫСҚАРТУЛАР ЖӘНЕ АНЫҚТАМАЛАР

ҚЖМ — құрылыс және жол машиналары;
ЖҚТМ — жер қазу-тасымалдау машиналары;
ЖҚМ — жер қазу машиналары;
ЖЖ — жұмыс жабдығы;
КЭ — кесу элементі;
БАК — басты анықтамалық кесте;
ДЭЕМ — дербес электронды-есептеу машинасы;
ҒЗЖ — ғылыми-зерттеу жұмыстары;
ТКЖ — тәжірибелік-конструкторлық жұмыстар;
ҒЗИ — ғылыми-зерттеу институты;
КБ — конструкторлық бюро;
ТД — техникалық деңгей;
БЭ — біршөмішті экскаватор;
КОҒЗИ — көлік құрылысы орталық ғылыми-зерттеу институты;
КИҚИ — Киев инженерлік-құрылыс институты;
ҚАЗҒЗИ — Қазақ геотехникалық зерттеу институты.

Шымтезек — бұл жанғыш минерал ретінде қолданылатын шөгінді борпылдақ тау жынысы. Шымтезек батпақты өсімдіктердің табиғи өлуі және толық емес ыдырауы кезінде шамадан тыс ылғал мен ауаға қол жеткізу қиын болған кезде пайда болады.

Кенжар — тау-кен жұмыстары процесінде жылжитын тау-кен массасының (пайдалы қазбалардың немесе тау жыныстарының) беті.

Драглайн — жебе мен шөміші иілгіш арқанмен байланысқан бір шөмішті экскаватор.

Сел тасқыны — шағын тау өзендерінің бассейндерінде кенеттен пайда болатын су мен тау жыныстары сынықтарының қоспасынан тұратын жылдам арна ағыны.

Үйінді — жер бетінде арнайы бөлінген орынға бос тау жыныстарынан, есептен тыс кедей кендерден және өндіріс қалдықтарынан жасалған үйме.

КІРІСПЕ

Тақырыптың өзектілігі. Қазақстан Республикасында сел үйінділері түзілетін аудандарға Іле Алатауының, Жоңғар, Талас Алатауының, Қаратау, Шу-Іле, Кетмен және Тарбағатай сілемдері жатады.

Сел ағындарының нәтижесінде олардың өту жолдарында тұрғызылатын жасанды қорғаныс құрылыстарының жанында сел топырақ ортасы (СТО) жинақталады, ол судан және сумен тасымалданатын қираған тау жыныстарынан, балшықтан, саздан, құмнан және әртүрлі іріліктегі тастардан тұрады, олар үлкен жылдамдықпен қозғалады. Селге қарсы құрылыстарды салу және пайдалану, сел қалдықтары мен үйінділерді тазарту ерекше сел топырақты ортаға бейімделген тиімді жұмыс жабдықтары бар механикаландыру құралдарын таңдаусыз мүмкін емес.

Бөгеттер, селтұтқыштар тұстамаларында ең қиын өңделетіні ірі сынғыш топырақтар болып табылады, олар төтенше жағдайларда кеңінен қолданылатын жер қазатын машиналардың (ЖҚМ) тиімділігін арттыру мақсатында арнайы жұмыс жабдықтарын (ЖБ) құруды талап етеді.

Сел шөгінділерін және басқа үйінділерді игеру үшін пайдаланылатын жер қазу және жер қазу-тасымалдау машиналарының жұмыс жабдықтарының дәстүрлі конструкциялары осындай жағдайларда жұмыстар жүргізу үшін бейімделмеген, бұл олардың өнімділігінің 20-25% - ға төмендеуіне әкеліп соғады.

Сондықтан, осы машиналардың функционалдық мүмкіндіктерін кеңейтуге мүмкіндік беретін, ірі сынғыш қосындылары бар сел үйінділерін тазарту үшін бір шөмішті экскаваторлардың (БЭ) арнайы мақсаттағы жаңа жұмыс жабдығын ұсыну және параметрлерін негіздеу бойынша мәселелер қазіргі таңда **өзекті** болып табылады.

Жұмыстың идеясы — бұл машиналардың сел үйінділерінің ірі сынғыш топырақтарынан тазарту үшін, олардың функционалдығын кеңейту мақсатында бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс жабдықтарының конструкциясын жетілдіру жолдарын іздеу.

Зерттеудің мақсаты. Сел үйінділерінің ірі сынғыш топырақтарынан тазарту кезінде функционалды, технологиялық мүмкіндіктердің кеңеюін қамтамасыз ететін, гидробасқарылатын шөмішпен жабдықталған экскаватордың жаңа жұмыс жабдықтарының негізгі параметрлерін негіздеу.

Зерттеу әдістері. Зерттеудің жалпы әдістемесі бір шөмішті экскаватордың жұмыс жабдығының өзекті мәселелері, сел топырақты ортаны тазартуға арналған технология және осы технология бойынша жұмыс істейтін жұмыс жабдығы мен олардың жаңа конструктивтік іске асырылуы арасындағы өзара байланысты құрумен айқындалады. Зерттеу барысында инженерлік болжау әдістері, жол-құрылыс машиналарын қолдану әдістері, теориялық механиканың ережелері, машиналар мен механизмдер теориясы, ықтималдық теориясы мен математикалық статистика, компьютерлік модельдеу әдістері қолданылды.

Зерттеу нысаны — бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс жабдықтарының негізгі техникалық және технологиялық параметрлері, ЖҚМ жұмыс жабдықтарының әсер ету объектісі ретінде сел топырақ ортасының гранулометриялық құрамы.

Зерттеу пәні — аналитикалық зерттеулер, статистикалық және компьютерлік модельдеу негізінде экскаватор шөмішінің гидробасқарылатын иегін жылжыту механизмінің геометриялық, кинематикалық және күштік параметрлерін анықтау болып табылады.

Зерттеу міндеттері. Жұмыстың идеясы мен мақсатына сәйкес зерттеудің келесі міндеттері қойылған:

- Іле Алатауының солтүстік беткейіндегі сел топырақтарының гранулометриялық құрамын анықтау;

- бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс жабдықтарының конструкциялары туралы патенттік ақпаратқа талдау жасау, олардың дамуының негізгі үрдістерін анықтау, патенттердің морфологиялық жіктелуін жасау, патенттеу динамикасының математикалық тәуелділіктерін алу, БЭ ЖЖ жетілдірудің перспективалық бағыттарын анықтау және ұсыну;

- экскаватор шөмішінің гидробасқарылатын иегінің жұмыс жабдығын жылжыту механизмінің геометриялық және кинематикалық параметрлерін анықтау әдістемесін жасау, оның буындары нүктелерінің позицияларын, жылдамдығын және үдеуін анықтау;

- шөмішінің гидробасқарылатын иегі бар экскаватордың жұмыс жабдығын жылжыту механизмінің күштік талдау әдістемесін жасау, механизм буындарындағы реакцияларды анықтау;

- статистикалық және компьютерлік модельдеу негізінде бір шөмішті экскаваторлар мен оның жұмыс жабдығының ұтымды параметрлерін анықтау;

- сел үйінділерінен тазарту үшін гидробасқарылатын иегі бар экскаватор шөмішінің параметрлерін негіздеу бойынша теориялық зерттеулерге талдау жасау.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы:

- ЖҚМ ЖЖ-мен өзара әсерлесу объектісі ретінде Іле Алатауының солтүстік баурайындағы (үлкен Алматы, Шамалған,) өзендер бассейндерінің сел топырақтары фракцияларының жиынтық құрамының гранулометриялық құрамы анықталды;

- белгілі морфологиялық классификация негізінде ЖҚМ жұмыс жабдықтарының конструкцияларын дамытудың негізгі тенденциялары анықталды, патенттеу динамикасының теңдеулері алынды және сел жолдарын ірі сынғыш топырақтардан тазарту үшін гидробасқарылатын иегі бар экскаватор шөмішінің жаңа конструкциясы ұсынылды, оның жаңалығы өнертабыс патенттермен расталды;

- буындардың нүктелерінің орналасуын, координаталарын анықтаудың алгоритмдері мен әдістері жасалды, гидробасқарылатын иегі бар экскаватор шөмішінің жылжыту механизмінің тәуелсіз контурларының тұйықталу

теңдеулері векторлық түрде алынды, бұл буындардың бұрыштық жылдамдығы мен үдеуін анықтауға мүмкіндік берді;

- кинематикалық параметрлердің сандық мәндерін алуға, құрылымдық схеманы таңдауға, жұмыс жабдығы буындарының өлшемдерін анықтауға мүмкіндік беретін ДЭЕМ бағдарламасы түрінде жүзеге асырылатын экскаватордың гидробасқарылатын иегі бар шөмішін жылжыту механизмін кинематикалық талдау алгоритмі жасалды;

- машинаның негізгі параметрі – шөміш сиымдылығы бойынша бір шөмішті экскаваторлар мен жұмыс жабдықтарының параметрлерінің өзгеруінің ең ықтимал диапазондарын таңдау үшін корреляциялық тәуелділіктер алынды;

- сыртқы жүктемелерден туындайтын экскаватор шөмішінің гидробасқарылатын иегі механизмінің кинематикалық жұптарындағы байланыс реакциясын анықтауға мүмкіндік беретін тәуелділіктер алынды;

- экскаватор шөмішінің гидробасқарылатын иегінің параметрлерін негіздеу үшін теориялық және компьютерлік модельдеу зерттеулерінің нәтижелеріне талдау жасалды.

Қорғауға келесі мәселелер шығарылады

- әр түрлі инженерлік объектілерді (бөгеттер, дамбалар, сел ұстағыштар және т. б.) салу және сел үйінділерінен тазарту кезінде ЖҚМ байланысқа түсетін топырақтың неғұрлым кең таралған түрлерін анықтауға мүмкіндік берген Іле Алатауының солтүстік баурайындағы өзендер бассейндерінің (үлкен Алматы, Шамалған) гранулометриялық құрамын, сел топырақтары фракцияларының жиынтық құрамын анықтау бойынша нәтижелер;

- патенттердің БЭ ЖЖ бойынша морфологиялық жіктелуі; олардың даму үрдістерін анықтауға мүмкіндік беретін патенттеу динамикасының теңдеулері; гидробасқарылатын иегі бар экскаватор шөмішінің жаңа конструкциясы, оның жаңалығы ҚР патенттерімен расталған;

- буындар нүктелерінің орналасуын, координаталарын анықтау алгоритмдері мен әдістері; буындардың бұрыштық жылдамдықтары мен үдеулерін анықтауға арналған экскаватор шөмішінің гидробасқарылатын иегін жылжыту механизмінің тәуелсіз контурларының векторлық түрдегі тұйықталу теңдеулері;

- экскаватор шөмішінің гидробасқарылатын иегін жылжыту механизмін кинематикалық талдау алгоритмі, кинематикалық параметрлердің сандық мәндерін анықтауға арналған ДЭЕМ бағдарламалары, құрылымдық схеманы таңдау, экскаватордың жұмыс жабдықтарының буындарының өлшемдерін есептеу;

- механизм буындарына әсер ететін сыртқы жүктемелерден туындайтын кинематикалық жұптардағы байланыс реакциясын анықтауға мүмкіндік беретін, ашылатын гидробасқарылатын иегі бар шөміштің аспалы жабдығын кинетостатикалық талдау әдістемесі;

- машинаның негізгі параметрі – масса бойынша экскаваторлар мен оның жұмыс жабдықтарының параметрлерінің өзгеруінің ықтимал диапазондарын таңдауға арналған корреляциялық тәуелділіктер.

Жұмыстың тәжірибелік құндылығы — сел үйінділерін ірі сынғыш топырақтардан тазарту кезінде жер жұмыстарын жүргізу үшін гидробасқарылатын иегі бар экскаватор шөмішінің конструкциясын, есептеу әдістерін және параметрлерін таңдау болып табылады.

Жұмыс нәтижелерін жүзеге асыру. Зерттеу нәтижелері жүзеге асырылды:

- «Қазақавтожол» ЖШС АОФ және «Нектар» өндірістік кооперативі үшін іс жүзінде маңызды ретінде, экскаватордың гидробасқарылатын иегі бар жаңа шөмішті жобалау және жасау кезінде;

- М.Тынышбаев атындағы ҚазККА-да және Қ.Жұбанов атындағы АӨМУ-де оқу процесінде 5В071300 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» мамандығы бойынша студенттерді дайындау кезінде.

Апробация. Зерттеу нәтижелері келесі жерлерде баяндалды: «Көліктегі инновациялық технологиялар: білім, ғылым, тәжірибе» ХLII халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы, ҚазККА, Алматы қ., 18 сәуір 2018 ж.; «Көліктегі инновациялық технологиялар: білім, ғылым, тәжірибе» ХLIII халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы, ҚазККА, Алматы қ., 17 сәуір 2019 ж.; VIII Халықаралық ғылыми Сібір көлік форумы (Транссібір-2019), Новосибирск, Ресей, 22-27 мамыр 2019 ж.; «Көліктегі инновациялық технологиялар: білім, ғылым, тәжірибе» ХLIV халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы, ҚазККА, Алматы қ., 17 сәуір 2020 ж. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері Логистика және көлік академиясының «Автокөлік құралдары және өміртіршілік қауіпсіздігі» кафедрасының және Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университетінің «Көлік техникасы, тасымалды ұйымдастыру және құрылыс» кафедрасының ғылыми семинарларында және мәжілістерінде талқыланып, баяндалды.

Жарияланымдар. Диссертациялық жұмыстың негізгі ғылыми нәтижелері ҚР, жақын және алыс шетелдердің басылымдарында жарияланған 12 мақалада көрсетілді. Ғылыми қызметтің негізінде нәтижелерін жариялау үшін ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған басылымдардың арасынан «ҚазККА хабаршысы» журналына 3 мақала, «Қазақстан өндіріс көлігі» журналына 1 мақала және «ЕҰУ хабаршысы» журналына 1 мақала жарияланды. Scopus (Скопус) деректер базасында CiteScore (СайтСкор) бойынша процентиль көрсеткіші кемінде 25 (жиырма бес) болатын басылымдарда 1 мақала жарияланды. Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференцияларда 4 баяндама жасалды және талқыланды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, мазмұннан, 5 негізгі бөлімінен, қорытындыдан, қосымшалардан тұрады. Жұмыстың мазмұны 105 беттен тұрады, 14 кестеден, 43 суреттен, 86 атаулы пайдаланылған әдебиеттер тізімінен, 40 беттен тұратын 7 қосымшадан тұрады.

Кіріспеде диссертациялық зерттеу тақырыбының өзектілігі негізделді, жұмыстың идеясы, зерттеу мақсаты, әдістері, нысаны мен міндеттері тұжырымдалды, ғылыми жаңалығы сипатталды, алынған нәтижелердің тәжірибелік құндылығы көрсетілді.

Бірінші бөлімде жер қазу техникасын және олардың ЖЖ жақсарту

бойынша зерттеулер мен талдау жасалды, олар ірі сынғыш қосындылары бар сел топырақтарын тазарту үшін қолданылатын дәстүрлі типтегі ЖҚМ жұмыс жабдығы мұндай ортаға бейімделмегенін көрсетті.

Екінші бөлімде бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдары бойынша патенттік ақпараттың морфологиялық жіктелуі жасалды, патенттеу динамикасының теңдеулері алынды, белгілі бір конструктивті шешімнің даму перспективасы анықталды.

Үшінші бөлімде бір шөмішті экскаватордың жаңа жұмыс органының гидроиегінің позицияларын анықтау алгоритмі мен әдісі жасалды. Механизм буындарының бұрыштық жылдамдығы мен үдеуін анықтауға мүмкіндік беретін векторлық түрде көрсетілген БЭ шөмішінің гидробасқарылатын иегінің жылжыту механизмінің тәуелсіз контурларының тұйықталу теңдеулері алынды.

Төртінші бөлімде кинетостатикалық талдау және кинематикалық жұптардағы байланыс реакциясын анықтауға мүмкіндік беретін механизм буындарына әсер ететін сыртқы жүктемелерден пайда болатын экскаватор шөмішінің гидроиегін ашу механизмінің кинематикалық жұптарындағы байланыс реакциясын анықтау әдістемесі ұсынылған.

Бесінші бөлімде әзірленген бағдарламаны және Microsoft EXEL-2007 электрондық кестелерімен жұмыс істеуге арналған сызықтық бағдарламалар пакетінің стандартты функциясын қолдана отырып, жұптық корреляциялық талдау жасалды және бір шөмішті экскаваторлар мен олардың жұмыс жабдықтарының негізгі параметрлерін байланыстыратын 18 регрессия теңдеуі алынды. Осы теңдеулерге сәйкес келетін графикалық тәуелділіктер ДЭЕМ-да салынды. Әр түрлі жұмыс органдарымен қазу жұмыстарын жүргізу кезінде интегралды және жалпыланған көрсеткіш бойынша бір шөмішті экскаваторлардың тиімділігін есептеу әдістемесі келтірілді.

Қорытындыда жұмыстың негізгі нәтижелері келтірілген және сипатталған, тиісті тұжырымдар жасалған.

1 ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ЭКСКАВАТОРЛАРДЫҢ ЖАҒДАЙЫ МЕН ДАМУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

1.1 Гидравликалық экскаваторларды жетілдірудің негізгі бағыттары

Бір шөмішті экскаваторлар жер жұмыстарын механикаландырудың негізгі құралы болып табылады, олар құрылыстағы жер жұмыстарының жалпы көлемінің шамамен 45% құрайды [1].

Олар тек жер жұмыстарын жүргізу үшін ғана емес, сонымен қатар тиеу-түсіру жұмыстары үшін, құрылыс конструкцияларының жекелеген элементтерін монтаждау және бөлшектеу үшін, оның ішінде қысылған жағдайларда, жұмыс істеп тұрған кәсіпорындарды қайта құру жұмыстары кезінде және т.б. қолданылады [2].

БЭ жобалау және пайдалану сипаттамаларын жақсартудың теориясына және практикаға үлкен үлес қосқандар: Ю.А. Ветров [3], Д.П. Волков [1, с. 18], Н.Г. Домбровский [4], А.Н. Зеленин [5], В.Л. Баладинский [6], Е.М. Кудрявцев [7], И.А. Недорезов [8], Д.И. Федоров [9], Л.А. Хмара [10], Р.А. Қабашев, [11], Б.К. Синчев [12], Т.А. Баймолдаев [13] және т.б. Есептеу әдістемесін және стандарттарын енгізуге елеулі үлес қосқандар: В.И. Баловнев [14], М.Я. Агароник [15], И.Л. Беркман [16], А.В. Раннев [17], А.К. Рейш [18] және т. б. (НПО ВНИИстройдормаш). БЭ математикалық модельдеу және автоматтандырылған жобалау мәселелері келесі жұмыстарда қарастырылған В.Г. Ананин [19], А.Г. Григорьев [20], Н.Н. Живейнов [21], Л.Б. Зарецкий [22], Г.Н. Карасев [23], В.Я. Крикун [24], Е.Ю. Малиновский [25], В.П. Павлов [26], А.Ф. Клаус [27] және т.б.

Ірі сериялы бір шөмішті гидравликалық экскаваторлар ТМД, АҚШ, Ұлыбритания, Германия, Жапония, Канада, Италия, Франция, Швеция және әлемнің басқа да елдерінде шығарылады. Жетекші шетелдік экскаватор өндіруші фирмалардың қатарына: «Либхер» (Германия және Франция), «Атлас», «Демаг», «Оренштайн-Коппель» және «Фаун» (Германия), «Катерпиллер», «Керинг», «Дрессер», «Линк-Бельт» (АҚШ), «Хитачи», «Като», «Комацу», «Кобелко», «Сумитомо» (Жапония), «Поклен» (Франция), «Брайн-Хай-мек» (Ұлыбритания), «Фиат-аллис», «Фаи» және «Бенати» (Италия), Ресейдің экскаватор зауыттары және басқалары.

Шетелдік фирмалар бір шөмішті құрылыс экскаваторларының барлық түрлерін шығарады: гидравликалық, арқанды (модельдердің шектеулі санында), аспалы және арнайы (шағын экскаваторлар, экскаватор-жоспарлаушылар, теміржол және т.б.). Әр түрлі шассии бар экскаваторлар арасында ең көп саны-шынжыр табанды және пневматикалық доңғалақты машиналар [1,34 б.].

Бір шөмішті экскаваторлар мақсаты бойынша үш негізгі топқа бөлінеді: әмбебап құрылыстық - құрылыстағы жер қазу және тиеу - түсіру жұмыстарына арналған; карьерлік - карьерлерде жұмыс істеуге және кен және көмір кен орындарын, сондай-ақ тау жыныстарын игеруге арналған карьерлік; аршығыш - пайдалы қазбаларды (көмір, кен) ашық тәсілмен қазу үшін арналған. Соңғы топқа қуатты жаяу жүретін экскаваторлар-драглайндар да кіреді, олар тау-кен

жұмыстарында тау жыныстарының жоғарғы қабаттарын қазылған кеңістікке лақтыру үшін, сондай-ақ ірі гидротехникалық құрылыстар салу үшін қолданылады.

Осы негізгі топтардан басқа, белгілі бір жағдайларда пайдалануға арналған арнайы экскаваторлар шығарылады: жер асты-пласттың жоғары қуаты кезінде пайдалы қазбаларды жер астында игеру үшін; тоннельді - тоннель қазу кезінде жарылған тау жыныстарын тиеу үшін, шымтезекті - шымтезек өндіру үшін және т. б.

Соңғы жылдары шөміш сыйымдылығы 0,6-1 м³ болатын модельдік машиналардың жалпы санының өсуі, сондай-ақ сыйымдылығы 1 м³-ден асатын шөміші бар модельдерінің одан әрі дамуы тұтынушылардың ауыр және өнімділігі жоғары машиналарды сатып алуға деген ұмтылысымен түсіндіріледі. Машиналарды жетілдіру кезінде олардың параметрлерін жақсарту үрдісі байқалады. Сонымен, салмағы 8-9 т, 0,25-0,4 м³ шөміштері бар машиналар негізінде салмағы 11-12 т, ауыстырылатын шөміштері 0,65 м³ болатын машиналар жасалады. Бұл III және IV өлшемді топтардың машиналарында айқын көрінеді. Салмағы 1 тоннаға дейін және одан да жеңілдірек шағын экскаваторларды жасау үрдісі байқалады. Ұлыбританияда салмағы 0,4 тонна болатын ультра жеңіл экскаватор жасалған. Шағын экскаваторлар өндірісі құрылыс экскаваторларына қарағанда кең қолдану саласы бар миниатюралық жер қазатын машиналардың жаңа түрін жасауды ескертеді.

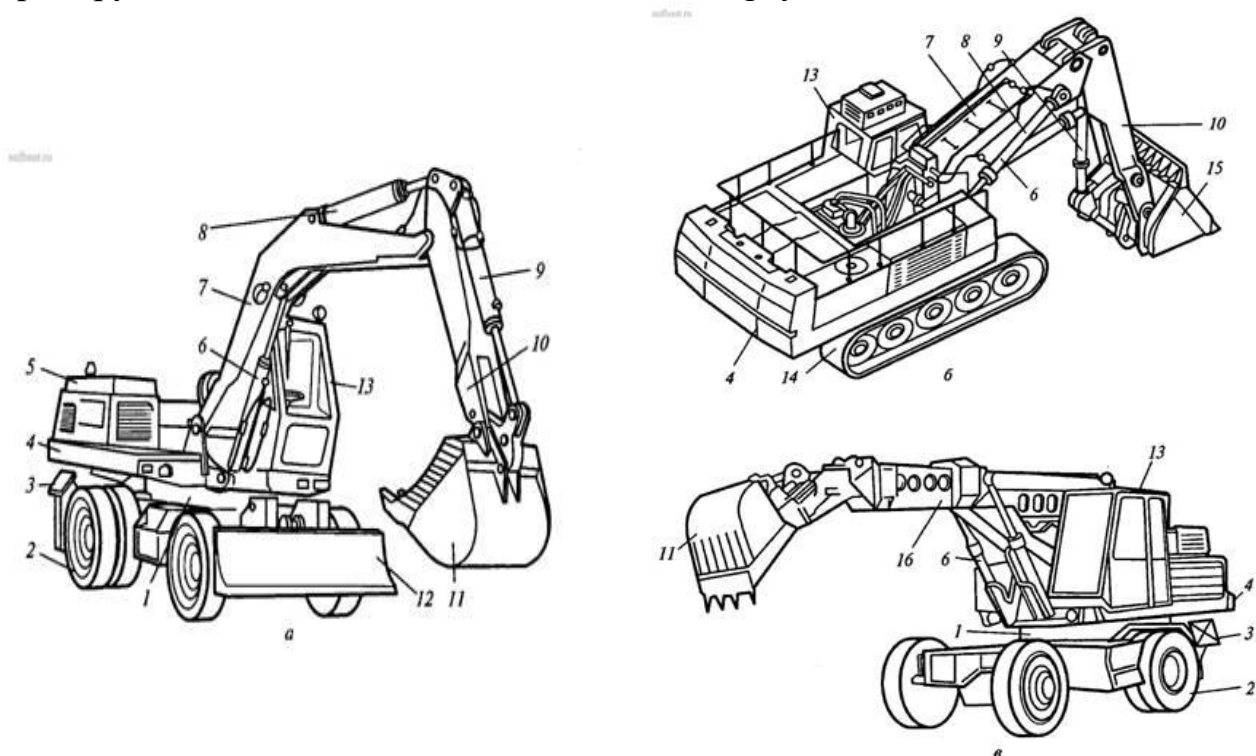
Құрылыс экскаваторларын дамытудың маңызды ерекшелігі жұмыс жылдамдығының артуы арқылы олардың өнімділігін арттыру болып табылады, бұл алдыңғы экскаватор модельдерімен салыстырғанда 15-20% - ға жеңілдетілген және шөміштердің сыйымдылығының 20-30% - ға төмендетілген кезде бірдей өнімділікті қамтамасыз етуге мүмкіндік берді (жұмыс аймағының геометриялық параметрлері, қазу күші және қуаты тең жағдайда) [28,29,30,31,32,33,34].

Бірқатар көрсеткіштер мен параметрлерді талдау көрсеткендей, масса экскаваторлар үшін негізгі параметр ретінде қабылданады. Машинаның пайдалану массасы базалық машина мен оператордың массасын, жұмыс жабдығының қабылданған жиынтығының массасын, ыдыстарға құйылған отын, май, жұмыс сұйықтығын салқындатуға арналған судың массасын, сондай-ақ, егер көзделген болса, бос шөміштің массасын қамтиды.

Гидравликалық экскаваторлар-бұл қуатты қозғалтқыштан жұмыс механизмдеріне беру үшін гидравликалық көлемді жетекті қолданатын жұмыс жабдықтарының қатты аспасы бар көп моторлы машиналар болып табылады. Гидравликалық экскаваторлардың параметрлері МЕСТ 30067-93 «Бір шөмішті әмбебап толық бұрылатын экскаваторлар» реттеледі [35]. Механикалық экскаваторлармен салыстырғанда гидравликалық экскаваторларда ауыстырылатын жұмыс жабдықтарының кең спектрі бар, олардың саны үнемі өсіп келеді, жұмыс жабдықтарының негізгі және қосалқы қозғалыстарының саны көп, бұл олардың технологиялық мүмкіндіктерін едәуір кеңейтеді және

жер жұмыстарын механикаландырудың жоғары деңгейін қамтамасыз етеді, әсіресе қысылған жағдайларда.

Гидравликалық жетек мүмкіндік береді: трансмиссия мен жұмыс жабдығының кинематикасын едәуір жеңілдетуге; ауыспалы жұмыс жабдығының номенклатурасын кеңейтуге; машинаның габариттерін кішірейтуге; жұмыс операцияларын ұтымды үйлестіруге; күш қондырғысының қуатын барынша пайдалануға; машиналардың мобильділігі мен әмбебаптығын арттыруға және орындалатын жұмыстардың сапасын жақсартуға, қол жеткізу қиын жерлерде жер жұмыстарын орындауға мүмкіндік беретін ауысымдық жұмыс органдарына сигнал беруге; қозғалыстың бірқалыптылығын және жұмыс жабыдығының дәл бағдарлануын қамтамасыз етуге; үлкен (1,5...2 есе) қазу күштерін беруге; машиналардың өнімділігін орташа есеппен 30-35%-ға арттыруға; машинистің еңбек жағдайын жақсартуға.



1-тірек-бұрылу құрылғысы; 2-пневмодөңгелек жүріс құрылғысы; 3 - сыртқа шығару тірегі; 4 - бұрылу платформасы; 5 - күш қондырғысы; 6,8,9 - жебенің гидроцилиндрлері; 7 - жебе; 10 - сабы; 11 - кері күрек шөміші; 12-бульдозер үйіндісі; 13-машинист кабинасы; 14-шынжыр табанды жүріс құрылғысы; 15-тік күрек шөміші; 16-телескопиялық жебе

1.1 сурет-Жұмыс жабдығының қатты аспасы бар бір шөмішті гидравликалық толық бұрылатын экскаваторлар

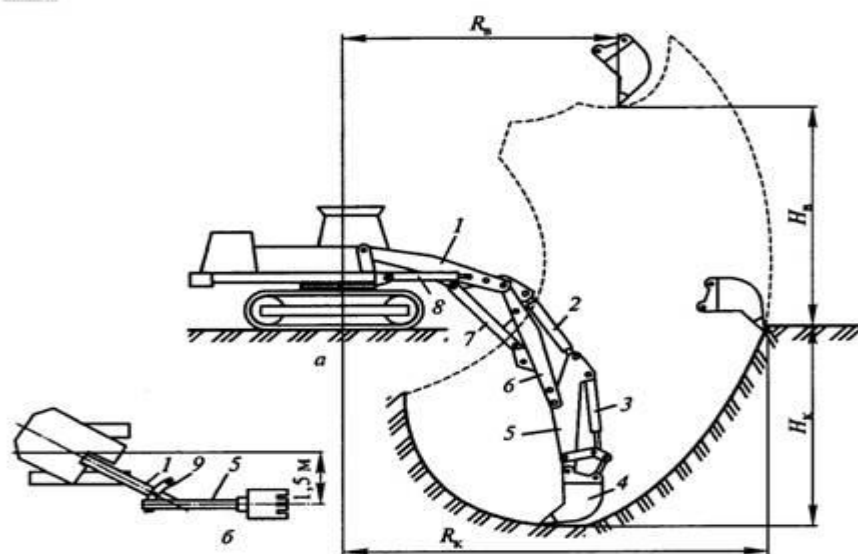
Гидравликалық экскаваторлар бөлінеді: 1.1, а, б суреттеріне сәйкес топсалы-иінтіректі гидравликалық экскаваторлар және телескопиялық (1.1, в сурет) жұмыс жабдығы бар, оларды ұстап тұру және іске қосу үшін қатты байланыстар - гидравликалық цилиндрлер қолданылады. Топсалы-иінтіректі жабдықтың негізгі жұмыс қимылдары-жебенің түсу бұрышын өзгерту, жебеге

қатысты шөмішпен сапты бұру және шөмішті сапқа қатысты бұру, телескопиялық – телескопиялық жебені шығару-тарту.

Топсалы-иінтіректі жұмыс жабдығы бар гидравликалық толық бұрылатын экскаваторлар бірыңғай құрылымдық схемалар, агрегаттар мен түйіндерді кең біріздендіру негізінде құрылды және 3-5-ші өлшемді топтармен жаппай шығарылады. Мұндай экскаваторлардың ауыспалы жұмыс жабдығының жетегі қос әрекетті гидроцилиндрлерден, ал платформаны бұру және машинаның қозғалысы жеке гидромоторлардан жүзеге асырылады.

Кері күрек гидравликалық экскаваторлардың жұмыс жабдықтарының ең көп таралған түрі болып табылады және экскаватордың тұрақ деңгейінен төмен орналасқан ойыстарды қазуға арналған.

Кері күректің жабдық жиынтығына 1.2 а суретіне сәйкес кіреді: Г-пішінді моноблокты жебе немесе ұзындықтары өзгермелі құрамдас бөліктері 1, 6, сабы 5, айналмалы шөміш 4 және жебені көтеретін, сабын және шөмішті бұратын гидравликалық цилиндрлер 2, 3, 8. Топырақты қазу шөмішті сапқа қатысты бұру және жебеге қатысты сабын бұру арқылы жүзеге асырылады. Қазуды тек қозғалмайтын сабына қатысты шөмішті бұру арқылы жүзеге асыруға болады, бұл жұмысты қысылған жағдайларда, сондай-ақ жер асты коммуникацияларына жақын жерде жүргізуге мүмкіндік береді.



1.2-сурет. «Кері күрек» жұмыс жабдығы бар экскаватор

«Кері күрек» жабдығы бар экскаваторлардың тұтынушылық және конструкциялық сапасын сипаттайтын негізгі параметрлерге мыналарды жатқызуға болады: қозғалтқышының қуаты $N_{дв}$, түсірудің ең жоғары биіктігі H_B , тұрағының деңгейінде қазудың ең үлкен радиусы R_K , түсірудің ең жоғары биіктігі H_B және шөміші төмен бұрылған кездегі түсірудің ең жоғары биіктігі H_{B0} , номиналды (кері күрек шөмішінің геометриялық сыйымдылығы) q , сорғы қондырғысының қуаты N_H . Қосымша параметрлер ретінде мыналарды

қарастыруға болады: жебе ұзындығы L_S , саптың ұзындығы L_P , шөміш радиусы R_K , 1.2-суретке сәйкес шөмішпен қазудың ең үлкен күші F_K .

Басты, негізгі және қосымша параметрлер бойынша қатар коэффициенттері белгіленуі мүмкін, олар ретінде аралас типтік өлшемдердің (үлкеннен кішіге қарай) қатынасын алу қабылданған.

Машинаның типтік өлшемі (массасы) неғұрлым көп болса, ол кесу жиегінде соғұрлым көп күш жұмсай алады, бірақ шөміштің топыраққа ену қабілетін экскаватордың массасы, оның қуаты мен механизмдері қамтамасыз ететін күш емес, кесу жиегінің ұзындығының бірлігіне келетін меншікті қысым F_K/h қатынасы сипаттайды.

Шөмішті бұру тек қазуды ғана емес, сонымен қатар топырақты түсіруді, сонымен қатар кенжардың негізін тазартуды жүзеге асырады. Қазу кезінде кесілген жоңқалар қалыңдығы жебені көтеру немесе түсіру арқылы реттеледі. Құрама жебе тереңдігін H_K және қазу радиусын R_K (сондай-ақ түсіру биіктігін H_B) өзгертуге мүмкіндік береді, бұл әр түрлі сыйымдылықтағы ауыспалы профильді шөміштермен бірге экскаваторды қолдану аясын кеңейтуге және оны әр түрлі топырақ жағдайларында максималды өнімділікпен пайдалануға мүмкіндік береді.

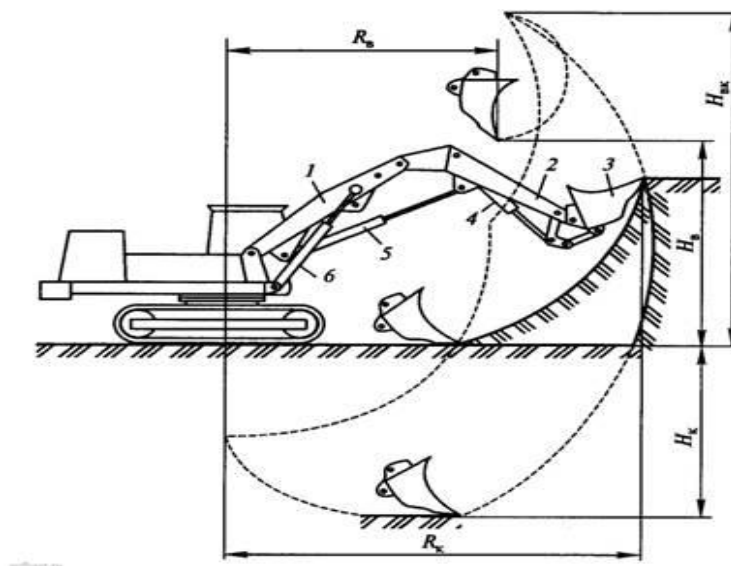
Құрама жебенің негізгі 1 және ұзартылатын 6 бөліктері топсамен және 7 тартқышпен жалғанады, оны орнату арқылы ұзартқыш бөлігінде әр түрлі позицияларға жебе ұзындығының өзгеруіне қол жеткізіледі. Жебенің негізгі бөлігіне тік күрек, грейфер және тиегіш жабдығы орнатылады. Гимараттар мен басқа да құрылыстардың іргетастарына жақын жұмыс істеген кезде, сондай-ақ траншеяларды қазу кезінде осі экскаватордың бойлық осіне сәйкес келмейтін кері күрек жабдықтарда 1.2, 6 суреттеріне сәйкес арнайы аралық вставканы қолданады, бұл 5 сапты гидроцилиндрмен жебенің 7 бойлық осіне жоспарда бұрышпен орнатуға мүмкіндік береді. Вставка қазу осінің машинаның бойлық осіне қатысты 1,5 м дейін жылжуын қамтамасыз етеді. Жылжымалы қазу осі бар жабдық гидравликалық экскаваторлардың артықшылықтарының бірі болып табылады.

Айналмалы шөміші бар *тік күрек* 4-6 өлшемді топтардағы экскаваторда кеңінен қолданылады және машинаның тұрақ деңгейінен жоғары (негізінен) және төмен топырақты игеруге, сондай-ақ 1.3-суретке сәйкес тиеу жұмыстарына арналған.

Тік күрек жабдығына 1 жебе, 2 сабы, 3 шөміш және 4, 5, 6 жебені көтеруге, сабын және шөмішті бұруға арналған гидравликалық цилиндрлер кіреді. Топырақты қазу машинадан кенжарға қарай қозғалатын сабын және шөмішті бұру арқылы жүзеге асырылады. Жоңқаның қалыңдығы жебенің көтерілуімен немесе түсуімен реттеледі. Түсіру кезінде шөміш 4 гидравликалық цилиндрмен бұрылады. Айналмалы шөміші бар тік күрекпен кенжардың негізін жоспарлауды және тазартуды жүзеге асыра аласыз.

Экскаватордың әрбір түр өлшемінің меншікті қысым бойынша қолдану шектері болады, олар мынаны құрайды: массасы 11 т машина үшін -7-ден 10,6

т/м-ге дейін; 14 т үшін-12,6-дан 15,6 т / м-ге дейін; 17 т үшін-12,6-дан 18,4 т/м-ге дейін; 19 т үшін-12,6-дан 18,4 т / м-ге дейін; 19 т-20 т үшін 12,6 - 28 т/м дейін.



1.3-сурет-Тік күрек жұмыс жабдығы бар экскаватор

Экскаваторлардың заманауи шетелдік жұмыс органдарына шолу бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс жабдықтарын дамыту мен жетілдірудің негізгі үрдістерін анықтауға мүмкіндік берді (1.4-сурет). Экскаваторлардың өнеркәсіптік үлгілерінде өткізілген Жапония, Германия, Францияның алдыңғы қатарлы фирмаларының әзірлемелерін атап өткен жөн. БЭЖЖ жетілдірудің негізгі бағыттары оларды әртүрлі өндірістік және жер-топырақ жағдайларында пайдалану үшін жұмыс органдарының кең спектрін құру болып табылады. Шөміштердің негізгі құрылымдық түрлері-грейферлер, иегі бар шөміштер, экскаваторлардың ротациялық ЖО, құрылыс материалдарын тиеуге-түсіруге арналған қармауыштар, айналмалы ұсатқыштар, көп функциялы екі иегі бар шөміштер. Мысалы, ONE - TP фирмасы жер қазу, құрылыс, бұзу, карьер, тау-кен өндірісі, қалдықтарды өңдеу, өнеркәсіптік, тиеу-түсіру жұмыстары, орман шаруашылығы, ландшафт шаруашылығына арналған 80-нен астам материалды ұсынады.

TP сериялы айналмалы ұсатқышы бар экскаваторлар жұмыс салмағы 6-дан 110 тоннаға дейін 9 модель шығарады. ЖО ауыстырылатын жүздермен және ұштықтармен жабдықталады. Бұл үлгінің ерекшелігі-белгілі бір операцияны орындауға арналған жұмыс органының шектеулі функционалдығы.

CaT экскаваторына арналған гидравликалық айналмалы грейфер алдыңғы типтегі үлкен блоктық тастарды тиегенде тиімді. Nippon қармауышты шөміштер әсіресе құрылыс саласында тиімді.

MD сериялы экскаваторлар жұмыс салмағы 1,5-нан 60 тоннаға дейін 9 модель шығарады. Грейферлік типтегі жұмыс органдары ауыстырылатын төменгі қалақтармен жабдықталады және ірі тастарды өңдеу кезінде тиеу-түсіру құралы ретінде пайдаланылады.

Жер жұмыстары кезінде, әсіресе, ашылатын және жабылатын алдыңғы бөлігі бар әмбебап шөміштер тиімді болуы мүмкін. Келтірілген өнеркәсіптік үлгілер орташа және ауыр күш жүктемесі бар қазбаларда пайдаланылады.



а) Ірі сынықтарды ұсақтау үшін (Жапония)



б) Грейферлі шөміш (Германия)



в) Жүк тиеу шөміші (Италия)



г) Тиеу шөміші (Ресей)



д) Грейфер (Италия)



ж) Грейфер (Ресей)



з) Грейфер(АҚШ)



и) Гидравликалық айналмалы грейфер (Англия)



к) Шанышқы мен қармауыштар (Польша) л) Шанышқы мен қармауыштар (Германия)



Сурет 1.4-Экскаваторлардың шетелдік арнайы алынбалы жұмыс органдары

Ransun Machinery CO, LiMiTed экскаватор шөміштеріне гидравликалық басқарылатын алдыңғы клапаны бар, жұмыс бөлігі тістен жасалған, жұмыс органының ұстау қабілетін жақсарту үшін саусақтар түрінде шығарады. Бұл техникалық шешімде, жабдықтың оңтайлы таңдалған геометриялық параметрлері болса да, шөміштің ең маңызды бөлігі – иектер пассивті функцияны орындайды. Иектерінің өңделетін массаға әсер ету бұрышын арттыру арқылы шөміштермен массаны қармау тиімділігін арттыруға болады.

Біздің ойымызша, органдардың мұндай шамадан тыс полифункционалдылығы негізгі модельдің үлкен энергия сыйымдылығы және әр түрлі физикалық және механикалық сипаттамалары, ылғалдылығы, фракциялық құрамымен ерекшеленетін сел топырақтарын дамытуда соңғысын пайдалану кезінде негізгі жұмыс шөміштердің төмен бейімділігі сияқты жалпы кемшілікке ие. Сел топырақтарының өзіне тән ерекшелігі олардың көпқұрамды болуы, әр фазалылығы және ең маңыздысы, құрылымдық қосылулардың әр түрлілігі болып табылады, бұл топырақтардың әр түрлі құрауыштарын қармау және бекіту тиімділігін төмендетеді. Перспективалық шешім шөміштердің басқарылатын жұмыс элементін, атап айтқанда, басқарылатын иектерін пайдалану арқылы шөміштердің функционалдығын арттыру болуы мүмкін.

Шөміштердің мақсаты олардың меншікті көрсеткіштерге сәйкестігін анықтайды. Шөміш массасы мен оның сыйымдылығы G/q арасындағы, сондай-ақ ұзындығының бірлігіне келетін күш F_K/h арасындағы қатынастар

экскаватордың типтік өлшеміне және топырақ түріне байланысты сипаттамалық мәндерге ие.

Блокты-модульдік құрастыру (БМК) және роботтандырылған технологияға бағытталған экскаваторлар өндірісі тұжырымдамасы дамуда. Мұндай технологияларды «Либхер», «Оренштайн және Коппель» фирмалары әзірлейді немесе жапондық «Хитачи», «Като» фирмалары игерген.

Жалпы құрылыс мақсатындағы экскаваторлар үшін екі сорғы жетегін пайдалану (мұнда екі сорғы да күштік болып келеді) перспективалы шешім болып табылады. Сонымен қатар, платформаны бұру үшін үшінші реттелетін және реверсивті сорғыны қолдана отырып, кіші өлшемді машиналарда үш сорғы жетегін қолданудың тұрақты тенденциясы байқалады.

Жалпы құрылыста қолданылатын сериялық шетелдік машиналардың конструкцияларында (40 тоннаға дейін) гидро-, пневмо- және механикалық аккумуляторларды қолданумен байланысты жаппай, жергілікті және рекуперацияның басқа түрлері негізінде энергия үнемдейтін шешімдер жоқ. Шетелдік экскаваторлардың схемалары ТМД өндірісінің экскаваторларынан коммутацияның қарапайымдылығымен және жетекті басқарудың күрделілігімен ерекшеленеді. Энергияны үнемдеу ұтымды, оңтайлы жетекке жақын: нөлдік қондырғыларды, қайталама реттеуді, кесуді, жетекті реттеудің үш режимдік жүйелерін қолдану арқылы шешіледі.

Ресейлік экскаваторларда сорғыны екінші рет басқару, шамадан тыс жүктеме кезінде сорғыны кесу, нөлдік қондырғы шешімдерін қолдану - прогрессивті бағыттар болып табылады, экскаватор құрылысының заманауи тенденцияларына сәйкес келеді және оларды барлық экскаваторларда енгізу қажет.

Микропроцессорлық техника экскаватор жетегін басқаруды автоматтандыру үшін кеңінен қолданылады. Мұндай жүйелер әр түрлі мақсаттағы және сыныптағы экскаваторларда енгізілген, себебі бұл перспективалы болып табылады.

Екі блокты үлестіргіштерді (төрт золотник бойынша) пайдалана отырып коммутациялық шешімдер жұмыс жабдығының қозғалысын біріктіруді қамтамасыз ету, негізгі гидромеханизмдерге толық қуатты жеткізу жөніндегі міндеттерді шешуді қамтамасыз етеді. Сонымен бірге, осы бағытта гидрожүйенің функцияларын кеңейтудің кез-келген мүмкіндігі (үш сорғы жетегін, үш блокты құрылымды қолдану) гидрожүйенің мүмкіндіктерін кеңейтеді.

Негізінен Жапонияда шығарылатын микроэкскаваторларда қазу осін ығыстыру мүмкіндігі үшін жебенің өкшесі тік бағанға орнатылады. Мұндай схеманың артықшылығы-қазуды жұмыс жабдығы қамтамасыз ететін толық тереңдікке ығыстыру кезінде жұмыс істеу мүмкіндігі. Алайда, тік топсаның (бұрылыс бағанасының) орналасуы нәтижесінде жебеде емес, айналмалы платформада осьтің жылжуы төмендейді (0,5—0,6 м). Сонымен қатар, қазу осінің ығысуының барлық схемаларында басқару пультінен жұмыс органына

көрініс тек бүйірден қисайып қамтамасыз етіледі, бұл оператордың жұмысын қиындатады.

Гидравликалық экскаваторлардың жұмысы кезінде энергияны үнемдеу маңызды мәселе болып табылады. Экскаваторлар жұмысының энергия сыйымдылығын бағалаудың ыңғайлы критерийі - шығарылған топырақ көлемінің бірлігіне келетін отын шығыны болып табылады.

Қозғалтқыш отынның жылу энергиясын механикалық энергияға айналдыру процесінде отынның жылу энергиясының шамамен 35-40% қолданылады. Қалған 60-65% пайдаланылған газдармен шығарылады және қозғалтқышты салқындату жүйесіне беріледі. Экскаваторларда кең таралған аксиальды-поршеньдік сорғылардағы жоғалтулар көлемдік және гидромеханикалық жоғалтулардан тұрады. Реттелетін сорғылардың жалпы ПӘК шамасы орта есеппен 90% құрайды және олардың конструкциясына байланысты айтарлықтай аралықта өзгереді. Сорғы жетегінің редукторларының ПӘК-і 98-98,5% құрайды. Циклдегі "сорғы-механизм" желісіндегі ең үлкен жоғалтулар үлестіргіш золотниктерінде жұмыс қозғалыстарының жылдамдығын дроссельдік реттеу процесінде және бастапқы қауіпсіздік клапандарында пайда болады. Ағызу магистральдарында, атқарушы механизмдерде және қайталама сақтандыру клапандарында жоғалтулар біршама төмен.

Осылайша, дизель қозғалтқышының ПӘК-ін (шамамен 40 %) және диаграмма бойынша гидравликалық жетектің орташа ПӘК-ін (шамамен 50 %), гидравликалық экскаватордағы отын энергиясын түрлендірудің толық ПӘК-і шамамен 20% құрайды. Шөміш пен оның тістерінің пішініне, оператордың біліктілігіне, жұмыс жабдықтарының массасына байланысты жұмыс жабдығының ПӘК-ін ескере отырып, гидравликалық экскаватордың ПӘК-інің мәні одан да аз болады.

Құрылыс гидравликалық экскаваторларын жетілдірудің негізгі бағыттары олардың өнімділігін арттыру, технологиялық мүмкіндіктерді кеңейту, сенімділік пен төзімділікті арттыру, топырақты өңдеуге кететін энергияны азайту болып табылады. Ауыр және жеңіл экскаваторларды жасау арқылы пайда болатын гидравликалық экскаваторлардың өлшемді қатарының кеңеюі шетелде жер қазатын машиналардың жаңа түрлерінің - карьерлік және шағын гидравликалық экскаваторлардың пайда болуына әкелді.

Гидравликалық экскаваторлардың технологиялық мүмкіндіктерін жетілдіру жебенің, сабының және шөміштің айналу бұрыштарының ұлғаюымен, ауыспалы жұмыс жабдықтарының номенклатурасының кеңеюімен және оларды ауыстыру уақытының қысқаруымен байланысты.

Шетелдік экскаватор-құрылыс фирмаларының көпшілігі құрылыс экскаваторларының ауыстырылатын жұмыс жабдықтарының жиынтығына моноблокты да, ауыстырылатын саптар мен шөміштер жиынтығы бар құрама жебелер де кіргізеді. Сонымен қатар, жеңіл модельдерде бүйірлік қазу жабдықтары да бар.

Салмағы 12-14 тоннаға дейінгі гидравликалық экскаваторларда платформаны айналдыратын гидравликалық мотормен тәуелсіз қоректендіретін шестернялы сорғылары бар үш ағынды орташа қысымды жүйелер жиі кездеседі.

Гидравликалық экскаваторлардың күштік қондырғылары жұмысының энергия сыйымдылығын тікелей отын бүркетін және үрлеу мүмкіндігі бар, рычагтар мен педальдарды бейтарап күйге орнату кезінде айналу жиілігін автоматты түрде төмендететін, сорғылардың берілуін автоматты түрде азайтатын дизельді қозғалтқыштарды қолдану жолымен төмендету үшін бірқатар іс-шаралар іске асырылуда.

1.2 Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс жабдықтарын жетілдіру жағдайы мен үрдістері

ЖҚМ ЖЖ даму үрдістерін анықтаудың және олардың құрылымдарын болжаудың негізгі әдістері патенттік ақпаратты талдау негізінде инженерлік болжау әдістері болып табылады.

Жер қазу техникасы саласында [36,37], [44-46] еңбектері кеңінен танымал.

Бір шөмішті экскаваторлардың жабдықтары ауыспалы жұмыс жабдығы мен жұмыс органдарына бөлінеді. Экскаваторда ауыспалы жебе немесе сабы ауыспалы жұмыс жабдығы, ал ауыспалы шөміш ауыспалы жұмыс органы болып табылады. Соңғысын қосымша күш жетегі (гидротаптау, гидробалта) бар және қосымша күш жетегін қажет етпейтін органдарға - басқа нысандағы немесе сыйымдылықтағы ауыспалы шөмішке (бульдозер отвалы) бөлінеді. Маңызды топ - көп мақсатты жұмысқа арналған жұмысшы аспалы органдар болып табылады. Жетекші жер қазатын машиналардың бірі гидравликалық толық және толық бұрылмайтын бір шөмішті экскаватор болып табылады [8,23 - бет; 9,29-бет; 10,45-бет; 17,36-бет; 33,29-бет].

1.5-суретке сәйкес гидравликалық экскаваторлардың ауыспалы жұмыс органдары ретінде кәдімгі жер жұмыстарын жүргізу кезінде әр түрлі сыйымдылықтағы кері күректі 1-3 және тік күректі 4 шөміштер қолданылады.

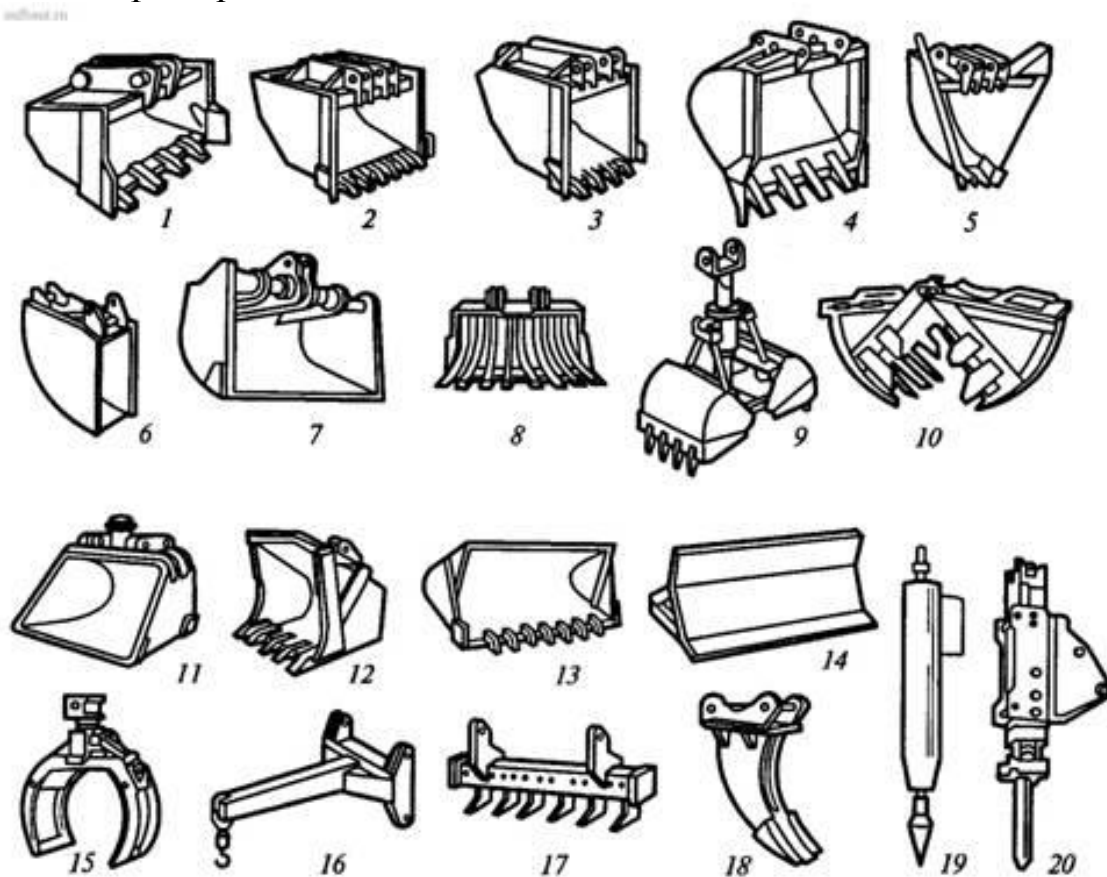
Дренаж жұмыстарына арналған 5 және тар траншеяларды қазуға арналған 6 шөміштер, жоспарлау 7 және тазалау 8 жұмыстарына арналған тістері бар және тұтас кесетін жиегі бар шөміштер, траншеялар мен қазаншұңқырларды қазуға арналған 9 және ірі кесекті материалдар мен тастарды тиеуге арналған екі жағы бар 10 грейферлер. Тиеу жұмыстарына арналған сыйымдылығы үлкен тиеу шөміштері 11-13, бульдозер үйінділері 14 шұңқырларды, траншеяларды және шағын котловандарды көмуге арналған, құбырлар мен бөренелерді тиеуге арналған қармауыштар 15, әртүрлі жүк көтергіш және монтаждау жұмыстарына арналған кран аспасы 16, көп тісті 17 және бір тісті 18 мұздатылған және тығыз топырақты қопсытуға және асфальт жабындарын сындыруға арналған қопсытқыштар, пневматикалық, гидравликалық 19 және гидропневматикалық 20 көп мақсатты жартасты және мұздатылған топырақты, темір-бетон конструкцияларын, кірпіш қалау мен іргетастарды бұзуға арналған ауысымды жұмыс құралдары бар балталар, тау жыныстарының габариттерін ұсақтау,

топырақты нығыздау, қадалар мен шпунттарды батыру. Теспелер мен ұңғымаларды бұрғылауға арналған бұрғылары бар және т.б.

Ауыстырылатын жұмыс жабдықтарының негізгі түрлеріне тікелей және кері күректер, грейфер, тиегіштер жатады. Мұздатылған топырақты қазу үшін қопсытқыш жабдықтар мен гидробалталар кеңінен қолданылады.

Патенттік ақпаратты талдау негізінде анықталған шөміштердің негізгі конструкциялары жіктелген және 1.6 суретте келтірілген.

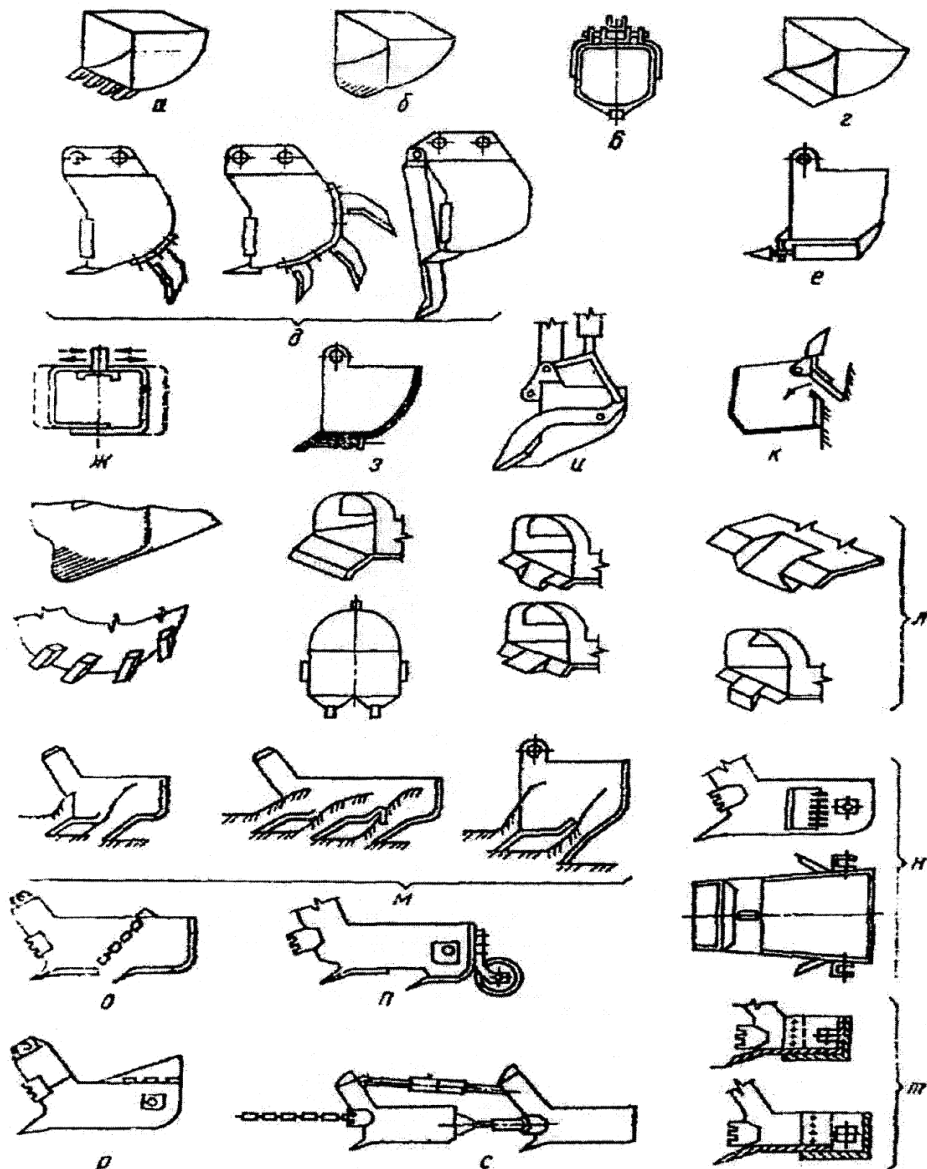
Бірінші бағытқа кескіш пышақтарды, тістерді, жиектерді модернизациялаудан тұратын әзірлемелер кіреді. Ең көп таралған-бұл тістер түрінде КЭ жетілдірілетін конструкциялар. Бұл 1.6 а суретіне сәйкес шөмішті топыраққа тиімді енгізуді және топырақты массивтен бөлуді қамтамасыз ететін қарапайым жүйелер.



1.5-сурет-Гидравликалық экскаваторлардың ауыспалы жұмыс органдары

ҚОҒЗИ конструкциясының шөміштерінде кесу жиегі жоспарда дөңес пішінді және көлденең қимада жартылай шеңберлі етіп жасалады, бұл 1.6 б суретіне сәйкес шөміште топырақтың кесілуіне және қозғалуына қарсылықты азайтуға көмектеседі. Топыраққа жартылай шеңберлі кесу жиектерін енгізуді жеңілдету үшін олар тістермен жабдықталған.

Тас қоспалары бар сел топырақтарында мұндай шөміштердің тиімділігі төмендейді, сондықтан 1.6 в суретіне сәйкес кескіш тіс орналасқан үшбұрышты пішінді кесу жиегі бар КИҚИ конструкциясының шөміштерін пайдалану қажет.



а-тістері бар шөміш; б, в-ҚОҒЗИ шөміші; г-КИҚИ шөміші; д-ауыстырмалы қопсытқышы бар шөміш; е-белсенді қозғалыс шөміші; ж-ені реттелетін шөміш; з-газ майы бар шөміш; и-пышақпен тазаланған шөміш; л – әртүрлі кесу жиектері бар шөміштер; м, н, о, п-екі пышақты шөміштер; р-қондырмасы бар шөміштер; с-құрама шөміштер; т-жылжымалы шөміштер

1.6 сурет-Бір шөмішті экскаваторлардың шөміштерінің жіктелуі

Жоғарыда қарастырылған кесу жиектерінің конструкциясын траншеялар мен котловандардың түбін тазарту, аландардың негізін жоспарлау үшін пайдалану мүмкін емес. Сондықтан, соңғы операциялар үшін шөміште 1.6 г суретіне сәйкес тік сызықты кесу жиегі орнатылады немесе 1.6 и суретіне сәйкес жиналмалы пышақ бар арнайы құрылғы қолданылады.

1.6 д суретіне сәйкес шөміштің артқы жағына немесе негізгі тістердің алдыңғы жағына орнатылатын жеңіл алынбалы қопсытқыш тістерді экскаваторлардың шөміштерімен берік және мұздатылған топырақты жою үшін

қолданылады. Шөмішті жабдықты жетілдіру энергияның бір бөлігін тікелей шөмішке беруді қарастырады, мысалы, пневматикалық балғамен жабдықталған және 1.6 е суретіне сәйкес берік, жартасты, мұздатылған және мәңгі қатып қалған топырақты өңдеуге арналған шөміштер.

Кенжарларда жұмыс істейтін тік күрек сияқты экскаваторлардың шөміштері үшін қозғалғысы кезінде жұмыс жабдығының бос жүрісінің болуы тән. Кері жүрісті тиімді пайдалану үшін ұсынылатын шөміш 1.6 ж суретіне сәйкес екі жақты әрекет ететін топсалы орнатылған пышақтың көмегімен оны түсіру кезінде кенжардан топырақты кесуді жүзеге асырады.

Шөміштің қозғалғысы кезінде жұмыс жабдығының бос жүрісінің болуымен сипатталатын сыртқы және ішкі үйкелісті жою арқылы топырақтың қазу кедергісін төмендетудің тиімді әдісі экскаватор шөмішінің беттерін 1.6 з суретке сәйкес сығылған газбен майлауды қолдану болып табылады.

Кесу жиектерінің әртүрлі конфигурациялары кең таралған: тар жартылай дөңгелек, КЭ траекториясының ығысуымен түзу сызықты, 1.6 л суретіне сәйкес КЭ комбинациялық ұқсастықтары.

Шөміш конструкциясының мынадай кемшіліктері: топырақты қазуға үлкен қарсылық, топыраққа нашар енгізу, мысалы, тік сызықты кесу жиегімен, траншеяның түбін жартылай шеңберлі шеттермен нашар тазарту және т. б. 1.6 м, н, о, п суреттеріне сәйкес екі пышақты қазу жүйесі бар шөміштерде жойылған.

Келесі драглайндардың шөміштері қолданылады: сыйымдылықты арттыру үшін қондырмасы бар 1.6 р-сурет; қосылу есебінен реттелетін сыйымдылығы бар 1.6 е-сурет; сондай-ақ 1.6 т-суретіне сәйкес ашылмалы шөміштер.

Көп жылдық зерттеулер негізінде экскаватор шөміштері конструкциясының кесу жиектерінің әртүрлі формалары жасалған, олар 1.7-суретте келтірілген.

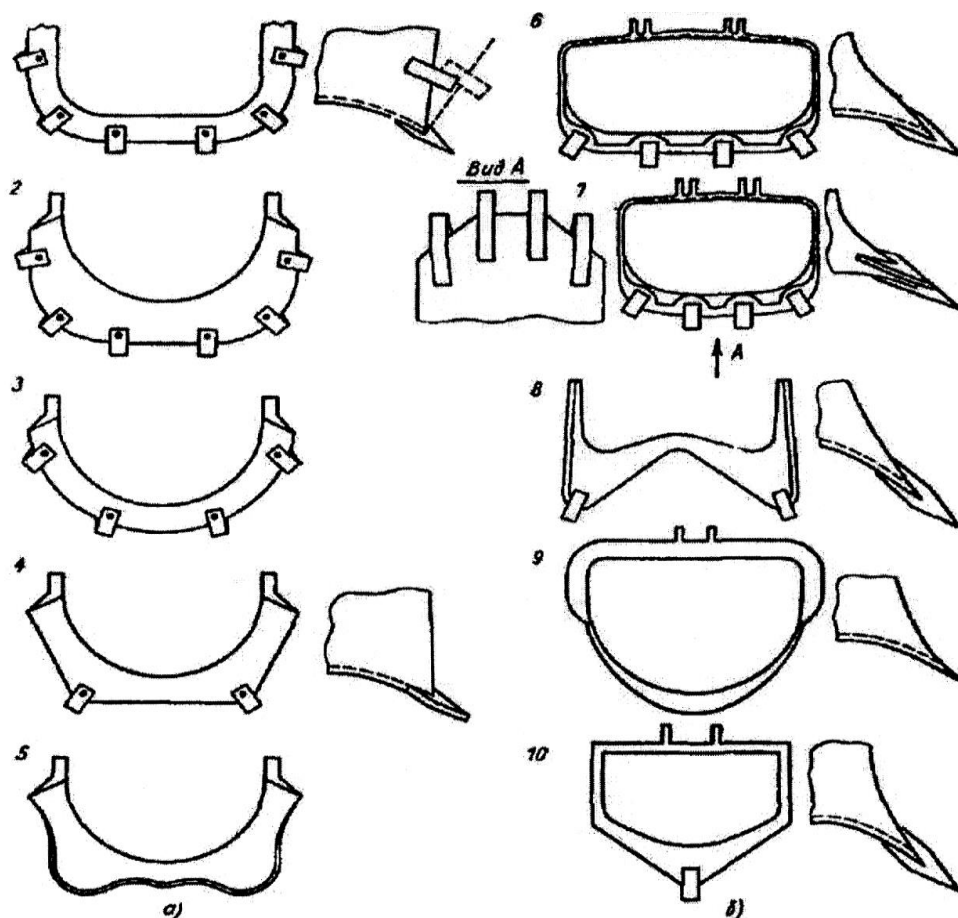
1, 2, 3 және 7 пішіндері кеңінен қолданылады. Үйкеліс күшін азайту үшін бір шөмішті экскаваторлардағы шөміштің кесу жиегінің бүйір бөліктері оның ортаңғы бөлігінен алыстатылып, қазіргі заманғы конструкциялардың шөміштеріндегідей 30-40° бұрышпен артқа еңкейтіледі.

Топырақ қазудың меншікті кедергісін және энергия сыйымдылығын төмендету мақсатында Ю.А. Ветров, Д. И. Федоров және т. б. авторлар көп шөмішті және бір шөмішті экскаваторлардың кесу жиектерінің 4,9,10 пішіндерін ұсынды [3,45 б; 9,56 б.].

Алайда, топырақты кесу мен қазудың тиімділігін арттырудың барлық резервтері толық зерттелмеген, атап айтқанда, кейбір ЖҚМ кесу жиектерінің пішіні жеткілікті жетілдірілмеген. Сондай-ақ, жабысқақ біртекті сел топырақтарындағы жұмыс мәселесін одан әрі зерттеу қажет, мұнда шөмішті босату маңызды міндет болып табылады.

Түсіруді жеңілдету үшін шөміштің алдыңғы қабырғасының дірілін қолдануға талпыныс жасалды, бірақ әзірге бұл әдіс атқарушы органның конструкциясының күрделілігіне және дірілдің, тұтастай алғанда, машина мен машинистке теріс әсеріне байланысты кең таралған жоқ.

Мұның бәрі экскаватор шөмішімен орындалатын барлық процестерді ескере отырып, шөміш пішіні мен кесу жиегін таңдауға жан-жақты көзқарасты қажет етеді.



а- көп шөмішті экскаваторлар; Б-бір шөмішті экскаваторлар

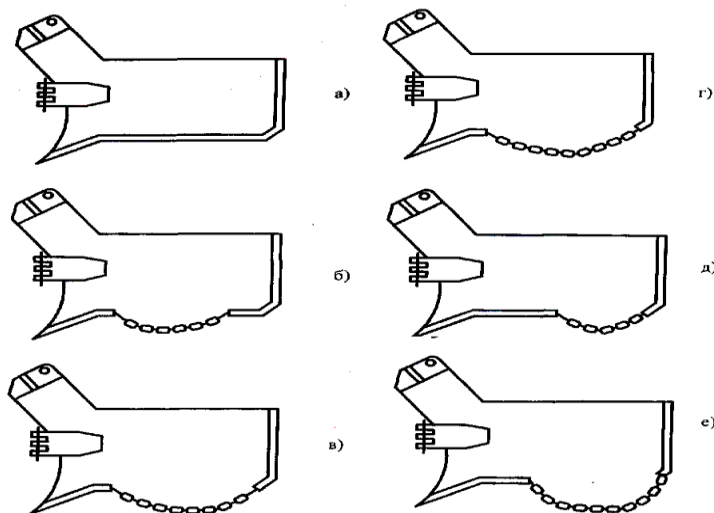
1.7 сурет-Көп шөмішті және бір шөмішті экскаваторлардың шөміштерінің кесу жиектерінің пішіндері

«Қазселденқорғау» ММ-нің өндірістік жағдайында СТО тазарту үшін дәстүрлі үлгідегі шөміштері бар драглайн-экскаваторлар кеңінен қолданылады, оларды пайдалану сел массасынан тазартуға мүлдем бейімделмегенін көрсетті. Сондықтан көптеген жылдар бойы Р. А. Қабашев, Т. А. Баймолдаевтар [13, 68 б.] дәстүрлі шөміштердің конструкциясына өзгерістер енгізіп, СТО физико-механикалық сипаттамаларына бейімделген драглайндардың жаңа шөміштерін жасады:

- 1.8-суретке сәйкес алдыңғы бөлігінде, ортаңғы бөлігінде және түбінің бүкіл ұзындығы бойынша иілгіш түбі бар драглайндардың шөміштері;
- 1.9 суретіне сәйкес иілгіш түбі және артқы қабырғасы бар драглайн шөміштері;
- 1.10-суретке сәйкес иілгіш бүйір қабырғалары, артқы қабырғасы және түбі бар драглайн шөміштері.

Ұсынылған өнертабыстар сел топырақ ортасын дамытуда қолданылатын шөміштердің конструкциясын одан әрі жетілдіруге бағытталған.

Драглайн шөмішінің мұндай конструкциясын жабысқақ және байланысқан сел топырақтарынан тазалау кезінде қолдану шөмішпен қазылатын топырақ көлемін тарту күшін көбейтпей арттыруға, шөміштегі топырақтың жабысқақтығын азайтуға мүмкіндік береді, бұл драглайнның тиімділігін арттырады.

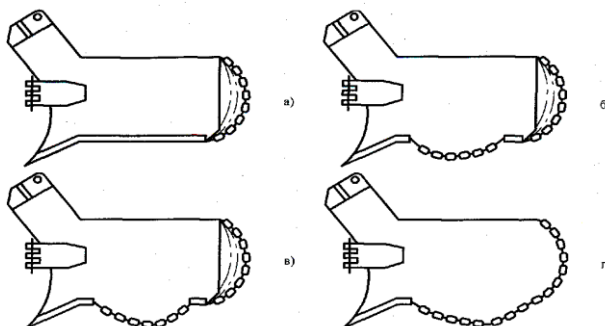


а-дәстүрлі түрдегі драглайн шөміші; б, в, г-алдыңғы бөлігінде, ортаңғы бөлігінде және түбінің бүкіл ұзындығы бойынша иілгіш түбі бар драглайн шөміштері; д, е-артқы бөлігінде иілгіш түбі бар драглайн шөміштері

1.8-сурет-СТО тазартуға арналған драглайн шөміштерінің әртүрлі конструктивті шешімдері

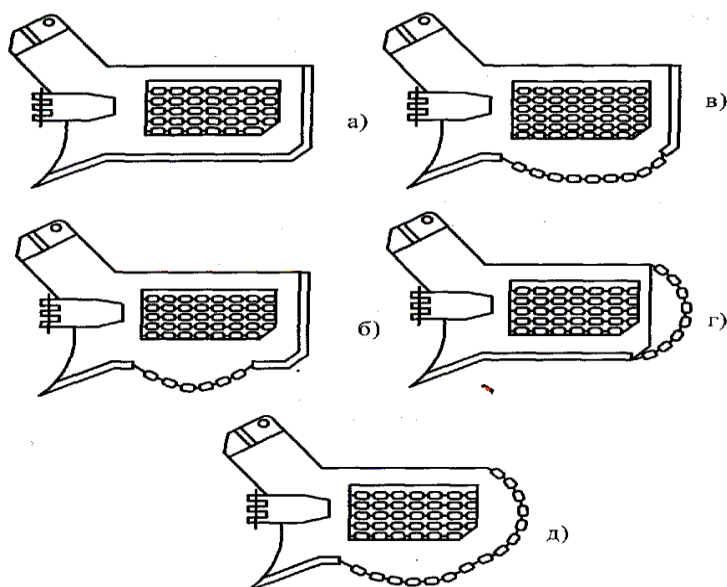
Драглайн шөміштерінің тиімділігі әсіресе ылғалды және жабысқақ топырақты, мысалы, сел топырақты ортаны игеру кезінде көрінеді, бұл жабысқақтықты және қосымша сыйымдылықты азайту арқылы өнімділіктің орташа есеппен 15...30%-ке артуын қамтамасыз етеді.

Сондай-ақ, шөміштердің конструкциялары пайдаланудың қарапайымдылығы мен сенімділігімен ерекшеленетінін атап өткен жөн. Оларды жасау күрделі құралды, жабдықты қолдануды қажет етпейді.



а-иілгіш артқы қабырғасы бар; б, в, г-иілгіш артқы қабырғасы бар және түбінің иілгіш бөлігінің ұзындығы әртүрлі болатын

1.9-сурет-Драглайн шөміштері



а-иілгіш бүйір қабырғалары бар; б, в - иілгіш бүйір қабырғалары мен иілгіш түбі бар; г-иілгіш бүйір және артқы қабырғалары бар; д - иілгіш бүйір және артқы қабырғалары мен иілгіш түбі бар

1.10-сурет-СТО тазарту үшін иілгіш бүйір және артқы қабырғалары және иілгіш түбі бар драглайн шөміштері

Драглайн шөміштерінің ұсынылған конструкциялары ылғалды және жабысқақ топырақтармен жақсы жұмыс қабілеттілігін көрсетті және ірі сынғыш қосындылары бар сел үйінділерін тазартуда жеткілікті тиімді емес.

Әр түрлі ақпарат көздерін зерттеу негізінде анықталғандай, бір шөмішті экскаваторлар мен драглайндардың ЖЖ жобалық шешімдері ірі сынғыш қосындылары бар сел топырақ ортасын тазарту үшін экскаваторлар мен драглайндардың арнайы шөміштері жоқ деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

1.3 Бөлім бойынша қорытынды.

1 Жер қазу техникасын және олардың ЖЖ жақсарту бойынша зерттеулерді талдау ірі сынғыш қосындылары бар сел топырақтарын тазарту үшін қолданылатын дәстүрлі типтегі ЖҚМ жұмыс жабдығы мұндай ортаға бейімделмегенін көрсетті.

2 Ғылыми, техникалық және патенттік ақпаратты зерттеу және өңдеу негізінде ЖҚМ ЖЖ конструкцияларының даму үрдістерін талдау жұмыс істейтін ортаға бейімделетін ЖЖ-ның кең таралғандығын көрсетті, сондықтан болашақта сел үйінділерінің топырақтарын зерттеу қажет.

3 Жоғары өнімділікті БЭ жобалау сыналған статистикалық және компьютерлік модельдеу әдістерін, теориялық механиканың іргелі ережелерін, механизмдер мен машиналар теориясын қолдану негізінде олардың жұмыс органдарын жетілдірумен тығыз байланысты.

4 Сондықтан мұндай ортаны тазарту үшін арнайы мақсаттағы жаңа жұмыс органын құрастыру мәселесі біздің еліміз үшін өзекті болып табылады, өйткені

өңірлердің едәуір бөлігі сел қаупі бар және сейсмикалық қауіпті аймақтарда орналасқан.

5 Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс жабдықтары мен жұмыс органдарының қазіргі жағдайын талдау гидробасқарылатын иегі бар шөмішімен жабдықталған экскаватордың жаңа жұмыс жабдығының негізгі параметрлерін негіздеу үшін өзекті мәселені тұжырымдауға мүмкіндік берді, бұл ірі сынғыш қосындылары бар сел үйінділерін тазарту кезінде олардың функционалды және технологиялық мүмкіндіктерін кеңейтуді қамтамасыз етеді.

Жұмыстың негізгі идеясы-бұл машиналардың ірі сынғыш тастармен сел шығарындылары мен үйінділерді тазарту үшін олардың функционалды мүмкіндіктерін кеңейту мақсатында бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс жабдықтарының конструкциясын жетілдіру жолдарын іздеу.

ГЭ жұмыс органдарын жобалаудың аналитикалық әдістерін жасау бойынша отандық және шетелдік авторлардың зерттеулерін талдау негізінде келесі **міндеттер** тұжырымдалды:

- Іле Алатауының солтүстік беткейіндегі сел топырақтарының гранулометриялық құрамын анықтау;

- бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдарының конструкциялары туралы патенттік ақпаратқа талдау жасау, олардың дамуының негізгі үрдістерін анықтау, патенттердің морфологиялық жіктелуін жасау, патенттеу динамикасының математикалық тәуелділігін алу, БЭ ЖЖ жетілдірудің перспективалық бағыттарын анықтау және ұсыну;

- экскаватор шөмішінің гидробасқарылатын иегі бар жұмыс органын жылжыту механизмінің геометриялық және кинематикалық параметрлерін анықтау әдістемесін жасау, оның буындарының нүктелерінің орналасуын, жылдамдығын және үдеуін анықтау;

- механизм буындарындағы реакцияларды анықтай отырып, экскаватор шөмішінің гидробасқарылатын иегі бар жұмыс органын жылжыту механизмін күштік талдау әдістемесін жасау;

- статистикалық және компьютерлік модельдеу негізінде бір шөмішті экскаваторлар мен оның жұмыс жабдығының ұтымды параметрлерін анықтау;

- сел үйінділерінің ірі сынғыш топырақтарын тазарту үшін гидробасқарылатын иегі бар экскаватор шөмішінің параметрлерін негіздеу бойынша теориялық зерттеулерге талдау жасау.

Осы бөлім бойынша зерттеу нәтижелері ғылыми конференцияда жарияланған мақалада [52] қарастырылды.

2 СЕЛ ҮЙІНДІЛЕРІНЕН ТАЗАРТУ ҮШІН БІР ШӨМШТІ ЭКСКАВАТОРЛАРДЫҢ ЖҰМЫС ЖАБДЫҚТАРЫН ҚҰРАСТЫРУДЫҢ НЕГІЗГІ БАҒЫТТАРЫН АНЫҚТАУ

2.1 Жер қазу машиналарының жұмыс жабдығымен өзара әрекеттесу ортасы ретінде сел топырақ массасының ерекшеліктері

Қазақстан Республикасындағы сел қызметінің негізгі аймақтары - Іле, Жоңғар, Талас Алатауы, Қаратау, Шу-Іле, Кетмен және Тарбағатай таулары, оларда 1921 жылдан бастап әртүрлі сипаттағы 600-ге жуық селдер болған.

Қазақстанда 70-тен астам инженерлік селге қарсы қорғаныс құрылыстары пайдаланылуда, олардың көпшілігі 1974-1985 жылдар кезеңінде салынған. Осы уақыт ішінде сел қаупі бар өзендердің бассейндерінде 30-дан астам сел ағындары тіркелген, олардың көпшілігі қорғаныс құрылыстарына қатты материалдарды көп мөлшерде шығарумен қатар жүрді, ал сел қоймаларын жер қазу машиналарымен тазалау мәселелері Қазселденқорғау пайдалану бөлімшелерінің жыл сайынғы жоспарлы жұмыстары болып табылады.

Қазақстанда инженерлік қорғаудың негізгі түрі 100 мың м³-тен 15 млн. м³-ке дейін сел массасын сыйдыра алатын сел қоймалары бар күрделі бөгеттер салу болып табылады. Құрылыстардың түрлері әртүрлі: сел ағындарын ұстап тұруға арналған бітеу жер және тасты-тастамалы, темір-бетон бөгеттер; сел құрамындағы қатты заттарды ұстап алуға арналған аркалы және өтпелі темір-бетон және металл сел ұстағыштар; тұндырғыш бөгеттері және қалалар мен елді мекендер шегінде тұрақтандырылған арналардың учаскелері, селден кейінгі су тасқындары қауіпсіз өту үшін.

Олардың ұзақ мерзімді пайдаланылуына байланысты сел сақтау қоймаларын, тұндырғыштарды, сел трассаларын тазалауды механикаландырудың кезеңділігі, әдістері мен құралдары, жұмыстарды жүргізуге арналған жыл сайынғы шығындардың көлемі мәселесі өзекті болып отыр.

Соңғы онжылдықта негізгі мақсаттан басқа және сел қаупі бар тау су қоймаларының өздігінен бұзылу қаупін азайтатын биік таулы мұздық және мореналық көлдерді профилактикалық түсіру жөніндегі жұмыстар жандандырылды, негізгі бөгеттердің сел қоймаларына қатты материалдарды шығару көлемін азайту, яғни іс жүзінде күрделі қорғау құрылыстарының қызмет ету мерзімін ұзарту міндеті бар.

Алайда жыл сайынғы тасқындық су тасқыны жағдайында бөгеттерді пайдалану, сел қоймаларын ірі сынғыш топырақтардан тазартудың қазіргі заманғы технологиялары мен механикаландыру құралдарын жасау мәселелері өте өзекті болып табылады.

Осыған байланысты сел массасының (СМ) гранулометриялық құрамын статистикалық зерттеу сел топырақ ортасын (СТО) тазартуға бейімделген жаңа ЖҚМ ЖЖ құрастыру үшін маңызды болып табылады.

Сондықтан, ЖҚМ арнайы жұмыс жабдықтарын құрастыруды негіздеу үшін далалық және зертханалық зерттеулердің объектісі-сел ысырындылары,

диаметрі 1 м-ден асатын кесектерді қамтитын ірі сынғыш топырақтар болып табылады.

Ірі сынғыш топырақты зерттеу әдістемесі А.И. Шеко, В.Н. Вардугин, Б. А. Вяткин және Т.А. Баймолдаев және т. б. еңбектерінде жарық көрген [38÷41 қараңыз]. Бұл жұмыстарда ірі сынғыш топырақтар олардың селден түзілу процестеріне қатысуы тұрғысынан зерттелді. Сонымен қатар, гранулометриялық құрамды, сығымдылықты, толтырғыштың пішіні мен құрамын зерттеуге басты назар аударылды. Тау бөктеріндегі жазықтың ысырынды конустарында оларды шоғырландыру саласындағы ірі сынғыш топырақты зерттеуді ҚазГЗИ және Алматы қаласының жобалау институттарының басқа да іздестіру бөлімдері жүргізді. Бұл ұйымдардың мұрағаттарында көптеген нақты материалдар жинақталған, біз зерттегендей, көп уақытты қажет ететін далалық сынақтарды қою арқылы алынған ірі сынықты топырақтардың ағып өту қабілетіне байланысты.

ЖҚМ пайдаланудың топырақ фонын зерттеу [42] сел ысырындыларымен (СЫ) жұмыс істеу жағдайында қол жетімді құралдармен орындалды, ҚазГЗИ-дің зерттеген топырақ паспорттары, «Қазселденқорғау» ММ-нің ірі сынғыш топырақтардың қасиеттері бойынша әдеби және қор материалдары пайдаланылды және проф. Кабашев Р.А., В.Н. Вардугиннің әдістемелері бойынша массивтегі гранулометриялық құрамды, көлемдік массаны анықтауға дейін жетті [11,33-б.; 39,41-б.].

Гранулометриялық құрамды талдау келесі ретпен жүргізілді: өте ірі сынықтарды талдау (200 мм-ден үлкен), ірі сынықтарды талдау (200-10 мм), құм бөлшектерін талдау (10-0,05 мм), шаң-саз бөлшектерін талдау (0,05 мм-ден аз).

Өте ірі сынықтарды талдау тікелей ірі сынғыш топырақтардың қасында масштабты рейкамен суретке түсіру арқылы жүргізілді. Ол үшін ең типтік учаске таңдалды, 5 см бөлу бағасы бар ауқымды рейка орнатылды және 2.1-суретке сәйкес фотоға түсіру жүргізілді.

Әрі қарай, фотосуретте қарапайым ауданы $6,25 \text{ м}^2$ болатын палетканың көмегімен әр бөлінген фракцияның жалпы ауданы есептелді. Әр түрлі мөлшердегі сынықтардың массивте біркелкі бөлінген деп есептей отырып, келесі өрнектен әрбір бөлінген гранулометриялық фракцияның массасын анықтауға болады [11, 22 б.; 38,37 б.]

$$g_i = S_i \cdot Y_{oi}, \quad (2.1)$$

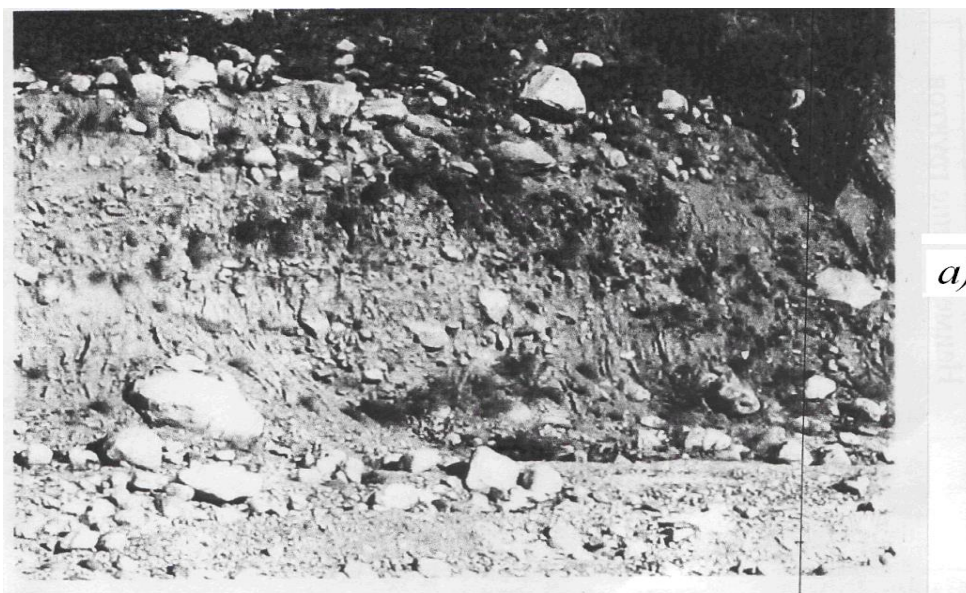
мұнда g_i – осы фракцияның массасы, г; S_i – сол фракция алып жатқан аудан, см^2 ;

Y_{oi} – осы петрографиялық типтегі сынықтардың көлемдік массасы.

Әрбір бөлінген ірі сынықты фракцияның пайыздық құрамы мына формула бойынша анықталады:

$$P_1 = \frac{100g_i}{g_i + g_2 + \dots + g_m}, \quad (2.2)$$

мұнда: P_1 - осы фракцияның салмағы бойынша пайыздық құрамы;
 g_1, g_2 – жеке гранулометриялық фракциялардың массасы, граммен;
 g_m - фотосуреттерде белгіленген фракциядан мөлшері аз фракцияның жиынтық салмағы



а-жалпы учаске, б-өте ірі сынықтарды талдау
 1 – өлшемі 1000 мм – ден асатын сынықтар; 2- өлшемі 500-ден 1000 мм-ге дейін сынықтар; 3-өлшемі 200-ден 500 мм-ге дейін сынықтар

2.1 сурет-Масштабты суретке түсіру арқылы ірі сынғыш ысырындыларды талдау

$$g_M = S_M \cdot \gamma_{om},$$

мұнда: S_M - фотосурет бойынша анықталатын ең кіші фракциядан аз фракциялар алып жатқан ауданы, cm^2 ; γ_{om} - сол фракцияның орташа өлшенген көлемдік массасы, мына формула бойынша анықталады:

$$\gamma_{om} = \frac{X}{\frac{X-Y}{\gamma_{ox-y}} + \frac{Y}{\gamma_{omcl}}}, \quad (2.3)$$

мұнда: y – ұсақ жер құрамы (2 мм), %; γ_{omcl} - ұсақ жердің көлемдік массасы; X – фотосуреттер бойынша анықталатын ең ұсақ фракциялардан салмағы бойынша кішірек бөлшектердің мөлшері; γ_{ox-y} - сол фракциялардың орташа өлшенген көлемдік массасы.

Ірі сынықтарды талдау елеу арқылы анықталды, онда фракциялар бөлінді: > 200 мм; 200 – 100 мм; 100 -50 мм; 50 – 20 мм; 20 мм-ден кіші. Елеу үшін топырақтың минималды массасы сынықтардың үлкендігіне байланысты анықталды және 100-150 кг құрады.

Құм фракцияларын талдау елек әдісімен жүргізілді. Бұл ретте фракциялар бөлінді: 20 -10; 10 – 7; 7 - 5; 5 – 3; 3 -2; 2-1; 1 -0,5 мм.

Шаңды-сазды фракцияларды талдау пипеткалық әдіспен жүргізілді [83], бұл фракцияларды бөлуге мүмкіндік береді, мм: 0,5 – 0,25; 0,25 – 0,1; 0,1 – 0,05; 0,05 -0,01; 0,01 -0,005; 0,005 -0,001; 0,001-ден кем. Талдауға дайындық бір сағат бойы қайнату арқылы жүргізілді.

Іле Алатауының солтүстік баурайындағы өзендер бассейндері үшін сел шөгінділерінің ірі сынғыш топырақтарының гранулометриялық құрамын талдау нәтижелері А қосымшасында, А1 кестесінде келтірілген.

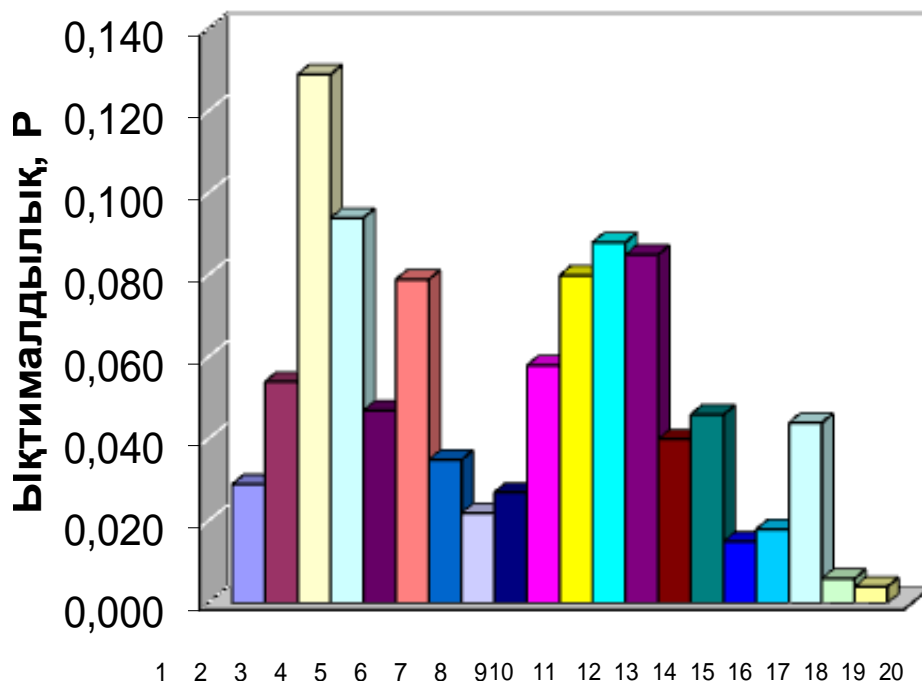
Іле Алатауының солтүстік баурайындағы өзендер бассейндерінің ірі сынғыш топырақ фракцияларының жиынтық құрамы А2 кестесінде келтірілген (А қосымшасын қараңыз). 2.2 және 2.3-суреттерде Іле Алатауының солтүстік баурайындағы (үлкен Алматы, Шамалған,) өзендер бассейндерінің сел топырақтары фракцияларының гранулометриялық құрамы мен жиынтық құрамының таралу гистограммалары келтірілген. Ірі сынғыш топырақтардың гранулометриялық құрамы біріктірілген әдіспен әзірленген әдістемеге сәйкес зерттелді: елеу арқылы және масштабты суретке түсіру.

А қосымшасының А1, А2 кестелерін және ірі сынғыш топырақтардың гранулометриялық құрамының таралу гистограммаларын және фракциялардың жалпы құрамын талдай отырып, әр түрлі инженерлік объектілерді (бөгеттер, дамбалар, селұстағыштар және т.б.) салу және шығару жолдарын тазарту кезінде ЖҚМ тазартатын топырақтың ең көп таралған түрлерін анықтауға болады.

А2 кестесі мен гистограмманы талдау (2.2-сурет) көрсеткендей, диаметрі $d = 1000$ мм тастар 2,88% құрайды, олардың пайда болу ықтималдығы $p=0,029$.

Тазартуға арнайы жабдық жасау қажет болатын диаметрі 500 мм-ден астам ірі сынықтар $p = 0,195$ ықтималдығымен топырақтың негізгі массасында 32,38% - ды құрайды.

Профессор Ж. Б. Байнатовтың мәліметі бойынша, тастардың ең үлкен диаметрі 1000-нан 6000 мм-ге дейін. [43]. $d = 3-5$ мм – ден $d = 0,1-0,25$ мм-ге дейінгі шектегі ұсақ фракциялар $p = 0,412$ ықтималдығымен 41% құрайды.



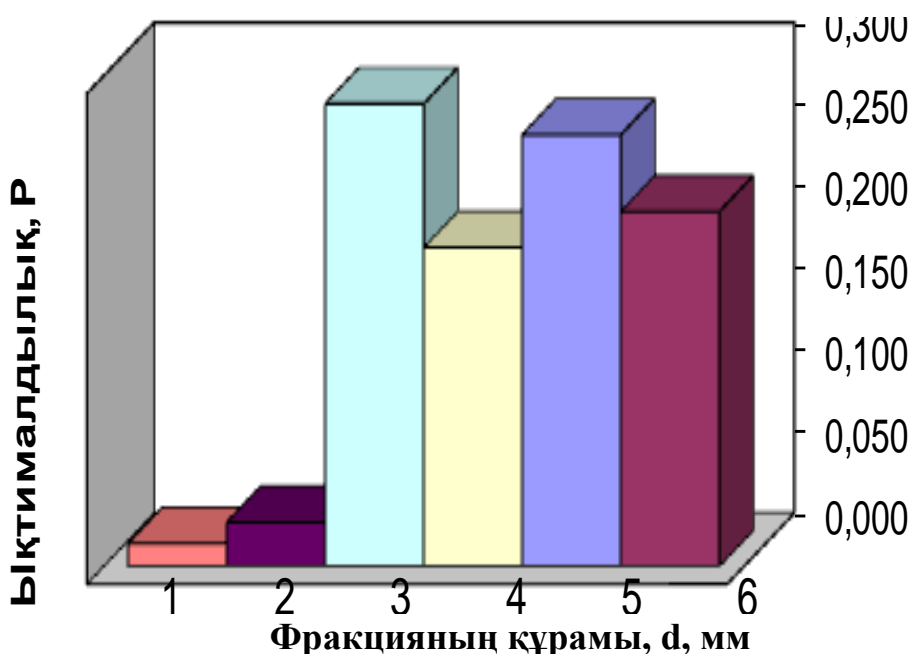
Фракциялар құрамы, d, мм

1- Фракциялар өлшемі $d = 1000$ мм ($P=0,029$) ; 2- $d = 500-1000$ мм ($P=0,054$); 3 - $d = 200 - 500$ мм ($P=0,129$); 4 - $d = 100-200$ мм ($P=0,094$); 5- $d = 50-100$ мм ($P=0,047$); 6 - $d = 20 - 50$ мм ($P=0,079$); 7 - $d = 10-20$ мм ($P=0,035$); 8 - $d = 7-10$ мм ($P=0,022$); 9 - $d = 5 - 7$ мм ($P=0,027$); 10 - $d = 3 - 5$ мм ($P=0,058$); 11 - $d = 2 - 3$ мм ($P=0,080$); 12 - $d = 1 - 2$ мм ($P=0,088$); 13 - $d = 0,5-1$ мм ($P=0,085$); 14 - $d = 0,25 - 0,5$ мм ($P=0,040$); 15 - $d = 0,1 - 0,25$ мм ($P=0,046$); 16 - $d = 0,05-0,1$ мм ($P=0,015$); 17 - $d = 0,01-0,05$ мм ($P=0,018$); 18 - $d = 0,005 - 0,01$ мм ($P=0,044$); 19 - $d = 0,001 - 0,005$ мм ($P=0,006$); 20 - $d = 0,001$ мм ($P=0,004$)

2.2 сурет-Іле Алатауы өзендері бассейндерінің ірі сынғыш сел топырақтарының гранулометриялық құрамы

Іле Алатауының солтүстік беткейіндегі өзендер бассейндерінің шөгінділеріндегі сел топырақтары фракцияларының жиынтық құрамын талдау (А3 кестесін қараңыз, 2.3 – сурет) фракциясының өлшемі $d > 200$ мм болатын тастар (валуны) мөлшері 23,7% ($p = 0,217$) құрайтынын көрсетеді; $d = 10-200$ мм малтатас (галька) (қыршық тас (щебень) – 20,35% ($p = 0,264$); фракциясының өлшемі $d = 2-10$ мм қыршық тас (гравий) (дресва) – 19,53% ($p = 0,264$); фракциясының өлшемі $d = 2-10$ мм $d = 0,05 - 2$ мм құм-28,28% ($p = 0,283$); фракциялар өлшемі $d = 0,005 - 0,05$ мм шаң бөлшектері – 2,72 % ($p =$

0,027); фракциялар өлшемі $d = 0,005$ мм сазды-1,42% ($p = 0,014$). Құм фракциясы 19 - 28 %, шаң-сазды 1,42 – 27,2% құрайды.



1 - Сазды, фракциясының өлшемі $d = 0,005$ мм ($P = 0,014$) ; 2- Шаң бөлшектері, фракциясының өлшемі $d = 0,005 - 0,05$ мм ($P = 0,027$); 3 – Құм, фракциясының өлшемі $d = 0,05 - 2$ мм ($P = 0,283$); 4 – Қиыршық тас (гравий) (дресва), фракциясының өлшемі $d = 2-1-$ мм ($P = 0,195$); 5 – Малтатас (галька) (қиыршық тас (щебень)), фракциясының өлшемі $d = 10-200$ мм ($P = 0,264$); 6 – Тастар (валуны) (тастар (камни) фракциясының өлшемі $d > 200$ мм, $P = 0,217$)

2.3-сурет-Іле Алатауы өзендерінің сел топырақтары фракцияларының жиынтық құрамының таралу гистограммасы

Бұл бөлімнің сел топырақтарының гранулометриялық құрамын және олардың таралу ықтималдығын анықтау туралы мәліметтері селге қарсы құрылыстарды жобалау, ЖҚМ жұмыс органдарының параметрлерін есептеу және бөгеттердің, дамбалардың, селұстағыштардың тұстарында жинақталған сел топырақ ортасын тазарту үшін арнайы машина жабдықтарын құрастыру үшін қажет.

Селге қарсы құрылыстарды жобалау, оларды салу және пайдалану, сел ысырындылары мен үйінділерді тазарту ерекше сел топырақты ортаға және сейсмикалық әсерлердің үйінділеріне бейімделген тиімді жұмыс органдары бар механикаландыру құралдарын таңдаусыз мүмкін емес. Алайда, әртүрлі селұстағыштардың құрылысын селдің пайда болу ошақтарында және инженерлік селге қарсы құрылыстардың алдында профилактикалық шаралармен біріктіру қажет, яғни мерзімді «тазарту» жасау керек- ірі сынғыш материалды таңдау. Ол үшін селді топырақ ортасын және ірі сынғыш қосындылары бар үйінділерді тазартуға бейімделген машиналардың жұмыс органы қажет.

2.2 Жер қазу машиналарының жұмыс жабдығының негізгі даму үрдістері

Қазіргі уақытта ғылыми зерттеулерді өткен және қазіргі уақытта алынған маңызды ғылыми жетістіктер туралы қабылдауға ыңғайлы ақпаратпен қамтамасыз ету міндеті маңызды. Мұндай ақпарат көздері реферат журналдары, арнайы әдебиеттер және т. б. болуы мүмкін.

Патенттік ақпарат - ғылыми-техникалық ақпарат көздерінің бірі ретінде жеделдікке (әдетте, басқа ақпараттық материалдарды жариялаудан бұрын), дәйектілікке (деректерді мемлекеттік патенттік сараптама тексереді), мәліметтердің толықтығына (жаңалықтың немесе өнертабыстардың мәні баяндалады, патенттік құжаттардың өтпелінөмірленуі пайдаланылады) ие болады.

Патенттік ақпараттың негізгі ғылыми-техникалық құндылығы патенттік заңнамаға сәйкес дұрыс емес мәліметтерді қамтымайтын және жаңалығымен ерекшеленуі тиіс өнертабыстардың сипаттамасы болып табылады. Сондықтан патенттік ақпаратты дұрыс пайдалану өмірде бар шешімдер мен техниканы дамытудың негізгі үрдістерін ескере отырып, үздік әлемдік үлгілер деңгейінде жаңа әзірлемелерді жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Осыған байланысты ғылыми-зерттеу тақырыбын (міндеттерін) әзірлеуді бастар алдында алдын ала патенттік зерттеулер жүргізу қажет. Бұл патенттік ақпаратты (патенттік құжаттама мен әдебиеттерді) іздеу, іріктеу, талдау және мақсатты пайдалануды қамтитын жұмыстар кешені. Патенттік құжаттама деп әртүрлі елдердің ресми органдарының жаңалықтар, өнертабыстар, өнеркәсіптік үлгілер, пайдалы модельдер, тауарлық белгілер туралы мәліметтерді жариялаумен түсіндіріледі. Ақпарат библиографиялық немесе рефераттық деректер түрінде немесе толық сипаттама түрінде жарияланады. Патенттік әдебиет деп патенттік, патенттік-құқықтық, патенттік-лицензиялық, патенттік-ақпараттық және өнертапқыштық қызметтің әртүрлі мәселелеріне арналған әртүрлі басылымдар (мақалалар, брошюралар, кітаптар, журналдар, жазбалар және т.б.) түсіндіріледі.

Әзірлеушілердің ғылыми-зерттеу жұмыстарының (ҒЗЖ) және тәжірибелік-конструкторлық әзірлемелердің (ТКӘ) әртүрлі сатыларында шешетін міндеттеріне байланысты патенттік зерттеулердің мынадай мақсаттары болады: тақырыпты ұйымның жұмыс жоспарына енгізу негіздемесі және әзірленетін объектінің ықтимал тұтынушыларын анықтау; мәселені шешу жолын таңдау негіздемесі және оның патентке қабілеттілігі мен патенттік тазалықты қамтамасыз ету.

Осыған сәйкес біз бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдарын (БЭЖО) құрастырудағы негізгі үрдістерді анықтау мақсатында патенттік ақпаратты жинадық және талдадық.

Әдеби шолу негізінде қазіргі уақытта машиналардың тиімділігін арттырудың екі негізгі бағыты қалыптасқаны анықталды, олардың біріншісі машиналардың энергия жарақтануының артуымен сипатталады; топырақты кесу және қазу процестерінің энергия сыйымдылығын төмендететін және

олардың тиімділігін арттыратын машиналар мен кешендер құру. Бұл бағытқа Волков Д. П. [1,78 б.], Кузин Э. Н. [44], Недорезов И. А. [8,56 б.] және т. б. еңбектері арналған. Екінші бағыт электрондық аспаптар мен микропроцессорларды пайдалана отырып, манипулятор-жұмыс органдарын құру арқылы іргелі ғылымдарға қол жеткізу негізінде машиналар мен кешендерді құрумен сипатталады; және жаңа физикалық әсерлері, тазартатын ортаға әсер ету әдістері бар жұмыс жабдығы. Бұл салада Ю. А. Ветров және В. Л. Баладинский [6,36 б.], В. И. Баловнев [2, 45 б.], И. А. Недорезов [45], Д. И. Федоров [9,56 б.], Б. Д. Кононихин [46], Л. А. Хмара [47,48] және т. б. еңбектері кеңінен танымал.

Баловнев В. И. [14,36 б.] жұмыстарында жер қазатын машиналардың, атап айтқанда экскаваторлардың жұмыс органдарының тиімділігін арттырудың негізгі бағыттары айқындалған. Олардың негізгілері: сызықтық және бұрыштық өлшемдерді оңтайландыру, габариттік өлшемдерін ұлғайту, топырақтың жоғалуын азайту, жұмыс органына бейімделу қасиеттерін беру, ауыстырылатын жұмыс органдарының номенклатурасын арнайыландыру және көбейту, топыраққа әсер етудің түбегейлі жаңа әдістерін қолдану.

Осы ережелерге сүйене отырып, біз 18 жылдан астам іздену тереңдігі бар авторлық куәліктер мен патенттерді жинадық (2001...2018). Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс жабдықтарының конструкциялары бойынша патенттерді беру динамикасы 2.1-кестеде келтірілген.

2.1-кесте-Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс жабдығы бойынша авторлық куәліктерді, патенттерді беру динамикасы

Берілген жылы	Әлемдегі және елдер бойынша авторлық куәліктер мен патенттердің саны						
	Әлемде	ТМД	АҚШ	Франция	Германия	Англия	Жапония
2001	37	31	1	1	1	2	1
2002	25	23					2
2003	21	17	1		3		
2004	17	13			2	1	1
2005	10	10					
2006	9	9					
2007	14	14					
2008	9	9					
2009	13	13					
2010	17	17					
2011	10	10					
2012	13	13					
2013	9	9					
2014	7	7					
2015	9	9					
2016	8	8					
2017	11	11					
2018	13	13					
Барлығы	252	236	2	1	6	3	4

Әдістерді [49] қолдана отырып, жұмыста жалпы және арнайы мақсаттағы экскаваторлардың шөміштерінің конструкциясына талдау жасалды. Жер

сілкінісінен кейін сел топырақ ортасын және үйінділерді игеру үшін ЖҚМ жаңа ЖО жасау бойынша зерттеу міндеттерін қою мақсатында арнайы мақсаттағы ЖО-ға ерекше назар аударылды.

Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс жабдықтарының даму үрдістерін анықтау әдістемесі келесі кезеңдерді қамтыды [50,51,52]:

- олардың жіктелу белгілерін анықтау мақсатында патенттік ақпаратты алдын-ала талдау;
- патенттік іздеу және жіктеу белгілері бойынша ақпарат массивтерін құру;
- ДЭЕМ көмегімен патенттеу динамикасын аппроксимациялайтын математикалық модельдерді алу;
- корреляциялық теңдеулерді салыстырмалы талдау, жіктеудің жеке белгілерінің перспективаларын анықтау;
- басты анықтамалық кесте (БАК) арқылы жеке патенттік шешімдерді салыстырмалы бағалау);
- БЭ ЖО-ның перспективті конструкцияларын анықтау.

2.3 Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс жабдықтарын жобалаудағы негізгі үрдістерді анықтау әдістемесі

БЭ ЖО бойынша барлық патенттік ақпарат техника мен зерттеулердің кең саласын ұсынатындықтан, оларды құрастырудағы негізгі үрдістерді анықтау, жұмыс іздеудің негізгі бағытын таңдау мақсатында барлық патенттер белгілері бойынша жіктелді, яғни олардың морфологиялық жіктелуі жасалды, олар мынадай мүмкіндік береді [49,10 б.]:

- үлкен көлемдегі патенттік ақпаратты жүйелеу;
- патенттік ақпаратты кодтау, яғни ақпараттық-іздеу тілін (АИТ) қолдану;
- әрі қарай талдау үшін ДЭЕМ қолдану.

Морфологиялық жіктелу келесі ретпен жасалды:

- патенттерді жіктеудің ең маңызды белгілері (бөлу негіздері) анықталды;
- бөлу негіздерінің әрқайсысы үшін конструктивті орындаудың барлық мүмкін нұсқалары анықталды.

Өзірленген морфологиялық жіктеуде көлденең жолдар бөлу негіздеріне (P_i) сәйкес келеді. Бөлінудің бұл белгілері ранжирленген реттілікке ие болуы керек, яғни жалпыдан жекеге, сонымен қатар әрбір i -ші белгі бойынша $j = K$ дейінгі саны бар объектіні орындаудың негізгі мүмкін нұсқаларын тұжырымдау керек, олар да ранжирленген реттілікпен орналасқан.

Жалпы алғанда, бұл жіктеуді матрицалар жүйесімен жазуға болады:

$$\left. \begin{array}{l} P_1(m_{11}, m_{12}, m_{13}, \dots, m_{1j}, \dots, m_{1k}) \\ P_2(m_{21}, m_{22}, m_{23}, \dots, m_{2j}, \dots, m_{2k}) \\ P_3(m_{31}, m_{32}, m_{33}, \dots, m_{3j}, \dots, m_{3k}) \\ \dots \\ P_i(m_{i1}, m_{i2}, m_{i3}, \dots, m_{ij}, \dots, m_{ik}) \\ \dots \\ P_n(m_{n1}, m_{n2}, m_{n3}, \dots, m_{nj}, \dots, m_{nk}) \end{array} \right\} \quad (2.4)$$

мұнда $P_1, P_2, P_3, \dots, P_i, \dots, P_n$ – морфологиялық жіктелудің белгілері (бөліну негіздері) ;

$M_1, M_2, M_3, \dots, M_j, \dots, M_K$ – бөлудің әрбір негізі бойынша морфологиялық жіктелуді орындаудың ықтимал нұсқалары (класстары).

Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдары бойынша патенттердің морфологиялық жіктелуі (2.2-кесте) мынадай белгілерді қамтиды: кері күрек; қысылған жағдайдағы жұмыс; арнайы мақсаттағы шөміштер; интенсификатор; жұмыс органдарын тиеу-түсіру; динамикалық жүктемелерді төмендету; шөмішті саптарға бекіту. Кері күрек бойынша ұсынылатын конструкциялардың нұсқалары мыналар болып табылады: шөміште қосымша үйіндіні қолдану; ауыр топырақты игеру үшін қосымша козырек қолдану; шөміштің жоғарғы иілгіш қабырғасын қолдану; құйылған кесу жиегі; шөміштің сына тәрізді кеңейткіші.

Қысылған жағдайларда жұмыс істеу үшін ұсынылатын конструкциялардың нұсқалары: топырақты тығыздау үшін виброплитаны қолдану; шөміштің торлы конструкциясын қолдану; су асты топырақтарын қазу үшін шөмішті балласт бағымен толықтыру; әр түрлі радиустағы қисық сызықты түбі; кесетін козыректің алдыңғы сатылы қыры.

Арнайы мақсаттағы шөміштер бойынша ұсынылатын конструкциялардың нұсқалары мыналар болып табылады: статикалық қопсытатын шөміш; шөміштің түбіндегі бұрылмалы пышақ; шөмішке ілінетін қосымша жабдықты қолдану; гидрофицирленген алдыңғы жақты қолдану; белсенді әрекет ететін тістерді қолдану.

Интенсификаторлар бойынша ұсынылатын конструкциялардың нұсқалары: гидропневматикалық соққы құрылғысы; тау жынысын бұзатын тіс-электродтар; шөміштің гидравликалық вибраторы; шөмішті жылытуға арналған электрмагниттік генератор; тістердің тура-кері қозғалуына арналған блок.

Жұмыс органдарын тиеу-түсіру бойынша ұсынылатын конструкциялардың нұсқалары: шөміш түбінің вибраторы; қыратын пластиналар; көлденең беттік итергіш; шөміштің тесілген қабырғаларындағы ауа коллекторлары; серіппе астындағы сырғымалар.

Динамикалық жүктемелерді төмендету бойынша ұсынылатын конструкциялардың нұсқалары: күштік цилиндр; эластикалық төлкелер; кесу жиегінің бүйірлік жылжымалы секторлары; доға тәрізді тор түрінде орындалған түбі; соқалы типті шөміштер.

Шөмішті саптарға бекіту бойынша ұсынылатын конструкциялардың нұсқалары мыналар болып табылады: фасонды планкалар; қысқартылған тартқыштар; топсалар, топсалы тіреулер; саптың шетіне орнатылған төрт буынды топсалы механизм; ауыстырмалы төлкелер, жалғағыш саусақтар, серішпелер.

Жіктеуіш бойынша жиналған және жүйеленген патенттік ақпаратты өңдеу үшін, атап айтқанда жіктеудің әр белгісі бойынша патенттеу қарқынын анықтау үшін регрессия теңдеулерін алу үшін ДЭЕМ қолданылды. Экспоненциалды және логистикалық қисық түрлер бойынша патенттеу динамикасы аппроксимацияланды [49,25 б.]:

$$N_i = N_o \cdot e^{b \cdot t_i}, \quad (2.5)$$

мұнда N_i – жылына берілген патентке қабілетті өтінімдердің саны;

N_o – есептеу басталатын жылдағы патенттер саны;

e – натурал логарифмдер негізі;

B – перспективтік коэффициент;

$T_i = t_i - t_o$ – жыл нөмірі;

t_i – ағымдағы жыл;

t_o – есептеу басталатын жыл (беріледі, мысалы, $t_o = 2001$ ж.).

Алайда (2.5) формуласы бойынша дамудың әрбір бағыты үшін перспективтік коэффициентті (B) анықтау іс жүзінде ыңғайсыз, сондықтан тәуелділікті (2.5) логарифмдеу арқылы біз «ең аз квадраттар» әдісімен оңай шешілетін сызықтық функцияны аламыз:

$$\ln N_i = \ln N_o + b \cdot t_o. \quad (2.6)$$

$\ln N_i = \hat{y}$ деп белгілейміз және $\ln N_o = a$, сонда келесіні аламыз

$$\hat{y}_i = a + b \cdot t_i, \quad (2.7)$$

$$\hat{y}_i = \bar{y} + b \cdot (t_i - \bar{t}), \quad (2.8)$$

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^k t_i}{K}, \quad (2.9)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^k y_i}{K}; \quad (2.10)$$

K - абсцисса «Т» өсіндегі нүктелер саны.

2.2-кесте-Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдары бойынша патенттердің морфологиялық жіктелуі

Коды, шифры	Жіктелудің негізгі белгілері	Жұмыс органы бойынша ұсынылатын конструкциялардың нұсқалары, M_i				
		M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
1	2	3	4	5	6	7
P_1	Кері күрек	шөміште қосымша үйіндіні қолдану	ауыр топырақты игеру үшін қосымша козырек қолдану	шөміштің жоғарғы иілгіш қабырғасын қолдану	құйылған кесу жиегі	шөміштің сына тәрізді кеңейткіші
P_2	Қысылған жағдайларда жұмыс істеу	топырақты тығыздау үшін виброплитаны қолдану	шөміштің торлы конструкциясын қолдану	су асты топырақтарын қазу үшін шөмішті балласт бағымен толықтыру	әр түрлі радиустағы қисық сызықты түбі	кесетін козыректің алдыңғы сатылы қыры
P_3	Арнайы мақсаттағы шөміштер	статикалық қопсытатын шөміш	шөміштің түбіндегі бұрылмалы пышақ	шөмішке ілінетін қосымша жабдықты қолдану	гидрофицирленген алдыңғы жақты қолдану	белсенді әрекет ететін тістерді қолдану
P_4	Интенсификатор	гидропневматикалық соққы құрылғысы	тау жынысын бұзатын тіс-электродтар	шөміштің гидравликалық вибраторы	шөмішті жылытуға арналған электрмагниттік генератор	тістердің тура-кері қозғалуына арналған блок

2.2-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
P_5	Жұмыс органдарын тиеу-түсіру	шөміш түбінің вибраторы	қыратын пластиналар	көлденең беттік итергіш	шөміштің тесілген қабырғаларындағы ауа коллекторлары	серіппе астындағы сырғымалар
P_6	Динамикалық жүктемелерді төмендету	күштік цилиндр	эластикалық төлкелер	кесу жиегінің бүйірлік жылжымалы секторлары	доға тәрізді тор түрінде орындалған түбі	соқалы типті шөміштер
P_7	Шөмішті саптарға бекіту	фасонды планкалар	қысқартылған тартқыштар	топсалар, топсалы тіреулер	саптың шетіне орнатылған төрт буынды топсалы механизм	ауыстырмалы төлкелер, жалғағыш саусақтар, серіппелер

Перспективтік коэффициент мына формула бойынша анықталады:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y}) \cdot (t_i - \bar{t})}{\sum_{i=1}^k (t_i - \bar{t})^2}, \quad (2.11)$$

ал Стьюдент критерийі – мына қатынаста:

$$D = \frac{b}{S_b} \quad (2.12)$$

мұнда $S_b = \frac{S^2}{\sum_{i=1}^k (t_i - \bar{t})}$ – перспективтік коэффициент үшін орташа

квадраттық ауытқу;

$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (\hat{y}_i - y_i)^2}{K - 2}}$ – регрессия сызығының орташа квадраттық ауытқуы.

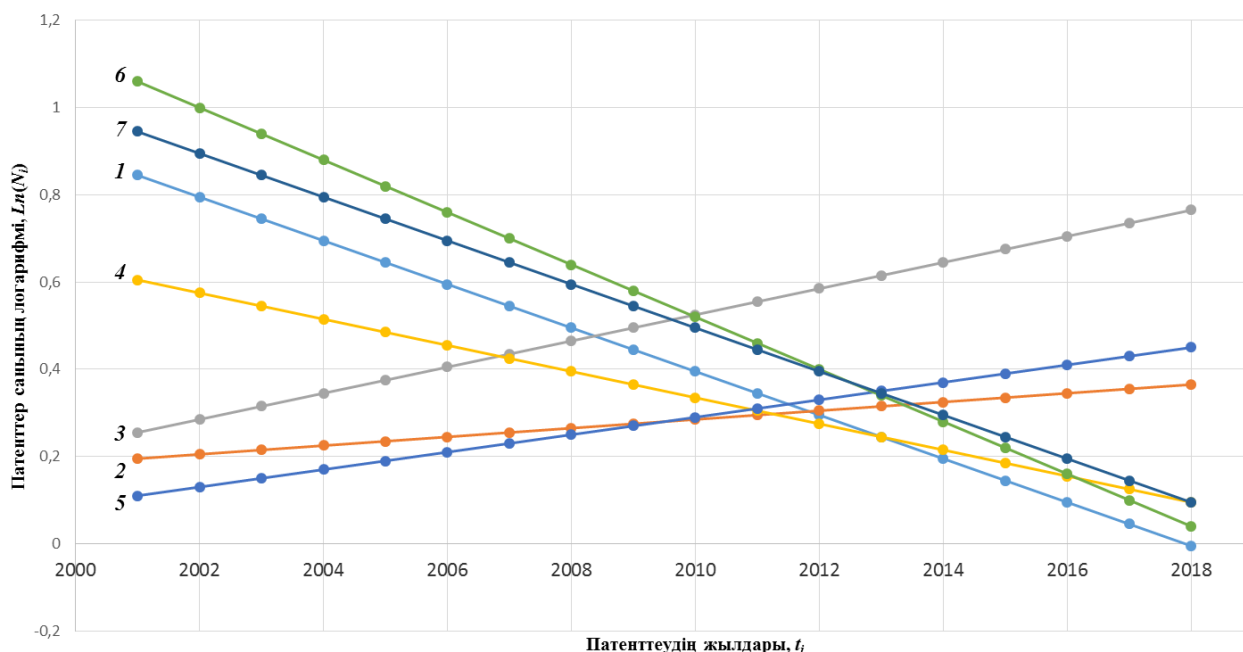
Талдау үшін 90% және одан жоғары сенімділік интервалы бар экспоненттер таңдалды. Егер экспоненттің сенімділік интервалы 90% - дан төмен болса, онда логистикалық тәуелділік түрі бар аппроксимацияланатын кумулятивтік қисық тұрғызылады:

$$W_i = L \cdot e^{-l^{p-q t_i}}. \quad (2.13)$$

мұнда W_i – массивке T_0 есептеу басынан T_i жылына дейін түскен патенттер сомасы;

p және q – қажетті тұрақты коэффициенттер.

Ақпараттық массивтерді өңдеу негізінде бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдары бойынша патенттеу динамикасының математикалық модельдері алынды. Патенттеу динамикасы 2.4-суретте көрсетілген, ал алынған регрессия теңдеулері 2.3-кестеде келтірілген.



Жіктеудің негізгі белгілері

- 1 — Кері күрек
- 2 — Қысылған жағдайлардағы жұмыс
- 3 — Арнайы мақсаттағы шөміштер
- 4 — Интенсификатор
- 5 — Жұмыс органдарын тиеу-түсіру
- 6 — Динамикалық жүктемелерді төмендету
- 7 — Шөмішті саптарға бекіту

Перспективалық коэффициенті

- $B = -0,05$
- $B = 0,01$
- $B = 0,03$
- $B = -0,03$
- $B = 0,02$
- $B = -0,06$
- $B = -0,05$

2.4-сурет. Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдары бойынша патенттеу динамикасы

2.3-кесте. Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдары бойынша патенттеу динамикасының математикалық модельдері

Шифры	Жіктелу белгілері	Коды	Регрессия теңдеулері
P ₁	Кері күрек	1	$N_i = \exp[-0,05 \cdot T_i + 100,8]$
P ₂	Қысылған жағдайларда жұмыс істеу	2	$N_i = \exp[0,01 \cdot T_i - 19,81]$
P ₃	Арнайы мақсаттағы шөміштер	3	$N_i = \exp[0,03 \cdot T_i - 59,77]$
P ₄	Интенсификатор	4	$N_i = \exp[-0,03 \cdot T_i + 60,63]$
P ₅	Жұмыс органдарын тиеу-түсіру	5	$N_i = \exp[0,02 \cdot T_i - 39,91]$
P ₆	Динамикалық жүктемелерді төмендету	6	$N_i = \exp[-0,06 \cdot T_i + 121,6]$
P ₇	Шөмішті саптарға бекіту	7	$N_i = \exp[-0,05 \cdot T_i + 100,9]$

Таңдалған бағыт бойынша перспективтік коэффициентті анықтау Б қосымшасында, Б1 кестесінде келтірілген PROGRAM PATEN бағдарламасы бойынша бастапқы деректерді өңдеу арқылы жүзеге асырылады.

2.3-кестені және 2.4-суретті талдау бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдарын жетілдіруде арнайы мақсаттағы шөміштер, жұмыс органдарын тиеу-түсіру және қысылған жағдайларда жұмыс істеу сияқты бағыттар басым дамитынын көрсетеді.

Осылайша, патенттеу динамикасын талдау осы жетілдіру жүріп жатқан бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдарын жетілдірудің негізгі үрдістерін анықтауға мүмкіндік берді. Патенттік ақпаратты талдау нәтижелері конструкторларға БЭ ЖО жетілдірудегі перспективалық бағытты таңдауда қажет болады.

2.4 Жекелеген патенттік шешімдерді салыстырмалы бағалау

Патенттік ақпаратты зерттеудің келесі кезеңі БЭ ЖО бойынша морфологиялық жіктеудің әртүрлі белгілеріне жатқызылған жеке патенттік шешімдерді салыстырмалы бағалауды қарастырады.

Патенттік ақпарат параметрлік емес ақпарат көздеріне жататыны белгілі, яғни патенттерде дәстүрлі түрде салыстырылатын, талданатын және белгілі бір инженерлік шешімдер бағаланатын сандық технико-экономикалық деректер жоқ (сирек жағдайларды қоспағанда). Осы шешімдердің маңыздылығын бағалау үшін техниканың болжанатын объектілеріне техникалық талаптардың жалпыланған жиынтығын, оларды бағалауды білдіретін басты анықтауыш кесте (БАК) кеңінен қолданылады (Б қосымшасын, Б.2 кестесін қараңыз).

БАК кез-келген объект үшін келесідей жасалады [49,26 б.]. Алдымен объектіге логикалық талдау жасалады, яғни техникалық журналдардағы, кітаптардағы, монографиялардағы, патенттердегі және т. б. жарияланымдар зерттеледі. Маңыздылығы бойынша ранжирленген реттілікте болатын маңызды сипаттамаларды анықтайды және оларға функция мәндеріне сәйкес нормалайтын бағалаулар беріледі:

$$\varphi(i) = \frac{i}{2^{i-1}} \quad (2.14)$$

мұнда i – сипаттаманың реттік номері.

Мысалы: 1 – «Патенттік шешімнің инженерлік-техникалық ерекшелігі» сипаттамасы $\varphi(i_1) = 1,0$ бағаланады, өйткені $i_1 = 1$ кезінде (2.14) формуласы бойынша $\varphi(i_1) = 1,0$ болады; 2 – «Шөмішті саптамаға бекіту түйіні» сипаттамасы $\varphi(i_2) = 1,0$ бағаланады ($i_2 = 2$ кезінде $\varphi(i_2) = 1,0$ болады); 3 – «Дайындау технологиялылығы» сипаттамасы $\varphi(i_3) = 0,75$ бағаланады ($i_3 = 3$ кезінде $\varphi(i_3) = 0,75$ болады); 4 – «Тозуға төзімділікті арттыратын және шөміштің салмағын төмендететін материалдарды қолдану» сипаттамасы – $\varphi(i_4) = 0,5$; 5 – «Қолдану

аймағын сипаттайтын шөміштің пайдалану қасиеттері» сипаттамасы – $\varphi(i_5) = 0,31$ және т.б.

Сонымен бірге, әр сипаттамада 5 бағалау позициясы бар, олар да ранжирленген ретпен орналастырылған. Сонымен қатар, позицияның реттік нөмірі өскен сайын неғұрлым жетілдірілген конструкциялар сипатталады және сәйкесінше олар қорытынды базалық бағалармен бағаланады.

Позицияның әрбір сипаттамасында келесі түрде бағаланады: сипаттаманы нормалау бағасы $\varphi(i)$ оның позициясының реттік нөміріне көбейтіледі, мысалы, бірінші сипаттама үшін $\varphi(i_1) = 1,0$ және позиция бағаланады: 1-ші позиция $1,0 \cdot 1 = 1,0$; 2-ші позиция $1,0 \cdot 2 = 2,0$; 3-ші позиция $1,0 \cdot 3 = 3,0$; 4-ші позиция $1,0 \cdot 4 = 4,0$; 5-ші позиция $1,0 \cdot 5 = 5,0$ және т.б. Үшінші сипаттама үшін $\varphi(i_3) = 0,75$ позиция бағаланады: 1-ші позиция $0,75 \cdot 1 = 0,75$; 2-ші позиция $0,75 \cdot 2 = 1,5$; 3-ші позиция $0,75 \cdot 3 = 2,25$; 4-ші позиция $0,75 \cdot 4 = 3,0$; 5-ші позиция $0,75 \cdot 5 = 3,75$ және т.б.

Сипаттамаларды нормалаушы бағалауды және олардың позициялардың базистік балдарын (бағаларын) сараптамалық бағалау әдісімен анықтауға болады. Ол үшін сарапшылардың сауалнамасы жасалып, осы саладағы жоғары білікті мамандарға таратылды. Содан кейін барлық осы бағалаулар ДЭЕМ-да математикалық статистика әдістерін қолдана отырып өңделеді.

Содан кейін әрбір патент БАК-пен салыстырылады, әрбір сипаттама бойынша тиісті позиция анықталады және патентке лайық бағалар сомасы анықталады. Әрбір патент үшін жеке өнертабыстың толықтық коэффициенті мына формула бойынша есептеледі:

$$\tau = \frac{Q}{q} = \frac{\sum_{i=1}^n j \cdot \varphi(i)}{n \cdot \sum_{i=1}^n \varphi(i)}, \quad (2.15)$$

мұнда q – БАК-нің әрбір сипаттамасы бойынша патентке лайық бағалар сомасы; Q – сол сипаттамалар бойынша бағалардың ең жоғары сомасы; n – базистік матрицадағы ең жоғары баллға тең сипаттамалардың саны; j – базистік бағалар (1, 2, 3, ..., n); $\varphi(i)$ – БАК-ге кіретін сипаттамалардың салмағын нормалайтын функция.

Аттестаттау шкаласы бойынша өнертабыстың толықтық коэффициентінің мәнін салыстыра отырып (2.4-кесте), перспективтік категориясын анықтайды.

Патенттік шешімдерді өндіріске ықтимал енгізу уақытын мына формула бойынша анықтайды:

$$T = t_o \cdot \exp(0,5 \cdot \tau^2 - \tau - 0,18), \quad (2.16)$$

мұнда $T_0 = \text{const}$ – функционалды-біртекті техникалық бағыттарды енгізу кезеңдері.

2.4-кесте. Аттестациялау шкаласы

Өнертабыстың толықтық коэффициенті	Перспективтікті болжау		Болжау категориясы
	Семантикалық бағалау	Бағалау деңгейі	
1,00 — 0,93 0,92 — 0,86 0,85 — 0,80	Өте перспективті	Жоғары	I_B
		Орташа	I_C
		Төмен	I_H
0,79 — 0,73 0,72 — 0,66 0,65 — 0,60	Перспективті	Жоғары	II_B
		Орташа	II_C
		Төмен	II_H
0,59 — 0,53 0,52 — 0,46 0,45 — 0,40	Аз перспективті	Жоғары	III_B
		Орташа	III_C
		Төмен	III_H
0,39 — 0,20	Перспективті емес		IV

Өнертабыстардың толықтық коэффициентін, патенттік шешімдердің перспективтік категориясын және патентті ықтимал енгізу уақытын анықтау Б.3 қосымшасында берілген PATEN5.FOR бағдарламасы бойынша бастапқы деректерді статистикалық өңдеу негізінде жүзеге асырылады.

Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдарын жетілдіру саласындағы өте перспективті патенттік шешімдер Б қосымшасының Б.4 кестесінде келтірілген.

Осы патенттерді талдау көрсеткендей, БЭ ЖО конструкцияларын жетілдірудің негізгі техникалық бағыттары арнайы мақсаттағы шөміштер, атап айтқанда, гидрофицирленген алдыңғы иегі бар шөміштер болып табылады, және біз одан әрі зерттеу мен модернизациялау үшін осындай патенттердің бірін негіз ретінде қабылдадық.

Жұмыстың осы бөлімінің нәтижелерін конструкторлар БЭ ЖО құрастыру мен жетілдіру үшін жаңа шешімдерді іздеуде қолдана алады.

2.5 Бөлім бойынша қорытынды

1 Бөгеттер, селұстағыштар тұстамаларындағы сел шөгінділерінің ірі сынғыш топырақтарының гранулометриялық құрамын талдау диаметрі $d \geq 1000$ мм тастар 2,88%, ұсақ фракциялар $D = 0,1 - 5$ мм – 41 %; ірі сынықтар $d > 500$ мм – 32,38 % құрайтынын көрсетеді.

2 Іле Алатауының солтүстік беткейіндегі өзендер бассейндерінің шөгінділеріндегі сел топырақтары фракцияларының жиынтық құрамын талдау фракциясының өлшемі $d > 200$ мм болатын тастар (валуны) мөлшері 21,7 %; малтатас (галька) (қиыршық тас (щебень)) фракциясының өлшемі $d = 10-20$ мм – 26,35 % ; қиыршық тас (гравий) $d = 2-10$ мм – 19,53 % ; құм $d = 0,05-2$ мм – 28,28 % ; шаң бөлшектері $d = 0,005 - 0,05$ мм – 2,72 %; сазды $d = 0,005 - 1,42$ % . Бөгеттердің, селұстағыштардың тұстамаларында ең қиын өңделетіні ірі сынғыш

топырақтар болып табылады, олар төтенше жағдайларда кеңінен қолданылатын дәстүрлі ЖҚМ тиімділігін арттыру мақсатында арнайы ЖҚМ ЖО құрастыруды талап етеді.

3 Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдары бойынша патенттік ақпараттың морфологиялық жіктелуі жасалды, бұл патенттік ақпаратты жүйелеуге, кодтауға, оны өңдеу үшін ДЭЕМ қолдануға және БЭ ЖО жетілдіру үшін перспективтік конструкторлық шешімдердің нұсқаларын анықтауға мүмкіндік береді.

4 Патенттеу динамикасының теңдеулері алынды, бұл БЭ ЖО жетілдірудегі негізгі үрдістерді және жіктелудің белгілерін анықтауға мүмкіндік береді, оған сәйкес белгілі бір конструктивті шешімнің даму перспективасын сипаттайды және БЭ ЖО жақсарту жолдарын таңдауда конструкторларды технологтарды бағыттайды.

5 Анықталған перспективтік патенттерді талдау, олардың тиімділігін арттыратын БЭ ЖО конструкцияларын жетілдірудің негізгі техникалық бағыттары арнайы мақсаттағы шөміштер, жұмыс органдарын тиеу-түсіру және қысылған жағдайларда жұмыс істеу және т. б. болып табылатындығын көрсетеді.

6 Әрі қарай дамыту үшін арнайы мақсаттағы шөміштерді құрастыру бағыты қабылданды. Негізгі конструкция ретінде жетілдіру үшін қабылданған гидрофицирленген алдыңғы иегі бар шөміштің өте перспективалы патенті таңдалды.

Осы бөлім бойынша зерттеу нәтижелері ғылыми конференцияларда [42,50] және ғылыми журналда [51] жарияланды.

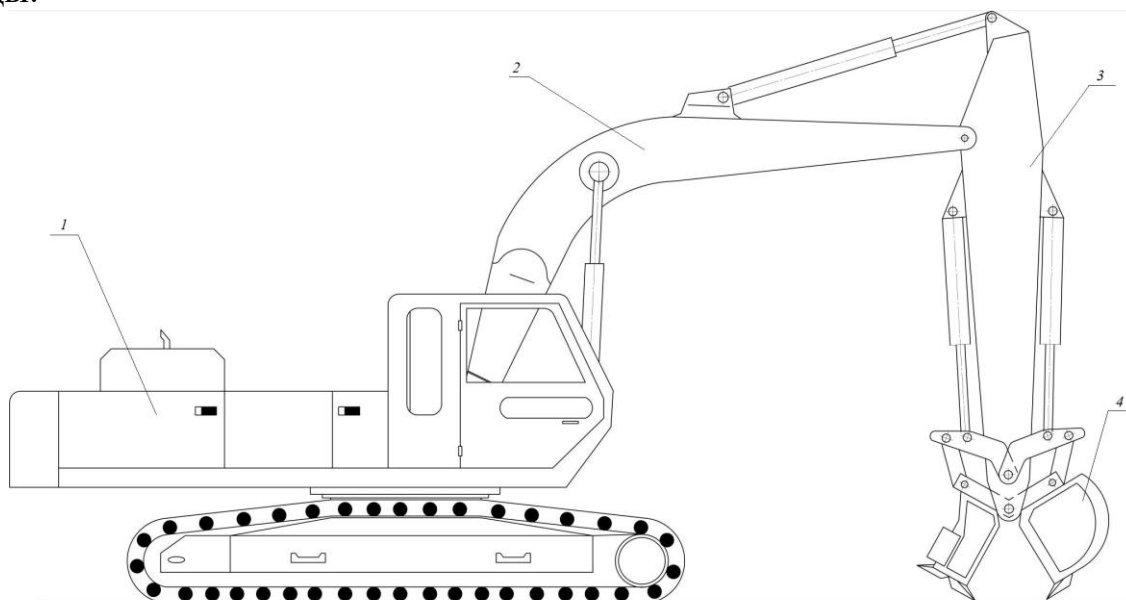
3 ГИДРОБАСҚАРЫЛАТЫН ИЕГІ БАР ЭКСКАВАТОР ШӨМІШІНІҢ ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ЖӘНЕ КИНЕМАТИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ ӘДІСТЕМЕСІ

3.1 Гидробасқарылатын иегі бар экскаватор шөмішінің құрылысы және оның технологиялық операциялары

Диссертациялық жұмыстың 2-бөлімінде гранулометриялық құрамы анықталған ірі сынғыш қосындылары бар сел топырақ ортасын тазарту үшін бір шөмішті экскаватордың жұмыс жабдықтарының гидробасқарылатын иегі бар конструкциясын ұсындық, оның жаңалығы келесі өнертабыс патенттерімен расталады «Гидравликалық экскаватордың арнайы жұмыс бөлігі» № 33997. МПК E02F 3/48 E02F 3/60. Өтінім 2018/0769.1, 22.10.2018 ж. берілді, ресми бюллетень №45, 08.11.2019 ж. шыққан және «Гидравликалық экскаватордың гидробасқарылатын иегі бар жұмыс жабдығы» № 34253. МПК E02F 3/60. Өтінім 2019/0094.1, 06.02.2019 ж. берілді, ресми бюллетень № 13, 03.04.2020 ж. шыққан [53,54].

Бұл бөлімде экскаватордың гидробасқарылатын иегі бар шөмішінің геометриялық және кинематикалық параметрлерін анықтаудың әзірленген әдістемесі ұсынылған.

3.1-суретте гидробасқарылатын иегі бар шөмішімен жабдықталған бір шөмішті экскаватордың жалпы көрінісі көрсетілген, ол негізгі машинандан 1, жебеден 2, гидробасқарылатын иекпен жабдықталған шөміші 4 бар сабынан 3 тұрады.



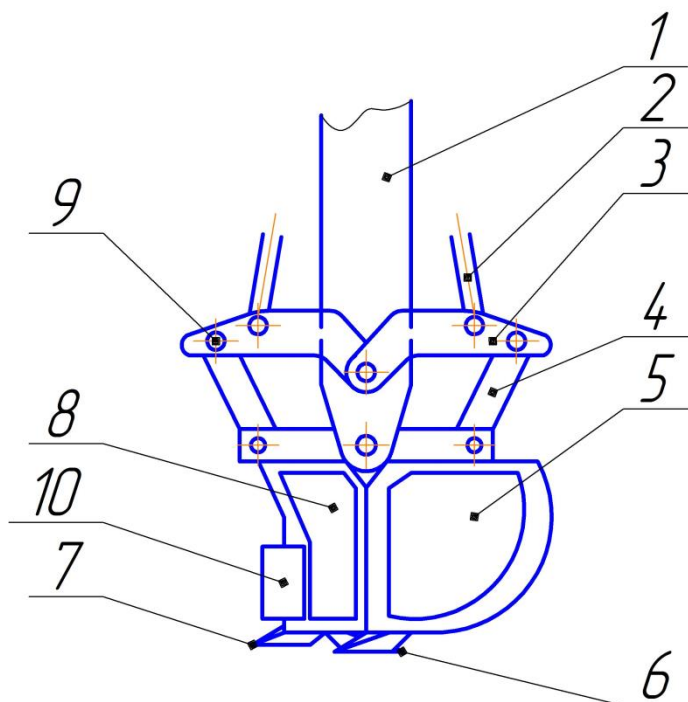
1- негізгі машина, 2- жебе, 3-сабы, 4- гидробасқарылатын иегі бар шөміш

3.1-сурет. Гидробасқарылатын иегі бар шөмішпен жабдықталған бір шөмішті экскаватордың жалпы көрінісі

Гидравликалық экскаватордың аспалы жұмыс жабдығы 1 м-ге дейінгі үлкен тастардан тұратын сел ысырындыларын тазартуға арналған, 3.2-суретке

сәйкес ашылатын гидробасқарылатын иегі бар көпфункционалды шөміш болып табылады.

Арнайы шөміштің құрамында тік бұрышты сабы 1 бар, оған шөміш 5 және иегі 8 топсалы бекітілген. Шөміш 5 және иек 8 қозғалыстарын басқару механизмдері басқарады, олардың әрқайсысы гидравликалық цилиндрлерден 2, рычагтардан 3 және тартқыштардан 4 тұрады.

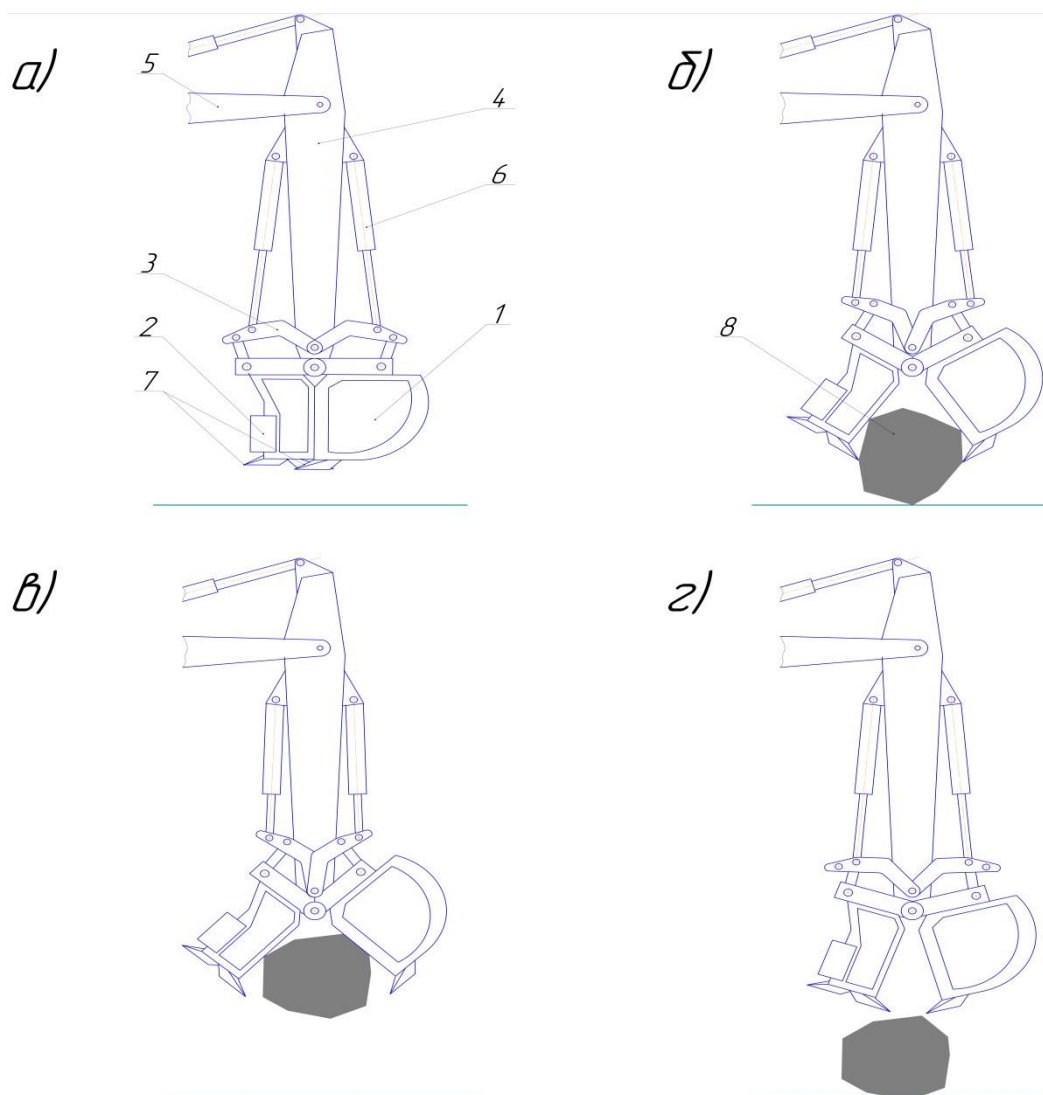


1- сабы, 2- гидроцилиндр; 3- басқару рычагы; 4- тартқыш; 5-шөміш; 6,7 – шөміш пен иектің сәйкес кесу жиектері; 8-иегі; 9-топса; 10 – бүйір пышағы.

3.2-сурет. Ірі тастардан тұратын сел ысырындыларын тазарту үшін ашылатын бөлігі бар арнайы шөміштің жалпы көрінісі

Гидробасқарылатын иегі бар арнайы ауыспалы шөмішпен жабдықталған гидравликалық экскаватордың жаңа жұмыс органы орындайтын технологиялық операциялар 3.3-суретте көрсетілген.

Үлкен тастармен кездескен кезде экскаватор машинисті шөміштен 5 иекті 8 ашады, диаметрі 1 м-ге дейін үлкен тасты қапсыра ұстайды, гидроцилиндрдің 2 штогын кері қайтару арқылы үлкен тасты ашылмалы бөлігімен 8 негізгі шөмішке 5 көтереді. Әрі қарай, машинист шөмішті көтеру арқылы үлкен тасты үйіндіге немесе көлік құралына тиейді.



а,б – толтыру процесі; в,г – түсіру процесі
 1-шөміш, 2-иегі, 3-рычаг, 4-сабы, 5-жебе, 6-гидроцилиндр, 7-кесу
 пышақтары, 8-ірі сынықты тас.

3.3-сурет. Сел ысырындылардың ірі сынғыш топырақтарын тазарту бойынша гидробасқарылатын иекпен жабдықталған бір шөмішті экскаватордың технологиялық операциялары

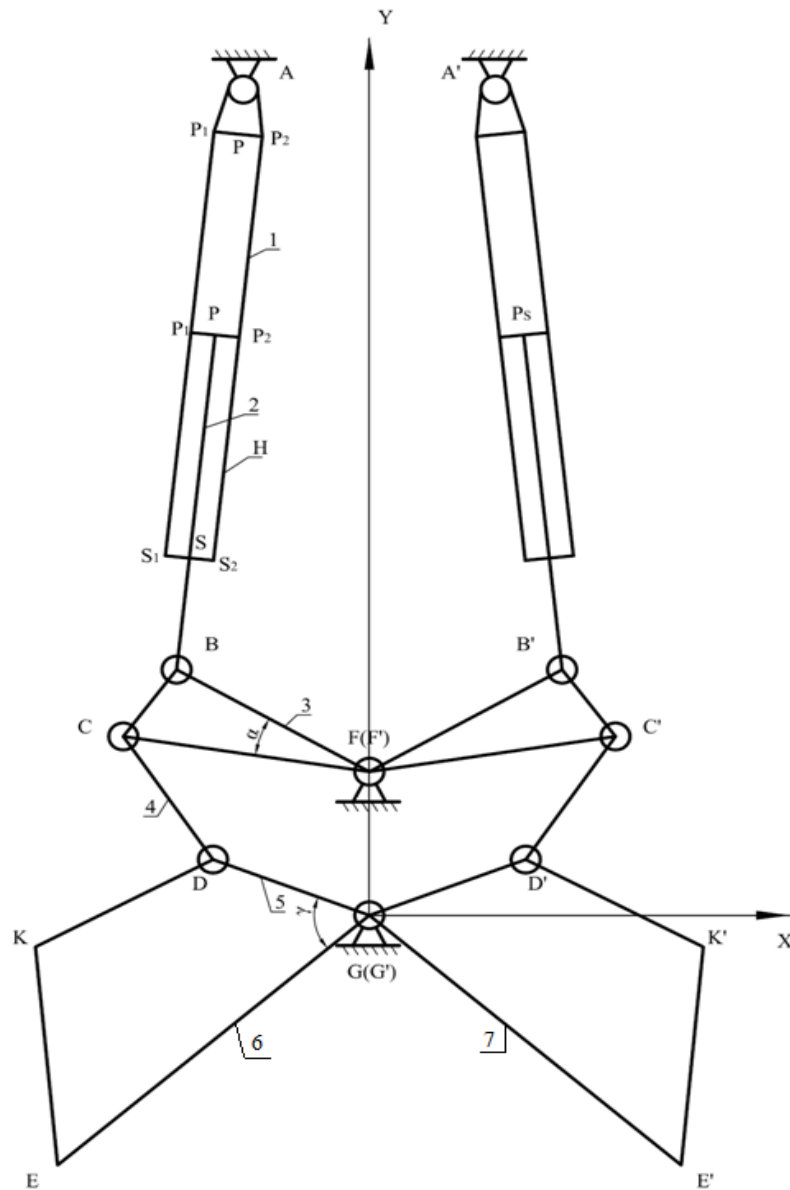
Бұл конструкцияның шөмішін қолданыстағы конструкцияның шөміштерімен салыстырғанда қолдану үлкен көлемдегі тасты материалды қамтитын сел топырақ ортасын қанағаттанарлық деңгейде тазартуды қамтамасыз етеді.

Кинематикалық схемасы 3.4-суретте көрсетілген бір шөмішті экскаватордың жаңа жұмыс органының шөмішінің гидробасқарылатын иегіне талдау жасаймыз.

Жұмыс жабдығы элементтерінің кеңістіктік қозғалыс моделі Оху координаталар жүйесінде $X(i)$ есептік нүктесінің біртекті координаталарын түрлендіру негізінде қалыптастырылған (3.4-сурет):

$$T = T_{0,1} \cdot X^{(i)}, \quad T_{0,i} = T_{0,1} \cdot T_{1,2} \cdot T_{2,3} \cdot \dots \cdot T_{i-1,i}, \quad (3.1)$$

мұнда $T_{0,1}$ – $O\bar{x}\bar{y}$ координаталар жүйесінен Ox жүйесіне өту матрицасы.



1-гидроцилиндр, 2-шток, 3-жоғарғы рычаг, 4-тартқыш, 5-төменгі рычаг, 6-иек, 7-шөміш.

3.4-сурет. Төтенше жағдайлар кезінде зардаптарды жоюға арналған гидравликалық экскаватордың гидробасқарылатын иегі бар жұмыс жабдығының кинематикалық схемасы.

Тәуелділіктер (3.1) кинематикалық және күштік есептеулердің, параметрлік синтездің, сондай-ақ жұмыс жабдығы элементтерінің кез келгеніндегі кернеуді есептеудің негізі болып табылады. Шөмішпен

координаттар жүйесін OXY қатаң байланыстырамыз. Координаттар жүйесіне OXY қатысты, шөміш топсаларымен қатаң байланысқан координаттар берілсін деп есептейік: $A(A')$, $F(F')$; $G(G')$). Иекті жылжыту механизмінің сызықтық өлшемдері де белгілі болсын: $AB(A'B')$. OXY координаттар жүйесіне қатысты барлық буындардың орналасуын, сондай-ақ бізді қызықтыратын буындар нүктелерінің координаттарын анықтаймыз.

Әрі қарай, осы қозғалыстарды тудыратын күштерді ескерместен, бір шөмішті экскаватордың жаңа жұмыс органының шөмішінің гидробасқарылатын иектің буындарының қозғалысын қарастырамыз. Механизмнің негізгі мақсаты-оның кинематикалық сипаттамалары арқылы сипатталатын қажетті қозғалыстарды орындау. Оларға жалпыланған координаттар, буындар мен олардың нүктелерінің координаттары, сондай-ақ олардың жылдамдығы мен үдеуі жатады. Кинематикалық сипаттамалардың қатарына бастапқы буындардың қозғалыс заңына тәуелді еместер де жатады, олар тек механизмнің құрылымымен, оның буындарының өлшемімен анықталады және жалпы жағдайда жалпыланған координаттарға байланысты болады. Бұлар орналасу функциялары, механизм буындары мен олардың нүктелерінің жылдамдықтары мен үдеулерінің аналогтары.

Кинематикалық сипаттамаларға сәйкес конструктор механизмді жобалаудың негізгі міндеттерінің бірі - құрылымдық схеманы таңдау және буындардың өлшемдерін анықтау, қаншалықты сәтті орындалды деген қорытынды жасайды.

Кинематикалық сипаттамалардың көмегімен, инерциялық күштердің буын бойымен таралу заңы анықталады, бұл механизмдерді беріктік пен қаттылыққа есептеу үшін қажет. Кинематикалық сипаттамаларды қолдана отырып, жобаланатын механизм динамикасының екінші негізгі есебін шешу үшін қозғалыс теңдеулері мен жалпыланған күштер анықталады.

3.2 Гидробасқарылатын иегі бар экскаватор шөміші буындарының орналасуын анықтау

Л. В. Ассур әзірлеген жазық стерженді механизмдерінің құрылымдық жіктелуі қолданыстағы және жобаланатын жаңа механизмдерді зерттеуді жеңілдетеді [55]. Оның негізгі қағидаты-механизмнің схемасы бір немесе бірнеше бастапқы буындарға және нөлдік қозғалыстағы кинематикалық тізбектерінің тірегіне, топ еркіндік дәрежелерінің санын өзгертпестен қосылатын буындарға қатысты қосылу арқылы алынуы мүмкін. Алдынан белгілі, жазық рычаг механизмдерін кинематикалық талдаудың ең жалпы тәсілдері тәуелсіз векторлық контурлар әдісін қолдануға негізделген [56,57,58].

Жазық рычаг механизмі буындарының ережелері туралы мәселенің жалпы тұжырымдамасы мынадай түрде қойылады: векторлық тұйық контурлар әдісі негізінде берілген параметрлер мен сыртқы топсалардың орналасуы кезінде кіріс (жетекші) буындарының жалпыланған координаттарынан шығыс (жетектегі) буындарының орналасуының функцияларын табу қажет. Егер механизмде бірнеше құрылымдық топтар болса, онда кинематикалық талдау

осы топтардың қосылу реттілігімен орындалады. Бұл жағдайда механизмнің жеке буындарымен байланысты координаталар жүйесінен басқа, әрбір құрылымдық топ үшін координаттар жүйесі анықталуы керек, оған қатысты топ буындары ферманы құрайды, яғни еркіндік дәрежелерінің саны нөлге тең болады [59].

Шығыс (жетектегі) буындарының ережелері туралы мәселені шешу үшін механизмнің кинематикалық схемасы және бір еркіндік дәрежесі бар кіріс (жетекші) буынының жағдайы немесе бірнеше еркіндік дәрежесі бар механизм үшін кіріс (жетекші) буындарының жағдайы берілуі тиіс.

Бір шөмішті экскаватордың жаңа жұмыс жабдығының шөмішінің гидробасқарылатын иегін талдаймыз [60,61,62,63].

Қармауыштың барлық буындарының орналасуын анықтау үшін жалпыланған АВ координаты мен қармауыштың тұрақты параметрлерін беру жеткілікті: BF , BC , CF , CD , DG , GE буындар ұзындығы, γ , $A(xa, ya)$, $F(xF, yF)$, $G(xg, yg)$ тірек координаттары.

B нүктесінің координатасын анықтау үшін алдымен AF қашықтығын табамыз:

$$AF = \sqrt{(xf - xa)^2 + (yf - ya)^2} \quad (3.2)$$

Бұрышты анықтаймыз $\theta_{AF} = \arctg\left(\frac{yf - ya}{xf - xa}\right)$ және косинустар теоремасы бойынша

3.4-суретте көрсетілген бұрышты анықтаймыз $\varphi = \arccos\left(\frac{AB^2 + AF^2 - BF^2}{2 \cdot AB \cdot AF}\right)$. Онда

бұрыш болады:

$$\theta_{AB} = \theta_{AF} - \arccos\left(\frac{AB^2 + AF^2 - BF^2}{2 \cdot AB \cdot AF}\right) \quad (3.3)$$

B нүктесінің координатасын қозғалмайтын координаттар жүйесіне GXY қатысты келесі қатынастан анықтаймыз:

$$\begin{Bmatrix} xb \\ yb \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} xa \\ ya \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} \cos(\theta_{AB}) & -\sin(\theta_{AB}) \\ \sin(\theta_{AB}) & \cos(\theta_{AB}) \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} AB \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (3.4)$$

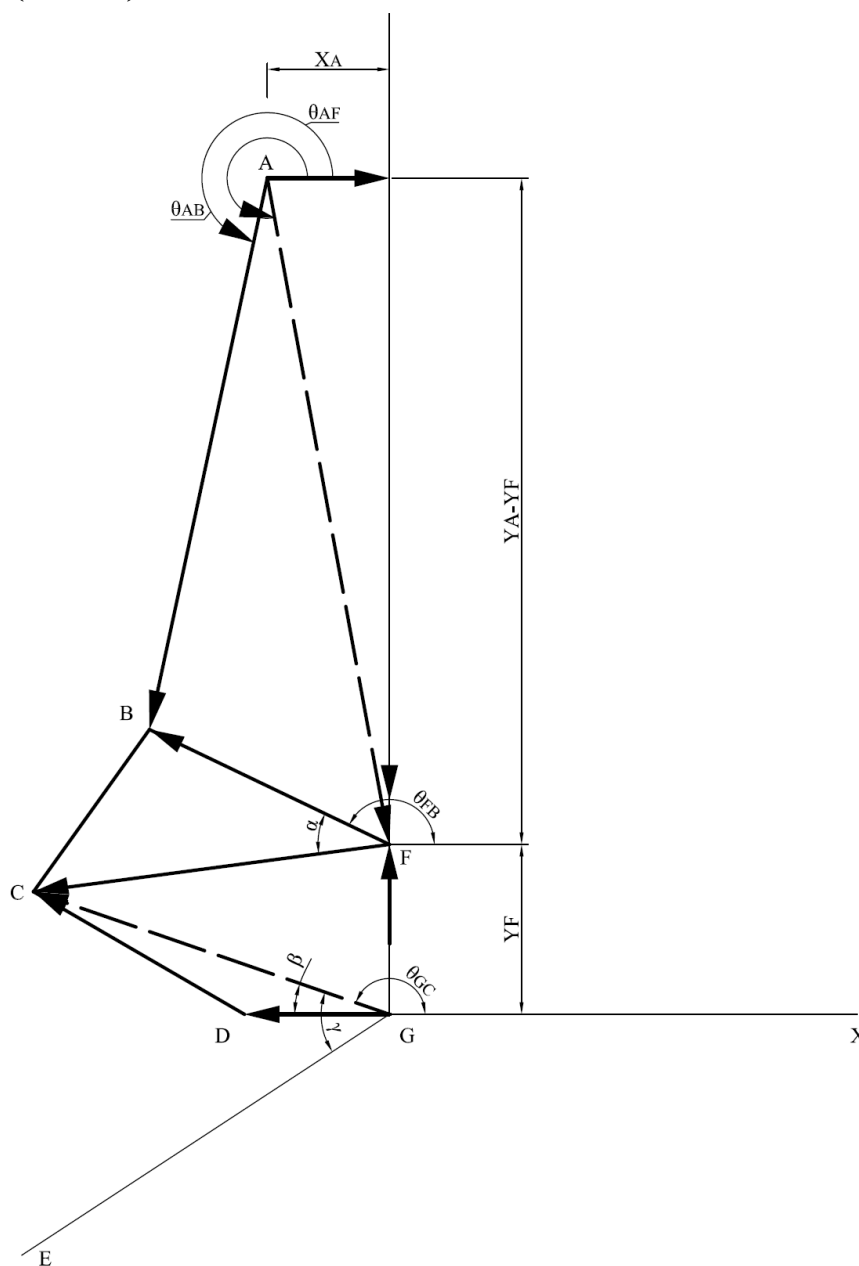
мұнда $AB = 1288 + 7,04 \cdot i, i = 0 \dots 74$.

C нүктесінің координатасын анықтау үшін косинустар теоремасынан алдын-ала тұрақты бұрышты анықтаймыз

$$\alpha = \arccos\left(\frac{BF^2 + CF^2 - BC^2}{2 \cdot BF \cdot CF}\right) \quad (3.5)$$

және бұрыш болады

$$\theta_{FB} = \arctg\left(\frac{yb - yf}{xb - xf}\right) \quad (3.5\text{-сурет}).$$



3.5-сурет. Кинематикалық жұптардағы байланыс реакциясын анықтауға арналған гидроиектің 1-ші буынының есептік схемасы

Сонымен С нүктесінің координаттары келесі өрнектен анықталады:

$$\begin{Bmatrix} xc \\ yc \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} xf \\ yf \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} \cos(\theta_{FB} + \alpha) & - \sin(\theta_{FB} + \alpha) \\ \sin(\theta_{FB} + \alpha) & \cos(\theta_{FB} + \alpha) \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} CF \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (3.6)$$

Д нүктесінің координаттарын анықтау үшін алдымен келесі шамаларды анықтау керек:

CG айнымалы ұзындықты

$$CG = \sqrt{(xc - xg)^2 + (yc - yg)^2} \quad (3.7)$$

бұрыш

$$\theta_{GC} = \arctg\left(\frac{yc - yg}{xc - xg}\right),$$

және косинустар теоремасынан тұрақты бұрышты β

$$\beta = \arccos\left(\frac{CG^2 + DG^2 - CD^2}{2 \cdot CG \cdot DG}\right).$$

Онда, сәйкесінше, D, E нүктелерінің координаттары келесі қатынастардан анықталады:

$$\begin{Bmatrix} xd \\ yd \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} xg \\ yg \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} \cos(\theta_{GC} + \beta) & -\sin(\theta_{GC} + \beta) \\ \sin(\theta_{GC} + \beta) & \cos(\theta_{GC} + \beta) \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} DG \\ 0 \end{Bmatrix},$$

$$\begin{Bmatrix} xe \\ ye \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} xg \\ yg \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} \cos(\theta_{GC} + \beta + \gamma) & -\sin(\theta_{GC} + \beta + \gamma) \\ \sin(\theta_{GC} + \beta + \gamma) & \cos(\theta_{GC} + \beta + \gamma) \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} GF \\ 0 \end{Bmatrix}.$$

Сонымен біз $B(x_B, y_B)$, $E(x_E, y_E)$ және $D(x_D, y_D)$ нүктелерінің координаталарын XOY жергілікті координаттар жүйесіне қатысты анықтадық.

3.3 Экскаватор шөмішінің иектерін жылжыту механизмінің буындары нүктелерінің жылдамдығы мен үдеуін анықтау

Механизм нүктелерінің жылдамдығы мен үдеуін анықтау үшін буындардың бұрыштық жылдамдықтары мен үдеулерінің аналогтарын, сондай-ақ механизм буындары нүктелерінің сызықтық жылдамдықтар мен үдеулерінің аналогтарын анықтау қажет. Механизм буындарының бұрыштық жылдамдықтары мен үдеулерінің аналогтары сәйкесінше жалпыланған координат бойынша тәуелсіз жабық контурлардың тұйықталу теңдеулерінің бір және екі есе дифференциалу болып табылады. Сонымен қатар, механизм класына қарамастан, тәуелсіз контурлардың тұйықталу теңдеуінің жалпыланған координаты бойынша дифференциалдау санына байланысты бұрыштық жылдамдықтардың немесе үдеулердің аналогтарына қатысты сызықтық теңдеулер жүйесін аламыз.

Зерттеліп отырған механизмнің (қармауыштың) жетекші буыны 1-буынға тиесілі цилиндрде H қозғалатын байланыстырушы шатундағы поршень болып

табылады (3.4 суретті қараңыз). Бұл механизмде жалпыланған координат айнымалы AB қашықтығы болып табылады.

Механизмдегі тәуелсіз контурлар саны (K) Эйлер топологиялық формуласы бойынша анықталады

$$k = p - n + 1.$$

мұнда p, n – механизмнің кинематикалық жұптары мен буындарының саны.

Зерттелетін механизм үшін $p = 7, n = 6$, онда $k = 7 - 6 + 1 = 2$, яғни, бұл механизмде екі тәуелсіз контур бар.

Бірінші тәуелсіз тұйық контур (3.5-суретті қараңыз):

$$\overline{AB} - \overline{BF} - (\overline{y_A} - \overline{y_F}) - \overline{x_A} = 0 \quad (3.8)$$

GXY осінде векторлардың тұйықталу теңдеуін (3.8) жобалау арқылы келесі теңдеу жүйесін аламыз:

$$\begin{cases} AB \cos(\theta_{AB}) - BF \cos(\theta_{FB}) - \overline{x_A} = 0, \\ AB \sin(\theta_{AB}) - BF \sin(\theta_{FB}) - (\overline{y_A} - \overline{y_F}) = 0, \end{cases} \quad (3.9)$$

мұнда $\theta_{FB} = \arctg\left(\frac{y_B - y_F}{x_B - x_F}\right)$

(3.9) жүйесін жалпыланған координаттар AB бойынша дифференциялау арқылы аламыз:

$$\begin{cases} \cos(\theta_{AB}) - AB \sin(\theta_{AB}) \frac{d\theta_{AB}}{dAB} + BF \sin(\theta_{FB}) \frac{d\theta_{FB}}{dAB} = 0, \\ \sin(\theta_{AB}) + AB \cos(\theta_{AB}) \frac{d\theta_{AB}}{dAB} - BF \cos(\theta_{FB}) \frac{d\theta_{FB}}{dAB} = 0. \end{cases} \quad (3.10)$$

(3.10) теңдеуін матрицалық түрге келтіреміз:

$$\begin{bmatrix} -AB \sin(\theta_{AB}) & BF \sin(\theta_{FB}) \\ AB \cos(\theta_{AB}) & -BF \cos(\theta_{FB}) \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \frac{d\theta_{AB}}{dAB} \\ \frac{d\theta_{FB}}{dAB} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -\cos(\theta_{AB}) \\ -\sin(\theta_{AB}) \end{Bmatrix} \quad (3.11)$$

(3.11) теңдеулер жүйесінен θ_{AB} және θ_{FB} бұрыштарының бұрыштық жылдамдықтарының аналогтарын $\frac{d\theta_{AB}}{dAB}$ және $\frac{d\theta_{FB}}{dAB}$ анықтаймыз.

(3.9) теңдеулер жүйесін жалпыланған координаттар AB жүйесі бойынша екінші рет дифференциалдап, келесі теңдеулер жүйесін аламыз:

$$\left\{ \begin{array}{l} -\sin(\theta_{AB}) \frac{d\theta_{AB}}{dAB} - \sin(\theta_{AB}) \frac{d\theta_{AB}}{dAB} - AB \cos(\theta_{AB}) \left(\frac{d\theta_{AB}}{dAB} \right)^2 - AB \sin(\theta_{AB}) \frac{d^2\theta_{AB}}{dAB^2} + \\ BF \cos(\theta_{FB}) \left(\frac{d\theta_{FB}}{dAB} \right)^2 + BF \sin(\theta_{FB}) \frac{d^2\theta_{FB}}{dAB^2} = 0, \\ \cos(\theta_{AB}) \frac{d\theta_{AB}}{dAB} + \cos(\theta_{AB}) \frac{d\theta_{AB}}{dAB} - AB \sin(\theta_{AB}) \left(\frac{d\theta_{AB}}{dAB} \right)^2 + AB \cos(\theta_{AB}) \frac{d^2\theta_{AB}}{dAB^2} + \\ BF \sin(\theta_{FB}) \left(\frac{d\theta_{FB}}{dAB} \right)^2 - BF \cos(\theta_{FB}) \frac{d^2\theta_{FB}}{dAB^2} = 0; \end{array} \right. \quad (3.12)$$

Бұл теңдеулерді матрицалық түрде жазамыз

$$\left[\begin{array}{cc} -AB \sin(\theta_{AB}) & BF \sin(\theta_{FB}) \\ AB \cos(\theta_{AB}) & -BF \cos(\theta_{FB}) \end{array} \right] \left\{ \begin{array}{l} \frac{d^2\theta_{AB}}{dAB^2} \\ \frac{d^2\theta_{FB}}{dAB^2} \end{array} \right\} =$$

$$= \left\{ \begin{array}{l} 2 \sin(\theta_{AB}) \frac{d\theta_{AB}}{dAB} + AB \cos(\theta_{AB}) \left(\frac{d\theta_{AB}}{dAB} \right)^2 - BF \cos(\theta_{FB}) \left(\frac{d\theta_{FB}}{dAB} \right)^2 \\ -2 \cos(\theta_{AB}) \frac{d\theta_{AB}}{dAB} + AB \sin(\theta_{AB}) \left(\frac{d\theta_{AB}}{dAB} \right)^2 - BF \sin(\theta_{FB}) \left(\frac{d\theta_{FB}}{dAB} \right)^2 \end{array} \right\}. \quad (3.13)$$

(3.13) теңдеулер жүйесінен сәйкес θ_{AB} және θ_{FB} бұрыштарының бұрыштық үдеулер аналогтарын $\frac{d^2\theta_{AB}}{dAB^2}$, $\frac{d^2\theta_{FB}}{dAB^2}$ анықтаймыз.

Екінші тәуелсіз контурдың тұйықталу теңдеуі (3.4-суретті қараңыз):

$$\overline{DG} + \overline{CD} - \overline{CF} - \overline{y_F} = 0.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} DG \cos(\theta_{GD}) + CD \cos(\theta_{DC}) - CF \cos(\theta_{FC}) = 0, \\ DG \sin(\theta_{GD}) + CD \sin(\theta_{DC}) - CF \sin(\theta_{FC}) - y_F = 0, \end{array} \right. \quad (3.14)$$

$$\text{мұнда } \theta_{GD} = \arctg\left(\frac{y_D - y_G}{x_D - x_G}\right), \theta_{DC} = \arctg\left(\frac{y_C - y_D}{x_C - x_D}\right), \theta_{FC} = \arctg\left(\frac{y_C - y_F}{x_C - x_F}\right).$$

(3.14) теңдеулер жүйесін жалпыланған координаттар AB жүйесі бойынша дифференциалдаймыз, сонда болады:

$$\begin{cases} -DG \sin(\theta_{GD}) \frac{d\theta_{GD}}{dAB} - CD \sin(\theta_{DC}) \frac{d\theta_{DC}}{dAB} + CF \sin(\theta_{FC}) \frac{d\theta_{FB}}{dAB} = 0, \\ DG \cos(\theta_{GD}) \frac{d\theta_{GD}}{dAB} + CD \cos(\theta_{DC}) \frac{d\theta_{DC}}{dAB} - CF \cos(\theta_{FC}) \frac{d\theta_{FB}}{dAB} = 0, \\ \frac{d\theta_{FC}}{dAB} = \frac{d\theta_{FB}}{dAB} \end{cases} \quad (3.15)$$

Бұл теңдеулер жүйесін матрицалық түрге келтіреміз:

$$\begin{bmatrix} -DG \sin(\theta_{GD}) & -CD \sin(\theta_{DC}) \\ DG \cos(\theta_{GD}) & CD \cos(\theta_{DC}) \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \frac{d\theta_{GD}}{dAB} \\ \frac{d\theta_{DC}}{dAB} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -CF \sin(\theta_{FC}) \frac{d\theta_{FB}}{dAB} \\ CF \cos(\theta_{FC}) \frac{d\theta_{FB}}{dAB} \end{Bmatrix} \quad (3.16)$$

(3.16) теңдеуінен θ_{GD} және θ_{DC} бұрыштарының бұрыштық жылдамдық аналогтарын $\frac{d\theta_{GD}}{dAB}$ және $\frac{d\theta_{DC}}{dAB}$ анықтаймыз.

(3.15) теңдеуін жалпыланған координаттар AB бойынша екінші рет дифференциалдап, келесіні аламыз:

$$\begin{cases} -DG \cos(\theta_{GD}) \left(\frac{d\theta_{GD}}{dAB} \right)^2 - DG \sin(\theta_{GD}) \frac{d^2\theta_{GD}}{dAB^2} - CD \cos(\theta_{DC}) \left(\frac{d\theta_{DC}}{dAB} \right)^2 - CD \sin(\theta_{DC}) \frac{d^2\theta_{DC}}{dAB^2} + \\ CF \cos(\theta_{FC}) \left(\frac{d\theta_{FB}}{dAB} \right)^2 + CF \sin(\theta_{FC}) \frac{d^2\theta_{FB}}{dAB^2} = 0, \\ -DG \sin(\theta_{GD}) \left(\frac{d\theta_{GD}}{dAB} \right)^2 + DG \cos(\theta_{GD}) \frac{d^2\theta_{GD}}{dAB^2} - CD \sin(\theta_{DC}) \left(\frac{d\theta_{DC}}{dAB} \right)^2 + CD \cos(\theta_{DC}) \frac{d^2\theta_{DC}}{dAB^2} + \\ CF \sin(\theta_{FC}) \left(\frac{d\theta_{FB}}{dAB} \right)^2 - CF \cos(\theta_{FC}) \frac{d^2\theta_{FB}}{dAB^2} = 0; \end{cases} \quad (3.17)$$

немесе матрицалық түрде:

$$\begin{bmatrix} -DG \sin(\theta_{GD}) & -CD \sin(\theta_{DC}) \\ DG \cos(\theta_{GD}) & CD \cos(\theta_{DC}) \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \frac{d^2\theta_{GD}}{dAB^2} \\ \frac{d^2\theta_{DC}}{dAB^2} \end{Bmatrix} = \begin{cases} DG \cos(\theta_{GD}) \left(\frac{d\theta_{GD}}{dAB} \right)^2 + CD \cos(\theta_{DC}) \left(\frac{d\theta_{DC}}{dAB} \right)^2 - CF \cos(\theta_{FC}) \left(\frac{d\theta_{FB}}{dAB} \right)^2 - CF \sin(\theta_{FC}) \frac{d^2\theta_{FB}}{dAB^2} \\ DG \sin(\theta_{GD}) \left(\frac{d\theta_{GD}}{dAB} \right)^2 + CD \sin(\theta_{DC}) \left(\frac{d\theta_{DC}}{dAB} \right)^2 - CF \sin(\theta_{FC}) \left(\frac{d\theta_{FB}}{dAB} \right)^2 + CF \cos(\theta_{FC}) \frac{d^2\theta_{FB}}{dAB^2} \end{cases} \quad (3.18)$$

(3.18) теңдеулер жүйесін шеше отырып, сәйкес θ_{GD} және θ_{DC} бұрыштарының бұрыштық үдеулерінің аналогтарын $\frac{d^2\theta_{GD}}{dAB^2}$, $\frac{d^2\theta_{DC}}{dAB^2}$ анықтаймыз.

E нүктесінің координаттарын келесі өрнектерден анықтаймыз:

$$\begin{cases} x_E = GE \cos(\theta_{GE}), \\ y_E = GE \sin(\theta_{GE}), \end{cases} \quad (3.19)$$

мұнда $\theta_{GE} = \text{arctg}\left(\frac{y_E - y_G}{x_E - x_G}\right)$.

(3.19) өрнегін уақыт бойынша дифференциалдап, E нүктесінің жылдамдығын табамыз:

$$\begin{cases} \frac{dx_E}{dt} = -GE \sin(\theta_{GE}) \frac{d\theta_{GD}}{dAB} \frac{dAB}{dt}, \\ \frac{dy_E}{dt} = +GE \cos(\theta_{GE}) \frac{d\theta_{GD}}{dAB} \frac{dAB}{dt}. \end{cases} \quad (3.20)$$

E нүктесінің жылдамдық модулі мынаған тең болады:

$$g_E = \sqrt{g_{x_E}^2 + g_{y_E}^2} \quad (3.21)$$

(3.20) өрнегін уақыт бойынша дифференциалдап, E нүктесінің үдеуін табамыз:

$$\begin{cases} a_{x_E} = \frac{d^2x_E}{dt^2} = -GE \cos(\theta_{GE}) \left(\frac{d\theta_{GD}}{dAB} \frac{dAB}{dt}\right)^2 - GE \sin(\theta_{GE}) \frac{d^2\theta_{GD}}{dAB^2} \left(\frac{dAB}{dt}\right)^2 - \\ GE \sin(\theta_{GE}) \frac{d\theta_{GD}}{dAB} \frac{d^2AB}{dt^2}, \\ a_{y_E} = \frac{d^2y_E}{dt^2} = -GE \sin(\theta_{GE}) \left(\frac{d\theta_{GD}}{dAB} \frac{dAB}{dt}\right)^2 + GE \cos(\theta_{GE}) \frac{d^2\theta_{GD}}{dAB^2} \left(\frac{dAB}{dt}\right)^2 + \\ GE \cos(\theta_{GE}) \left(\frac{d\theta_{GD}}{dAB}\right)^2 \frac{d^2AB}{dt^2}. \end{cases} \quad (3.22)$$

E нүктесінің үдеуінің модулі мынаған тең:

$$a_E = \sqrt{a_{x_E}^2 + a_{y_E}^2} \quad (3.23)$$

3.6-суретте бір шөмішті экскаватордың жұмыс жабдығының гидробасқарылатын иектерін ашу механизмін кинематикалық талдаудың блок-схемасы көрсетілген



3.6-сурет. Бір шөмішті экскаватордың жұмыс жабдығы шөмішінің гидроиегінің ашу механизмін кинематикалық талдаудың блок-схемасы

Әзірленген бағдарлама бойынша алынған тәуелділіктерді компьютерлік модельдеу екі режимде жүргізілді:

- грейфер режимінде ірі сынғыш тастарды ұстап алу бойынша гидроиекті жылжыту механизмін жұмысы;
- кәдімгі кері күрек шөміші режимінде гидроиекті жылжыту механизмін бірлескен жұмысы.

Сандық нәтижелерді алу үшін «Maple 18. The Essential Tool For Mathematics and Modeling» компьютерлік бағдарламасы қолданылды. Гидравликалық экскаватордың арнайы шөмішінің гидробасқарылатын иегі механизмін есептеу бағдарламасы жасалды және кинематикалық және күштік

сипаттамалары сандық және графикалық түрде алынды. Бұл механизмнің келесі параметрлері бар:

$$AB=1288+7,04i, i=0\dots74.$$

$$BF=500 \text{ мм}, BC=200 \text{ мм}, CF=538,51 \text{ мм};$$

$$x_a=-427 \text{ мм}, y_a=2150 \text{ мм}, x_F=0,0 \text{ мм}, y_F=500 \text{ мм}, x_g=0,0 \text{ мм}, y_g=0,0 \text{ мм}$$

$$\gamma = \frac{2 \cdot P_i \cdot 30}{360} = 0,5235987758 \text{ рад.}$$

3.1-кестеде қозғалмайтын координаттар жүйесіне OXY қатысты көп мақсатты шөміштің иегі гидроцилиндрі штогының 14 жағдайы үшін қарастырылатын механизмнің нүктелерінің (B,D) координаталарының сандық мәндері келтірілген .

3.1-кесте. Гидроцилиндр штогы жүрісіне байланысты E нүктесінің координатасының сандық мәндері

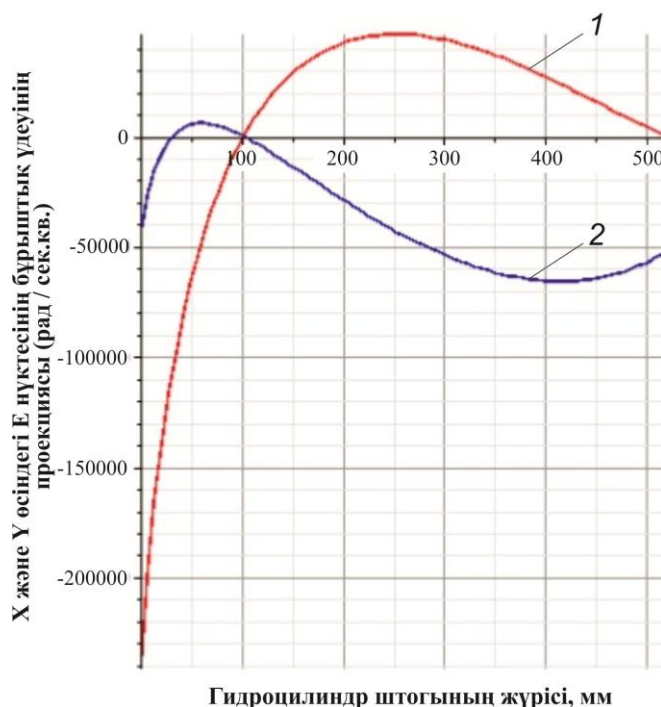
Шток жүрісі, мм	X_E	Y_E	$X_E - X_G$
0	-984,1190992	177,5094327	-984,119092
7,04	-995,6715872	92,9412784	-995,6715872
14,08	-995,6715872	92,94132784	-995,6715872
21,12	-998,4763890	55,18061890	-998,4763890
28,16	-999,8072789	19,63173834	-999,80727789
35,20	-999,9009145	-14,07697145	-999,9009145
42,24	-998,9313847	-46,21783834	-998,9313847
49,28	-997,0312593	-76,99784427	-997,0312593
56,32	-994,3042632	-106,5787601	-994,3042632
63,36	-990,8333340	-135,0899860	-990,8333340
70,40	-986,6859811	-162,6369416	-986,6859811
77,44	-981,9179785	-189,3068503	-981,9179785
84,48	-976,5759892	-215,172881	-976,5759892
91,52	-970,6994721	-240,5967641	-970,6994721

3.2-кестеде X және Y осіндегі көп мақсатты шөміш иегі гидроцилиндрі штогының 14 жағдайы үшін қарастырылатын механизмнің нүктелерінің (B,D) сызықтық жылдамдықтарының проекцияларының сандық мәні келтірілген.

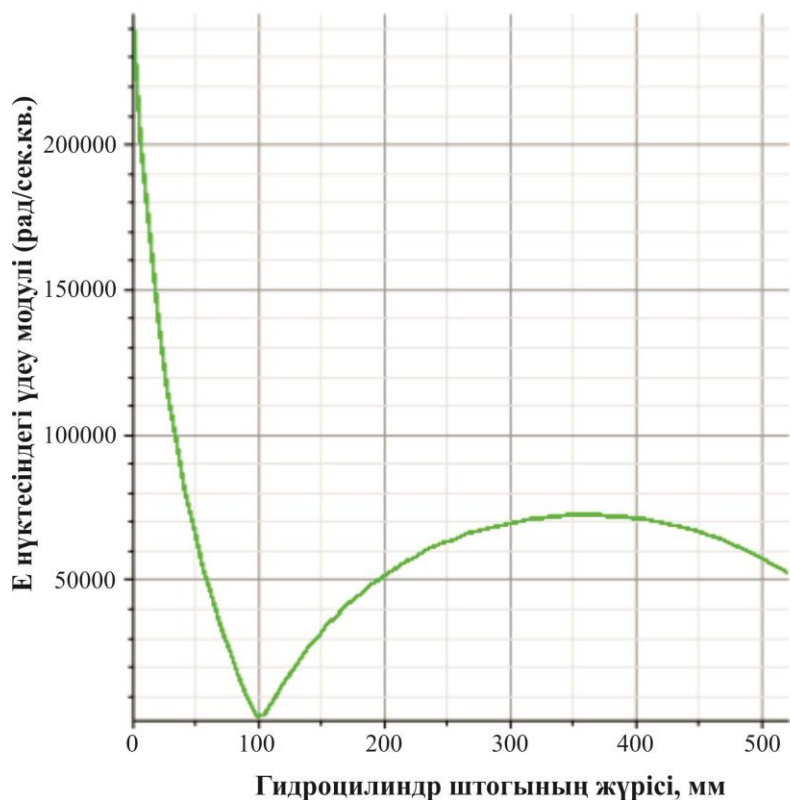
3.2-кесте. Е, G топсаларындағы, X,У өсіндегі, гидроцилиндр штогындағы күш пен моменттің реакциялар проекциясының сандық нәтижелері

Шток жүрісі, мм	P_{E_Q}	M_{Q_E}	$R_{DGN} (kH)$	$R_{DGQ} (kH)$
0	806,6181998	$8,066181998 \cdot 10^5$	-4176,827815	2150,989795
7,04	857,6182646	$8,576182646 \cdot 10^5$	-3887,388234	2286,988568
14,08	902,7382563	$9,02738256 \cdot 10^5$	-3658,564348	2407,307570
21,12	943,3035102	$9,433035102 \cdot 10^5$	-3466,900570	2515,480855
28,16	980,1830292	$9,801830292 \cdot 10^5$	-3299,924092	2613,825684
35,20	1013,985128	$1,013985128 \cdot 10^6$	-3150,323465	2703,964174
42,24	1045,156222	$1,045156222 \cdot 10^6$	-3013,498153	2787,086732
49,28	1074,035862	$1,074035862 \cdot 10^6$	-2886,392583	2864,098815
56,32	1100,889544	$1,100889544 \cdot 10^6$	-2766,889300	2935,708388
63,36	1125,929606	$1,125929606 \cdot 10^6$	-2653,469246	3002,481678
70,40	1149,328976	$1,149328976 \cdot 10^6$	-2545,011241	3064,879824
77,44	1171,230651	$1,171230651 \cdot 10^6$	-2440,667707	3123,284140
84,48	1191,754390	$1,191754390 \cdot 10^6$	-2339,784821	3178,013981
91,52	1211,001602	$1,211001602 \cdot 10^6$	-2241,849231	3229,339766

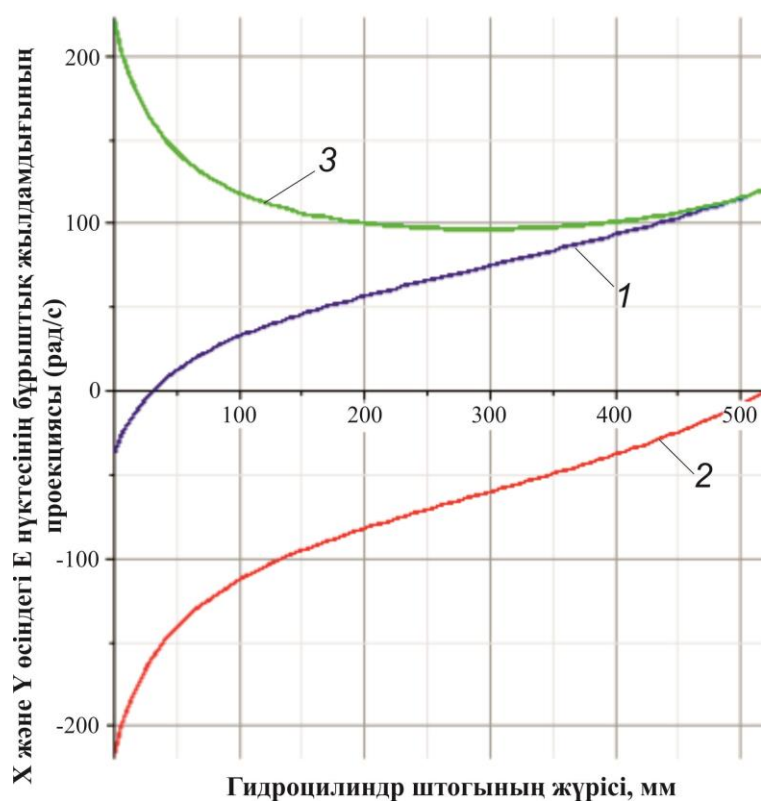
X және У осіндегі Е нүктесінің бұрыштық үдеу проекциясы мен үдеу модулінің гидроцилиндр штогының жүрісіне тәуелділігінің графикалық интерпретациясы 3.7, 3.8 және 3.9 суреттерде берілген.



3.7-сурет. X (1) және Y (2) осіндегі Е нүктесінің бұрыштық үдеу проекциясының гидроцилиндр штогы жүрісіне тәуелділігі



3.8 сурет. E нүктесінің үдеу модулінің гидроцилиндр штогы жүрісіне тәуелділігі



3.9 сурет. X (1) және Y (2) осіндегі E нүктесінің бұрыштық жылдамдығы проекциясының және жылдамдық модулінің (3) гидроцилиндр штогының жүрісіне тәуелділігі

3.7-3.9 суреттерінде келтірілген тәуелділікті талдау көрсеткендей, бір шөмішті экскаватордың жұмыс жабдығының шөмішінің гидробасқарылатын иегінің ұсынылған конструкциясы 1 метрге дейінгі тас блоктарды иегі максималды ашылғанда ұстап алуға мүмкіндік береді, бұл гидравликалық цилиндрдің штогының 280 мм жүрісі кезінде қамтамасыз етіледі.

Сонымен, теориялық зерттеулер мен компьютерлік эксперимент негізінде бір шөмішті экскаватордың жұмыс жабдығының гидроиектерін жылжыту механизмінің геометриялық және кинематикалық параметрлерінің сандық мәндері алынды және олар ҚР патенттерімен расталды: «Гидравликалық экскаватордың арнайы жұмыс бөлігі» № 33997. МПК E02F 3/48 E02F 3/60. Өтінім 2018/0769.1, 22.10.2018 ж. берілді, ресми бюллетень, №45, 08.11.2019 ж. және «Гидравликалық экскаватордың гидробасқарылатын иегі бар жұмыс жабдығы» № 34253. МПК E02F 3/60. Өтінім 2019/0094.1, 06.02.2019 ж. берілді, ресми бюллетень, № 13, 03.04.2020 ж.

3.4 Бөлім бойынша қорытынды

1 БЭ жаңа ЖО гидроиегінің позицияларын анықтау алгоритмі мен әдісі жасалды. Механизмнің әр құрылымдық тобында координаталар жүйесі анықталады және құрылымдық топтар буындарының координаталарының орындары анықталады.

2 Жергілікті координаттар жүйесінің бастамаларына қатысты бұрылыс матрицасы мен буын нүктелерінің радиусын – векторларын қалыптастыруға әкелетін буын нүктелерінің координаталарын анықтау алгоритмі жасалды. Егер қозғалмайтын координаттар жүйесіне қатысты буындардың орнын анықтайтын бұрыштар белгілі болса, онда кез-келген буынның кез-келген нүктесінің координаталарын қалыптасқан матрицалар мен векторларды қолдана отырып, қозғалмайтын координаттар жүйесіне қатысты координаталық өстерді ауыстыру және бұру формулаларының көмегімен анықтау қиын емес.

3 Механизм буындарының бұрыштық жылдамдығы мен үдеуін анықтауға мүмкіндік беретін векторлық түрде көрсетілген БЭ шөмішінің гидробасқарылатын иегінің жылжыту механизмінің тәуелсіз контурларының тұйықталу теңдеулері алынды.

4 БЭ шөмішінің гидробасқарылатын иегі бар жұмыс органын кинематикалық талдау алгоритмі «Maple 18. The EssenTial Tool For MaTheMaTics and Modeling» бағдарламалау тілінде құрастырылған ДЭЕМ-на арналған бағдарламалар түрінде жүзеге асырылған (В қосымшасы). Құрылымдық схеманы таңдауға және БЭ шөмішінің гидробасқарылатын иегінің механизмінің буын өлшемдерін анықтауға мүмкіндік беретін зерттелетін механизмнің кинематикалық параметрлерінің сандық мәндері алынды.

Осы бөлім бойынша патенттер алынды [53,54], зерттеу нәтижелері отандық және шетелдік ғылыми журналдарда [60,61,62] және шетелдік ғылыми конференцияда [63] жарияланды.

4 ГИДРОБАСҚАРЫЛАТЫН ИЕГІ БАР ЭКСКАВАТОР ШӨМІШІН КҮШТІК ТАЛДАУ ӘДІСТЕМЕСІ

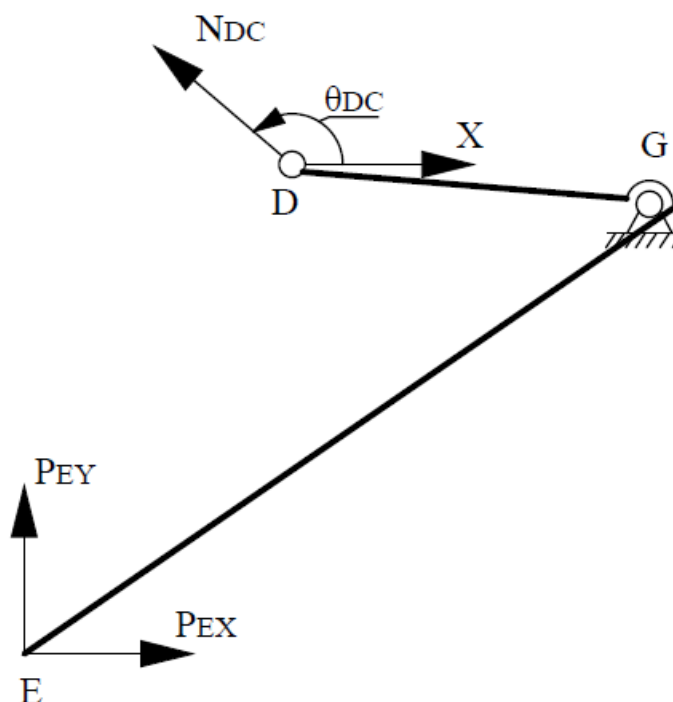
4.1 ЭКСКАВАТОР ШӨМІШІНІҢ ИЕКТЕРІН АШУ МЕХАНИЗМІН КҮШТІК ТАЛДАУ

Жұмыс жабдығының барлық кеңістіктік элементтерін айналмалы платформаның айналу өсіне және машинаның тірек бетіне байланысты жергілікті немесе негізгі координаттар жүйесінде ілгерілемелі немесе айналмалы қозғалыс жасайтын абсолютті қатты денелер жиынтығы ретінде санауға болады деген болжам қабылданды.

Есептеу ережелерін талдау кезінде БЭ тұрақтылық бойынша қазу күшінің шектеулері және жабдық гидромеханизмінің клапандарын реттеулері ескеріледі.

Шөміштің иегін жылжыту механизміне күштік талдау жүргізу үшін 4.1-суретке сәйкес сыртқы әсер етуші күштерді қолдана отырып, оны бөлек қарастырамыз. P_{EX}, P_{EY} - жылжымалы иектің E нүктесінде әрекет ететін пайдалы кедергі күштерінің проекциясы [64].

Барлық әрекет ететін сыртқы күштерді қолдана отырып, әр буынның есептік схемасын жеке құрамыз және қармауыштан 4.1 суретте көрсетілген бөлікті кесіп аламыз.



4.1 сурет. DC стержендегі бойлық күшті N_{DC} анықтауға арналған схема

Алынып тасталған бөліктің әрекеті бойлық күшпен ауыстырылады. Өйткені қармауыш -топсалы стержендік жүйе болып табылады, сондықтан DC стерженінде тек бойлық күш пайда болады.

E нүктесінде P_{Ex} және P_{Ey} күштері әсер етеді деп есептейік

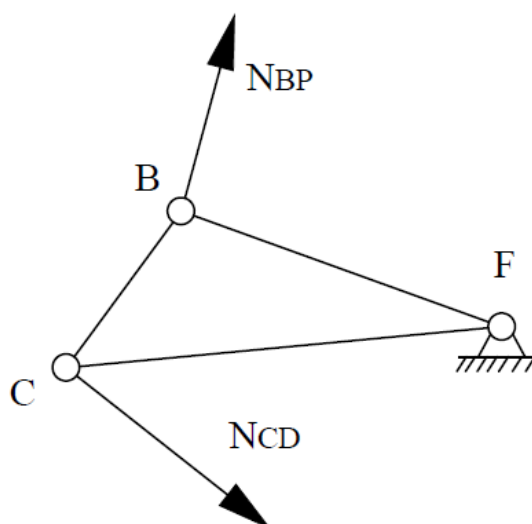
Жүйедегі барлық әрекет ететін күштердің моменттерінің қосындысы G нүктесіне қатысты нөлге тең болуы керек:

$$\begin{aligned} & -N_{DC} \cos(\theta_{DC})(yd - yg) + \\ & + N_{DC} \sin(\theta_{DC})(xd - xg) - \\ & - P_{E_x}(ye - yg) + P_{E_y}(xe - xg) = 0. \end{aligned}$$

Осыдан

$$N_{DC} = \frac{-P_{E_x}(ye - yg) + P_{E_y}(xe - xg)}{\cos(\theta_{DC})(yd - yg) - \sin(\theta_{DC})(xd - xg)} \quad (4.1)$$

Қармауыштан 4.2-суретте көрсетілген бөлікті кесіп аламыз. (4.1) өрнегінен $N_{CD} = N_{DC}$ деп есептейміз. Қармауыштың алынып тасталған жоғарғы бөлігінің әрекетін бойлық күшпен N_{BP} алмастырамыз.



4.2-сурет. F нүктесіне қатысты бойлық күшті N_{BP} анықтауға арналған схема

F нүктесіне қатысты жүйеге барлық әрекет ететін күштердің моменттер қосындысының теңдеуін жазамыз:

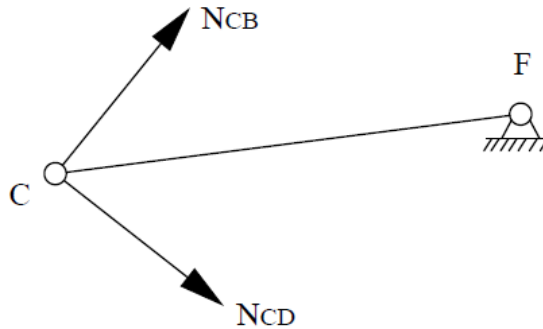
$$\begin{aligned} & -N_{BP} \cos(\theta_{BP})(yb - yf) + N_{BP} \sin(\theta_{BP})(xb - xf) - \\ & - N_{CD} \cos(\theta_{CD})(yc - yf) + N_{CD} \sin(\theta_{CD})(xc - xf) = 0. \end{aligned} \quad (4.2)$$

$$\text{мұнда } \theta_{BP} = \arctg\left(\frac{y_P - y_B}{x_P - x_B}\right), \theta_{CD} = \arctg\left(\frac{y_D - y_C}{x_D - x_C}\right).$$

(4.2) өрнегінен анықтаймыз:

$$N_{BP} = \frac{-N_{CD} \cos(\theta_{CD})(y_C - y_F) + N_{CD} \sin(\theta_{CD})(x_C - x_F)}{\cos(\theta_{BP})(y_B - y_F) - \sin(\theta_{BP})(x_B - x_F)} \quad (4.3)$$

Қармауыштан 4.3-суретінде көрсетілген бөлігін кесіп аламыз. Алынып тасталған жоғарғы бөлігінің әрекетін бойлық күшпен N_{CB} алмастырамыз.



4.3-сурет. F нүктесіне қатысты бойлық күшті N_{CB} анықтауға арналған схема

F нүктесіне қатысты жүйеге барлық әрекет ететін күштердің моменттер қосындысының теңдеуін жазамыз:

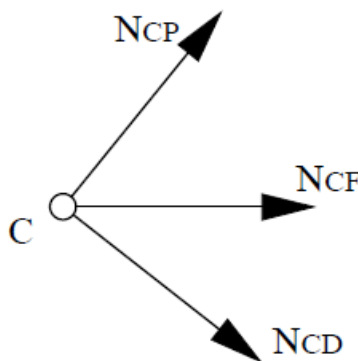
$$\begin{aligned} & -N_{CD} \cos(\theta_{CD})(y_C - y_F) + N_{CD} \sin(\theta_{CD})(x_C - x_F) - \\ & -N_{CB} \cos(\theta_{CB})(y_C - y_F) + N_{CB} \sin(\theta_{CB})(x_C - x_F) = 0, \end{aligned} \quad (4.4)$$

осыдан

$$N_{CB} = \frac{-N_{CD} \cos(\theta_{CD})(y_C - y_F) + N_{CD} \sin(\theta_{CD})(x_C - x_F)}{\cos(\theta_{CB})(y_C - y_F) - \sin(\theta_{CB})(x_C - x_F)} \quad (4.5)$$

мұнда $\theta_{CB} = \arctg\left(\frac{y_B - y_C}{x_B - x_C}\right)$.

GX өсінде C түйініне әсер ететін барлық күштерді жобалаймыз (4.4-сурет).



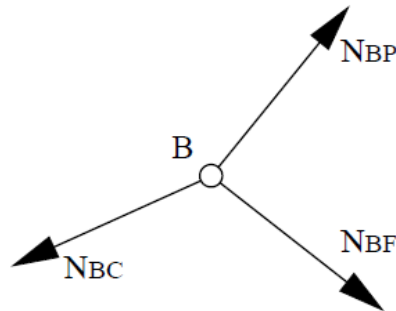
4.4-сурет. GX өсінде C түйініндегі бойлық күшті N_{CF} анықтауға арналған схема

$$+N_{CB} \cos(\theta_{CB}) + N_{CF} \cos(\theta_{CF}) + N_{CD} \cos(\theta_{CD}) = 0, \quad (4.6)$$

Осыдан

$$N_{CF} = \frac{-N_{CB} \cos(\theta_{CB}) - N_{CD} \cos(\theta_{CD})}{\cos(\theta_{CF})} \quad (4.7)$$

мұнда $\theta_{CF} = \arctg\left(\frac{y_F - y_C}{x_F - x_C}\right)$



4.5-сурет. GX өсінде B түйінінде бойлық күшті N_{BF} анықтауға арналған схема

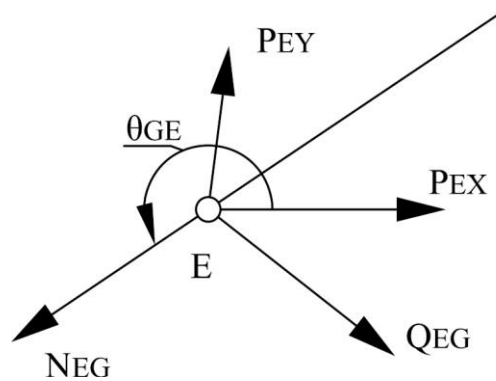
GX өсіне B түйініне (4.5-сурет) әсер ететін барлық күштерді жобалап, келесіні аламыз:

$$+N_{BP} \cos(\theta_{BP}) + N_{BF} \cos(\theta_{BF}) + N_{BC} \cos(\theta_{BC}) = 0, \quad (4.8)$$

мұнда $\theta_{BF} = \arctg\left(\frac{y_F - y_B}{x_F - x_B}\right), \theta_{BC} = \arctg\left(\frac{y_C - y_B}{x_C - x_B}\right),$

осыдан

$$N_{BF} = \frac{-N_{BP} \cos(\theta_{BP}) - N_{BC} \cos(\theta_{BC})}{\cos(\theta_{BF})} \quad (4.9)$$



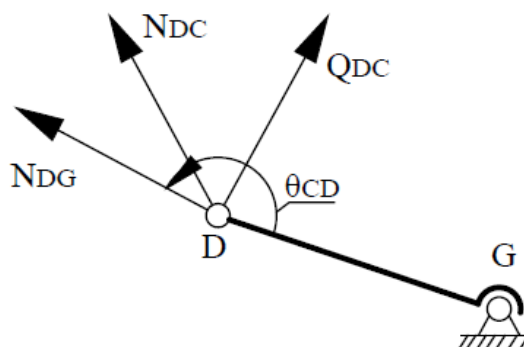
4.6-сурет. GE стерженіндегі көлбеу N_{EG} және көлденең Q_{EG} күштерді анықтауға арналған схема

Қозғалмалы координаталар жүйесіне P_{E_x}, P_{E_y} (4.6-сурет) жобалаймыз. Сонда келесіні аламыз:

$$N_{EG} = P_{E_x} \cos(\theta_{GE}) + P_{E_y} \sin(\theta_{GE}), \quad Q_{EG} = -P_{E_x} \sin(\theta_{GE}) + P_{E_y} \cos(\theta_{GE}),$$

яғни, GE стерженіндегі көлбеу және көлденең күштерді анықтаймыз.

Дәл осылай DG стерженіндегі көлбеу және көлденең күштерді анықтаймыз (4.7-сурет):



4.7-сурет. DG стерженіндегі көлбеу N_{DG} және көлденең Q_{DG} күштерді анықтауға арналған схема

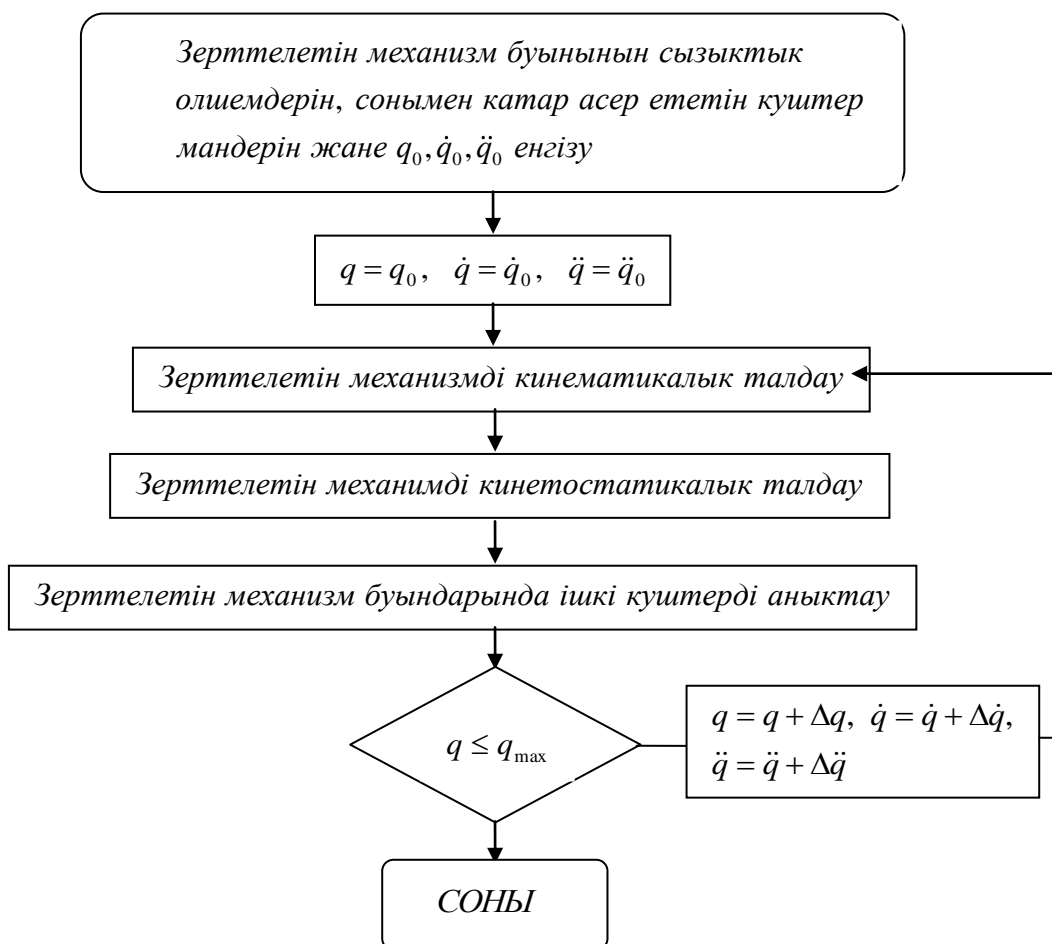
$$R_{DC_x} = N_{DC} \cos(\theta_{DC}), \quad R_{DC_y} = N_{DC} \sin(\theta_{DC}), \quad \theta_{GD} = \arctg\left(\frac{y_D - y_G}{x_D - x_G}\right).$$

Сол кезде болады:

$$N_{DG} = -R_{DC_x} \cos(\theta_{GD}) - R_{DC_y} \sin(\theta_{GD}),$$

$$Q_{DG} = R_{DC_x} \sin(\theta_{GD}) - R_{DC_y} \cos(\theta_{GD}).$$

4.8-суретте бір шөмішті экскаватордың жұмыс жабдығының гидробасқарылатын иегін ашу механизмінің кинематикалық және күштік талдау блок-схемасы көрсетілген



4.8 сурет. Зерттелетін механизмнің кинематикалық және күштік талдауының блок-схемасы

Зерттелетін механизмнің кинематикалық және күштік талдауының блок-схемасында келтірілген белгілер:

- q - зерттелетін механизмнің ағымдағы жалпыланған координатасы;
- \dot{q} - ағымдағы жалпыланған координатаның жылдамдығы;
- \ddot{q} - ағымдағы жалпыланған координатаның үдеуі;
- q_0 - механизмнің бастапқы жағдайындағы жалпыланған координата;
- \dot{q}_0 - механизмнің бастапқы күйіндегі жалпыланған координатаның жылдамдығы;
- \ddot{q}_0 - механизмнің бастапқы күйіндегі жалпыланған координатаның үдеуі;
- q_{\max} - механизмнің соңғы жағдайындағы жалпыланған координата;
- $\Delta q = \frac{q_{\max} - q_0}{N}$ - механизмнің жалпыланған координатасының өсуі;
- $\Delta \dot{q}$ - жалпыланған координатаның өсуіне Δq сәйкес келетін жалпыланған координата жылдамдығының өсуі;
- $\Delta \ddot{q}$ - жалпыланған координатаның өсуіне Δq сәйкес келетін жалпыланған координатаның үдеуінің өсуі;

Сандық нәтижелерді алу үшін әзірленген алгоритм бойынша «Maple 18. The EssenTial Tool For MaTheMaTics and Modeling» бағдарламасы құрастырылды және гидравликалық экскаватор шөмішінің гидробасқарылатын иегі механизмінің кинематикалық және күштік сипаттамалары алынды, олар Г қосымшасында сандық және графикалық түрде келтірілген.

4.2 Шөміштің иектерін ашу механизмінің топсаларындағы реакцияларды компьютерлік модельдеу нәтижелері

Әзірленген бағдарлама бойынша алынған тәуелділіктерді компьютерлік модельдеу екі режимде жүргізілді:

1) шөміштің негізгі бөлігін бұрамай гидроиекті жылжыту механизмінің жұмысы;

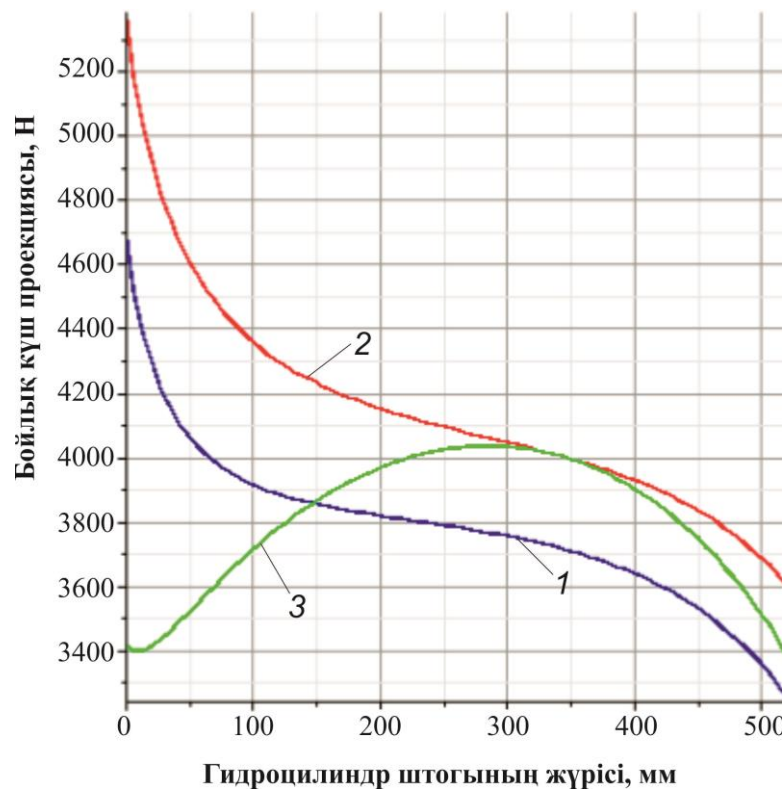
2) гидроиекті жылжыту механизмінің және шөміштің негізгі бөлігін бұрудың бірлескен жұмысы.

4.1-кестеде гидравликалық экскаватор шөмішінің негізгі бөлігін бұрамайтын механизмнің жұмыс режимінде гидробасқарылатын иекті жылжыту механизмінің гидроцилиндрінің жүрісіне байланысты X, Y өсіндегі, F, C топсаларында, гидроцилиндр штогындағы реакциялардың проекциясының сандық нәтижелері келтірілген.

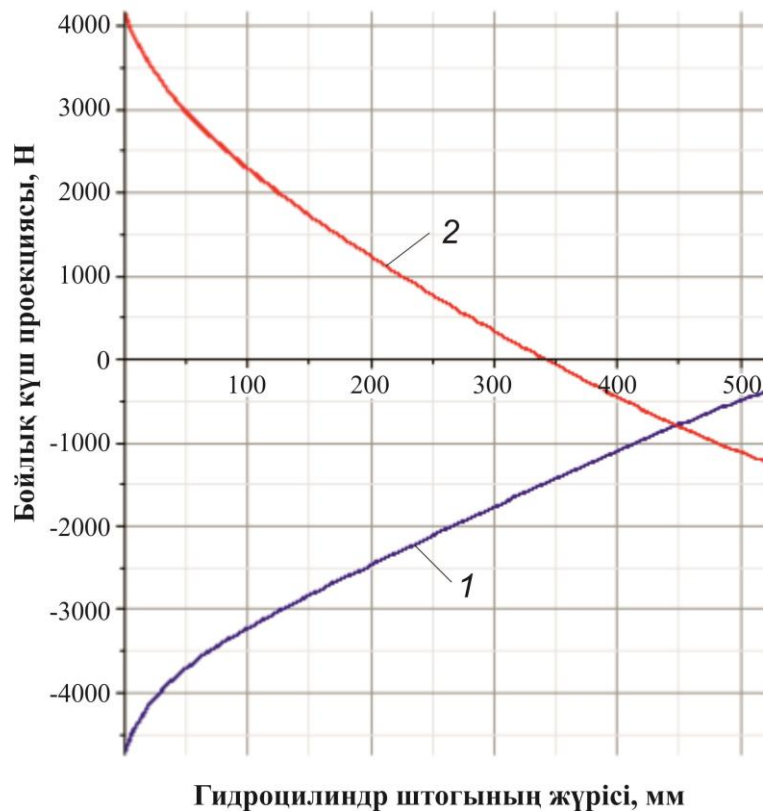
4.1-кесте. Гидроцилиндр штогындағы, X, Y өсіндегі, F, C топсаларындағы реакция проекциясының сандық нәтижелері

Шток жүрісі, мм	$R_{CD} (kH)$	$R_{BF} (kH)$	$R_{CB} (kH)$
0	4698,153647	4161,510547	3413,241430
7,04	4510,222166	3908,099880	3394,760713
14,08	4379,523128	3703,219998	3397,953261
21,12	4283,344895	3528,721922	3412,773768
28,16	4209,701143	3374,914111	3434,144832
35,20	4151,621393	3236,066678	3459,252399
42,24	4104,756214	3108,530235	3486,432097
49,28	4066,242020	2989,844049	3514,651544
56,32	4034,112062	2878,273713	3543,247365
63,36	4006,968339	2772,551195	3571,781801
70,40	3983,788467	2671,721859	3599,960362
77,44	3963,806588	2575,048925	3627,582255
84,48	3946,437111	2481,951962	3654,509549

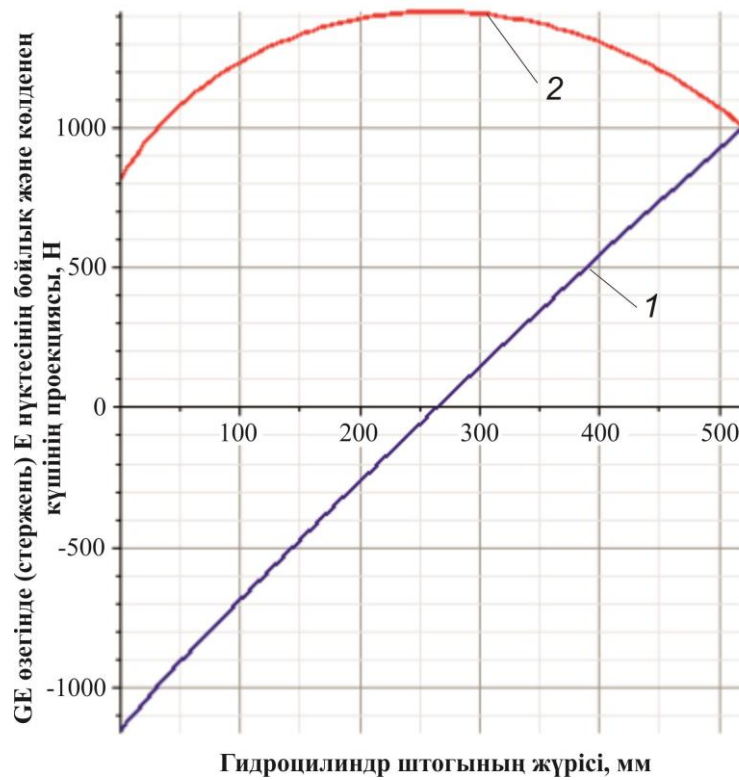
Гидравликалық экскаватордың арнайы шөмішінің гидробасқарылатын иегін жылжыту механизмінің грейфер жұмысы режиміндегі гидроцилиндрінің жүрісіне байланысты бойлық және көлденең күштерінің алынған сандық мәндерінің графикалық интерпретациясы, моменттер проекциясы 4.9-4.13 суреттерде келтірілген.



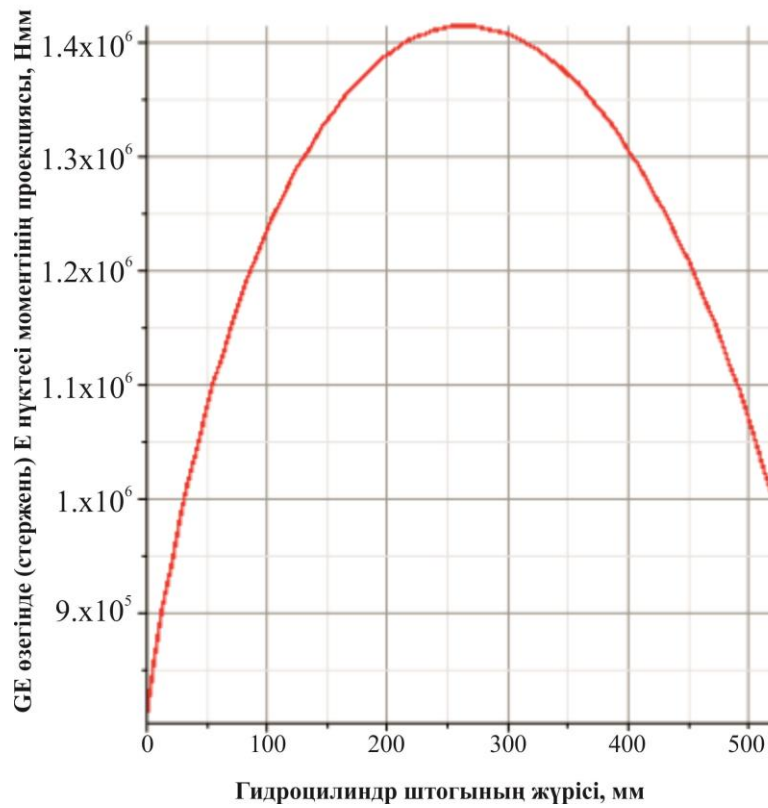
4.9-сурет. G (1) нүктесінің, B (2) нүктесінің және C) нүктесінің бойлық күші проекциясының гидроцилиндр штогының жүрісіне тәуелділігі



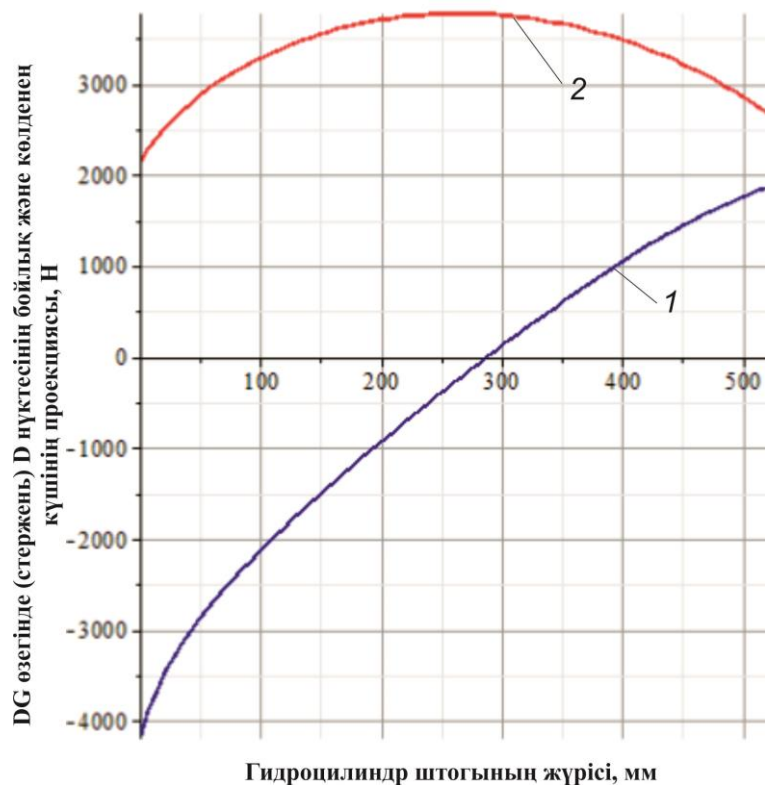
4.10-сурет. B (1) нүктесінің және C (2) нүктесінің GX өсіне келетін бойлық күшінің проекциясының гидроцилиндр штогының жүрісіне тәуелділігі



4.11-сурет. GE стерженіндегі E нүктесінің бойлық күші (1) және көлденең күші (2) проекциясының гидроцилиндр штогының жүрісіне тәуелділігі



4.12-сурет. GE стерженіндегі E нүктесі моментінің проекциясының гидроцилиндр штогының жүрісіне тәуелділігі



4.13-сурет. DG стерженіндегі D нүктесінің бойлық күші (1) және көлденең күші (2) проекциясының гидроцилиндр штогының жүрісіне тәуелділігі

Гидробасқарылатын иекті жылжыту механизмінің гидравликалық экскаватор шөмішінің негізгі бөлігін бұру кезіндегі механизмнің жұмыс режимінде гидроцилиндр жүрісіне байланысты E нүктесінің координатасы, X, Y өсіндегі E, G, F, B, және F, C топсаларындағы реакциялар проекциялары және гидроцилиндр штогындағы күштің өзгеруінің қалған сандық мәндері Г қосымшасында келтірілген (Г.1, Г.2, Г.3, Г.4 кестелері).

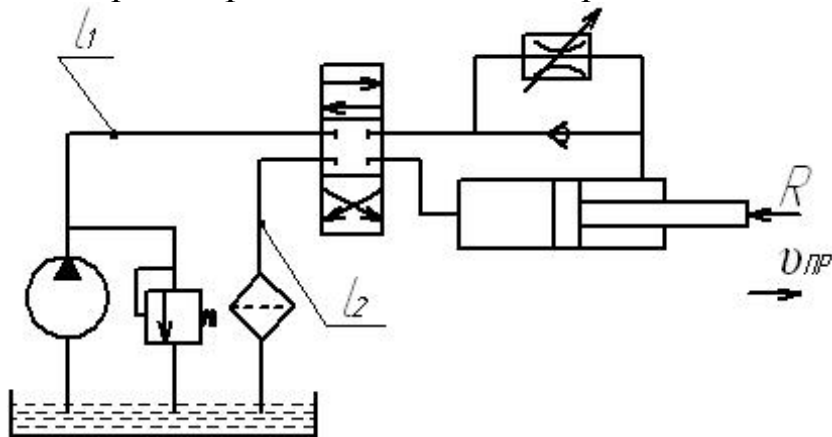
4.3 Экскаватор шөмішінің иектерін жылжыту механизмінің гидрожетегінің параметрлерін анықтау

Толық бұрылатын бір шөмішті экскаваторлардың гидрожетегін (ГЖ) есептеу кезінде берілген күш пен моментті қамтамасыз ететін қысым берілуі қажет, ал сұйықтықтың шығыны атқарушы механизмнің жылдамдығымен немесе айналу жиілігімен және гидроқозғалтқыштың геометриялық өлшемдерімен анықталады [65].

Қысым мөлшері ГЖ элементтерінің өлшемдерін анықтайды: жоғары қысым өлшемдерін кішірейтеді, бірақ қымбат сорғыларды және қосылыстардың жоғары тығыздығын қажет етеді.

Оңтайлы қысымды анықтау үшін әр түрлі машиналардың ГЖ салыстырмалы зерттеулері жүргізілді. Осы зерттеулердің нәтижелері қазіргі уақытта құрылыс және жол машиналары үшін жұмыс қысымының $p = 32...40$ МПа мәндері ұтымды болып табылатындығын көрсетті.

Ірі сынғыш қосындылары бар сел ысырындыларын тазартуға арналған экскаватор шөмішінің гидравликалық иегін жылжыту механизмінің гидравликалық жетегінің гидравликалық схемасы 4.14 суретте көрсетілген. Схема бактан, реттелмейтін гидромотордан, үш позициялы гидротаратқыштан, оған параллель қосылған кері клапаны бар реттелетін дроссельден, гидравликалық цилиндрден, сүзгіден және сақтандырғыш клапаннан тұрады.

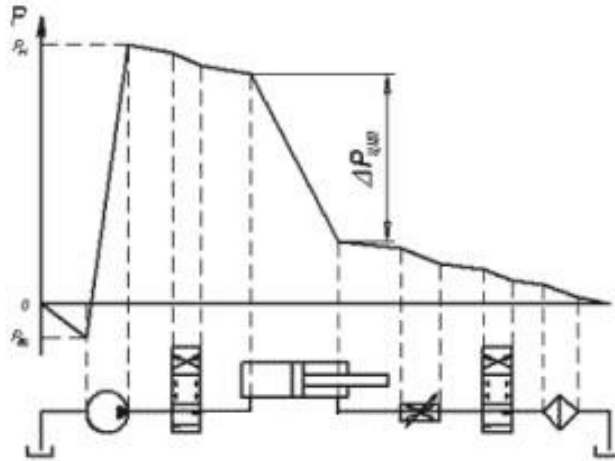


4.14-сурет. Экскаватор шөмішінің гидравликалық иегін жылжыту механизмінің гидросхемасы

Көрсетілген схемаға сәйкес гидравликалық жетектің жұмыс принципі келесідей. Бактан жұмыс сұйықтығы (май) сорғышпен алынады және гидротаратқышқа беріледі. Сорғы мен гидротаратқыш арасындағы құбыр учаскесінде сорғы жұмыс істеп тұрған кезде гидротаратқыш золотнигінің бейтарап күйінде қысым арта бастайды, сол кезде сақтандырғыш клапан іске қосылып, сұйықтық бакқа қайта құйылады. Золотниктің позициясы өзгерген кезде (схемадағы төменгі позиция) гидротаратқышта өту қималары ашылады және сұйықтық гидроцилиндрдің поршеньдік қуысына келе бастайды. Гидроцилиндрдің шток қуысынан ағызу гидролиниясы бойынша май реттелетін дроссельдер, гидротаратқыш арқылы өтеді және сүзгімен тазартылып, бакқа ағызылады.

Гидроцилиндр штогының ілгерілемелі қозғалыс жылдамдығы дроссельдермен реттеледі. Штоктың қозғалысын реверсиялау гидротаратқыштың позицияларын ауыстыру арқылы жүзеге асырылады. Штоктың жүктемесіз кері қозғалысы кезінде олардың жылдамдығы реттелмейді және шток қуысындағы жұмыс сұйықтығының шығынына байланысты болады. Штоктың авариялық тоқтауы кезінде (мысалы, еңсерілмейтін күш) жүйедегі қысым артады, осылайша сақтандырғыш клапанның ашылуына әкеледі.

Гидравликалық жетек схемасына сәйкес гидравликалық цилиндрінің айдау P_1 мен ағызу P_2 қуыстарындағы қысымдар үшін теңдеулер құрамыз. Ол үшін 4.15-суретіне сәйкес гидрожүйедегі қысымның таралу схемасын құрамыз.



4.15-сурет. Гидрожүйедегі қысымның таралу схемасы

P_1 және P_2 қысымдардың теңдеулерін келесі түрде жазамыз:

$$\begin{aligned} P_1 &= P_H - \Delta P_{\text{зол } 1} - \Delta P_2 \\ P_2 &= \Delta P_{\text{ДР}} - \Delta P_{\text{зол } 2} - \Delta P_{\Phi} - \Delta P_2 \end{aligned} \quad (4.10)$$

мұнда P_1 - гидроцилиндрдің поршеньдік қуысындағы қысым, МПа;

P_2 - гидроцилиндрдің шток қуысындағы қысым, МПа;

P_H - сорғы арқылы жасалған қысым, МПа;

$\Delta P_{\text{зол } 1}$ және $\Delta P_{\text{зол } 2}$ - гидротаратқыштағы қысымның төмендеуі, МПа;

ΔP_1 және ΔP_2 - l_1 және l_2 құбырлардағы қысымның төмендеуі, МПа;

$\Delta P_{\text{ДР}}$ - дроссельдегі қысымның төмендеуі, МПа;

ΔP_{Φ} - сүзгідегі қысымның төмендеуі, МПа.

Дерек көзіне [66] сәйкес пайдалы күш R мөлшеріне байланысты гидрожүйедегі жұмыс қысымын қабылдаймыз, яғни P_H сорғы беретін қысым 32 МПа-ға тең болады. Золотниктегі, дроссельдегі және сүзгідегі қысымның төмендеуін келесідей қабылдаймыз:

$$\Delta P_{\text{зол } 1} = \Delta P_{\text{зол } 2} = 0,2 \text{ МПа};$$

$$\Delta P_{\text{ДР}} = 0,3 \text{ МПа};$$

$$\Delta P_{\Phi} = 0,1 \text{ МПа}.$$

Құбырлардағы қысымның төмендеуі алдын-ала қабылданады $\Delta P_{\text{зол } 1} = \Delta P_{\text{зол } 2} = 0,2$ МПа. Онда P_1 және P_2 былай анықталады:

$$\Delta P_1 = 32 - 0,2 - 0,2 = 31,6 \text{ МПа};$$

$$\Delta P_2 = 0,3 + 0,2 + 0,1 + 0,2 = 0,8 \text{ МПа};$$

Инерция күштерін ескермей, күштік цилиндрі поршенінің тепе-теңдік теңдеуін құрамыз:

$$P_1 F_1 = P_2 F_2 + R + T, \quad (4.11)$$

мұнда F_1 - поршеньдік қуыс жағындағы поршеннің ауданы, м²; F_2 - шток қуысы жағындағы поршеннің ауданы, м²; R - штоктардағы күш, кН; T - поршеньге келетін үйкеліс күші.

Үйкеліс күші T цилиндрдегі сұйықтық қысымының жоғарылауымен артады. Оны келесі формула бойынша анықтауға болады

$$T = (0,02...0,1)R = 0,08 \cdot 147 = 11,76 \text{ кН.}$$

F_1 және F_2 гидроцилиндрлерінің аудандарын мына қатынастарды қолдана отырып анықтаймыз

$$v_{\text{ПР}} = \frac{S}{t_p} \quad \text{және} \quad v_{\text{ПХ}} = \frac{S}{t_x} \quad (4.12)$$

мұнда $v_{\text{ПР}}$ және $v_{\text{ПХ}}$ - жұмыс және бос жүріс кезіндегі поршень жылдамдығы.

Теңдеуді мына түрге түрлендіреміз

$$\frac{v_{\text{ПР}}}{v_{\text{ПХ}}} = \frac{t_x}{t_p} \quad (4.13)$$

Күштік цилиндріне келетін сұйықтық шығынын мына формула бойынша анықтауға болады

$$Q = v_{\text{П}} \cdot F \quad (4.14)$$

Егер жұмыс және бос жүріс кезінде күштік цилиндрге келетін сұйықтық шығыны бірдей болса, онда

$$Q = v_{\text{П}} \cdot F_1 \quad \text{және} \quad Q = v_{\text{П}} \cdot F_2 \quad (4.15)$$

сондықтан

$$\frac{v_{\text{ПР}}}{v_{\text{ПХ}}} = \frac{F_2}{F_1} \quad (4.16)$$

Осы өрнектерден шығатыны

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{t_x}{t_p} \quad \text{немесе} \quad \frac{t_x}{t_p} = \frac{(D^2 - d^2)}{D^2} \quad (4.17)$$

осыдан

$$d = D \sqrt{1 - \frac{t_x}{t_p}} \quad (4.18)$$

Демек, поршеннің шток қуысындағы ауданы келесі түрге ие болады:

$$F_2 = \frac{\pi \left(D^2 - D^2 \left(1 - \frac{t_X}{t_P} \right) \right)}{4} \quad (4.19)$$

F_1 және F_2 аудандарының өрнектерін (4.10) формуласына қойып, поршеннің диаметрін анықтай аламыз

$$D = \sqrt{\frac{4(R+T)}{\pi \left(P_1 - P_2 \frac{t_X}{t_P} \right)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (147000 + 11760)}{3,14 \cdot (31,6 \cdot 10^6 - 0,8 \cdot 0,7 \cdot 10^6)}} = 0,101 \text{ м}$$

Цилиндрдің стандартты диаметрін қабылдаймыз $D = 110$ мм. Анықтамалыққа [67] сәйкес ЖМСТ 22-1417-79 бойынша номиналды қысымы $P^* = 32$ МПа жалпы мақсаттағы гидроцилиндрлерді таңдаймыз (4.2-кесте).

4.2-кесте. Гидроцилиндрдің габариттік және жалғанатын өлшемдері, мм

D	S	d	D_1	d_1	d_2	B	r_{Max}	l_{Min}
110	300	50	127	M33x2	40	40	50	50

Штоктың жүрісі $S < 10D$ болғандықтан, оны бойлық иілу үшін тексермесе де болады.

Поршень мен шток қуыстарындағы поршеннің ауданын есептейміз

$$F_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,110^2}{4} = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$F_1 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,110^2 - 0,050^2)}{4} = 7,54 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Күштік гидроцилиндрінің поршендік қуысына келетін сұйықтықтың шығынын анықтаймыз

$$Q_{Ц1} = v_{PP} \frac{\pi D^2}{4} \quad (4.20)$$

мұнда v_{PP} - поршеннің қозғалыс жылдамдығы, ол поршеннің жүрісінің жұмысшы жүріс уақытына қатынасы арқылы анықталады

$$v_{PP} = \frac{S}{t_P} = \frac{0,28}{6} = 0,05 \text{ м/с}.$$

онда

$$Q_{ц1} = 0,05 \frac{3,14 \cdot 0,110^2}{4} = 0,475 \cdot 10^{-3} \quad \text{м}^3 / \text{с} = 28,5 \quad \text{л} / \text{мин}$$

Себебі, ол былай анықталады

$$Q_{ц1} = \frac{v_{PЖ} \pi d_T^2}{4} \quad (4.21)$$

мұнда d_T – құбырдың ішкі диаметрі, $d_T = 16$ мм.

Құбырлардағы сұйықтықтың орташа жылдамдығын табамыз

$$v_{PЖ} = \frac{4Q_{ц1}}{\pi d_T^2} = \frac{4 \cdot 0,475 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,16^2} = 2,36 \quad \text{м} / \text{с}$$

Гидравликалық жетектің жүктеме сипаттамасы шығыс буынының қозғалыс жылдамдығының оның жүктемесіне тәуелділігін білдіреді.

Қабылданған гидравликалық жетек схемасына қатысты дроссельдегі қысымның төмендеуін табамыз. Өрнектерді (4.9) және (4.10) қолдана отырып, теңдеулер жүйесін құрамыз

$$\begin{cases} P_1 F_1 = P_2 F_2 + R + T; \\ P_1 = P_H - \Delta P_{зол1} - \Delta P_1; \\ P_2 = P_{зол2} + \Delta P_2 + \Delta P_{ДР} + \Delta P_{\Phi} \end{cases} \quad (4.22)$$

және осы теңдеулерді $\Delta P_{ДР}$ қатысты шеше отырып, аламыз

$$\begin{aligned} \Delta D_{\bar{A}D} &= (D_f - \Delta D_{\text{сi} \bar{e} 1} - \Delta D_1) \frac{F_1}{F_2} - \frac{R + T}{F_2} - \Delta P_{\text{сi} \bar{e} 2} - \Delta D_2 - \Delta D_0 = \\ &= (32 - 0,134 - 0,17) \frac{9,5 \cdot 10^{-3}}{7,54 \cdot 10^{-3}} - \frac{147000 + 11760}{7,54 \cdot 10^{-3}} - 0,103 - 0,057 - 0,06 = 0,25 \text{ мм} \end{aligned}$$

Дроссельдегі өту қимасының ауданын мына формула бойынша анықтаймыз:

$$F_{\bar{A}D} = \frac{v_{\bar{A}D} F_2}{\mu \sqrt{2 \frac{\Delta D_{\bar{A}D}}{\rho}}} \quad (4.23)$$

мұнда μ - дроссель шығын коэффициенті, золотник типті дроссельдер үшін $\mu = 0,4$.

$$F_{DP} = \frac{0,05 \cdot 7,54 \cdot 10^{-3}}{0,4 \sqrt{2 \frac{0,25 \cdot 10^6}{920}}} = 40,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

Әрі қарай, жетектің күштік сипаттамасын құру үшін R мәндерінің қатарын белгілейміз, оларды гидробасқарылатын иекті жылжыту механизмінің күштік талдауынан және өрнектен (4.21) аламыз және де ΔP_{DP} анықтаймыз. Осы ΔP_{DP} мәндері үшін поршеньнің қозғалу жылдамдығын табамыз

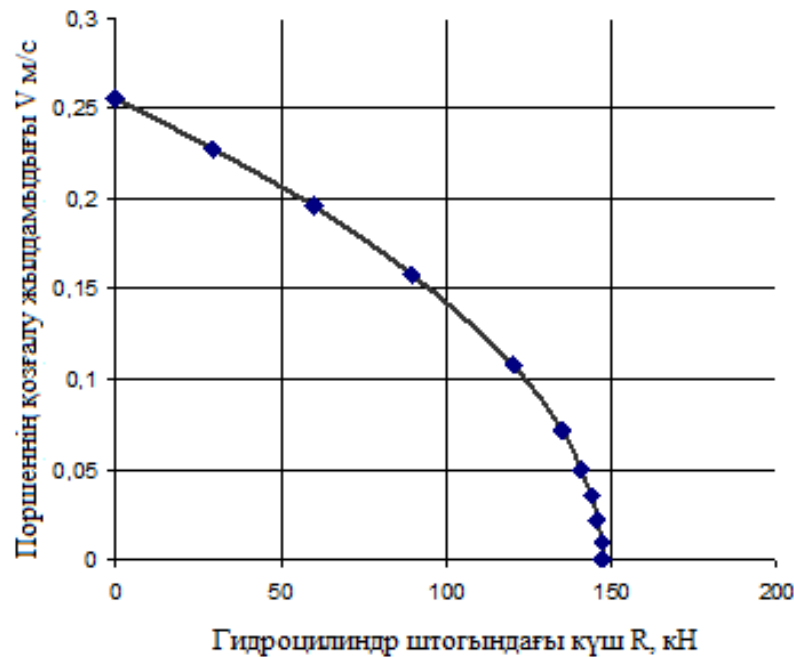
$$v_{II} = \mu \frac{F_{DP}}{F_2} \sqrt{2 \frac{\Delta P_{DP}}{\rho}} \quad (4.24)$$

R мәнін нөлден бастап максималды R_{Max} мәніне дейін өзгерту керек, ол кезде поршеньнің қозғалу жылдамдығы нөлге тең болады. Барлық есептеулерді 4.3-кестеде енгіземіз.

4.3-кесте. Поршеньнің қозғалу жылдамдығынан штоктағы бойлық күштің мәні

R , кН	ΔP_{DP} , МПа	v_{II} , м/с
0	6,481	0,255
29,4	5,160	0,227
60,27	3,829	0,196
89,67	2,500	0,158
120,54	1,180	0,108
135,24	0,510	0,072
141,12	0,250	0,050
144,06	0,120	0,035
145,53	0,050	0,022
147	0,010	0,010
147	0	0

Есептеу нәтижелері бойынша $v_{II} = F(R)$ графигі тұрғызылады (4.16-сурет).



4.16-сурет. Жүктемелік сипаттамасы

4.4 Бөлім бойынша қорытынды

1 Кинетостатикалық талдау және кинематикалық жұптардағы байланыс реакциясын анықтауға мүмкіндік беретін механизм буындарына әсер ететін сыртқы жүктемелерден пайда болатын экскаватор шөмішінің гидроиегін ашу механизмінің кинематикалық жұптарындағы байланыс реакциясын анықтау әдістемесі ұсынылған.

2 Компьютерлік модельдеу арқылы, ДЭЕМ үшін әзірленген бағдарламаға сәйкес, зерттеліп жатқан механизмнің кинетостатикалық параметрлерінің сандық және графикалық мәндері алынды, бұл экскаватор шөмішінің гидроиегін ашу механизмінің топсаларындағы реакцияларды есептеуге мүмкіндік берді.

3 Ірі сынғыш қосындылары бар сел ысырындыларын тазарту үшін экскаватор шөмішінің гидробасқарылатын иегін жылжыту механизмінің гидравликалық жетегі есептелді.

Осы бөлім бойынша зерттеу нәтижелері халықаралық рецензияланатын, Scopus базасына кіретін ғылыми журналда [64] жарияланды.

5 СТАТИСТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ НЕГІЗІНДЕ ЭКСКАВАТОРДЫҢ ҰТЫМДЫ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ

5.1 Гидравликалық экскаватор параметрлерін статистикалық әдістермен негіздеу

Қазіргі әлемде жаңадан құрылған және қолданыстағы техникалық құралдардың бәсекеге қабілеттілігі мен сапасы түптеп келгенде машиналар мен механизмдердің өмірлік циклінің барлық кезеңдеріне сәйкес келетін ақпараттық технологияларды қолдануға байланысты. Бұл технологияларды қолдану техникалық құралдарды қолданумен байланысты процестер мен құбылыстарды сипаттау үшін математикалық модельдеуді қолданумен байланысты.

Зерттеу барысында жол-құрылыс машиналары мен механизмдерінің құрылымдық параметрлерін анықтау әдістері мен олардың жетілдірілуін бағалау әдістеріне шолу және сыни талдау жасалды. Техникалық құралдың құрылымдық параметрлерін анықтау мәселесі техникалық құралдардың перспективалық және бәсекеге қабілетті үлгілерін жобалау процесі үшін маңызды болып табылады, оның дұрыс шешімін табу болашақта нәтиже береді. Машина параметрлері туралы ақпаратты жүйелеу үшін оларды маңыздылығы бойынша басты және негізгі деп жіктеу ұсынылған [68].

Бір типтегі машиналарды салыстыру және жіктеу үшін, әдетте, машинаның өлшемін анықтайтын және салыстырылатын машиналардың техникалық мүмкіндіктері туралы жалпы түсінік беретін *басты параметр* қолданылады. Мысалы, экскаваторлар массасы бойынша жіктеледі.

Техникалық құралды жобалаудың *негізгі параметрлері* - бұл машинаның белгілі жұмыс принципі мен құрылымы жағдайында оның тиімділігі мен өндірістік және пайдалану сферасының белгілі жағдайларында шығынын бағалауға мүмкіндік беретін параметрлер. Құрылыс өндірісінде техникалық құралдарды пайдалану тиімділігі уақыт бірлігінде өндірілген, белгіленген сападағы өнім мөлшерімен, яғни өнімділігімен бағаланады. Әдетте, техникалық құралдың негізгі параметрлері: жұмыс органының өлшемдерінің бірі, машинаның массасы және оның күштік қондырғысының қуаты. Экскаватор, скрепер, тиегіш үшін жұмыс органының мөлшерін сипаттайтын негізгі параметр - шөміш сыйымдылығы, бульдозер, автогрейдер үшін-үйінді ұзындығы. Жұмыс органы өлшемдерінің машинаның массасына, қуатына және тарту сипаттамаларына сәйкестігі оның тиімділігін анықтайды.

Масса машинаның өндірістік потенциалын анықтайды және құнын құрайтын негізгі факторлардың бірі болып табылады.

Машинаның күштік қондырғысының қуаты жұмыс операцияларының жылдамдығын және энергия ресурстарын тұтынуды анықтайды. Машинаның тиімді жұмыс істеуі үшін қажетті қуат қорының болуы қуат балансын талдау арқылы анықталады.

Техникалық құралдар туралы ақпарат көздеріндегі басты және негізгі параметрлерден басқа, машиналардың конструкциялық ерекшеліктерін анықтайтын қосымша параметрлер немесе жай параметрлер қолданылады.

Жол-құрылыс машиналары конструкцияларының параметрлерін негіздеуге бағытталған жобалау және зерттеу тәжірибесі ғалымдардың еңбектерінде көрініс тапты, олардың әдістемесі мәселені шешу әдісіне сәйкес келесі екі әдіспен жіктеліп, ұсынылуы мүмкін: машина конструкциясы параметрлерінің өзара байланысын ықтималды-статистикалық талдау және машина құрылысының параметрлерін анықтаудың критериялы әдісі.

Қазіргі уақытта ықтималды және статистикалық әдістер ғылым мен техниканың әртүрлі салаларындағы күрделі құбылыстарды формальды-математикалық сипаттаудың негізгі әдістеріне айналды. Осы күрделі процестердің бірі-құрылыс-жол машиналарын (ҚЖМ) құрастыру және шығару процесі. Осы машиналарды шығаратын фирмалар мен зауыттары бар елдердің тізімі, әсіресе олардың модельдерінің саны осы процестің көптігін көрсетеді.

Машина конструкциясы параметрлерінің өзара байланысын анықтаудың ықтималды-статистикалық әдісі келесі схема бойынша орындалады [69, 33 б.]:

1 Отандық және шетелдік фирмалардың проспектілерінде, каталогтарында, жобалық құжаттамаларында, сондай-ақ басқа да әдебиеттер көздерінде көрсетілген машиналардың техникалық сипаттамалары негізінде мәліметтер жинау.

2 Машина конструкциясы параметрлерінің өзара байланысының корреляциялық өрістерін аппроксимациялау функциясын белгілеу (анықтау) мақсатында статистикалық ақпаратты талдау.

Машинаның параметрлерін анықтаудың ықтималды-статистикалық әдісі материалдық тауарлар өндірісі жағдайында жұмысқа қабілеттілігі ұқсас машинаның жұмыс тәжірибесімен расталған машинаның конструкциясын жасауға мүмкіндік береді. Инженер үшін мұндай ақпаратты алу өте маңызды. Бұл жағдайда ақпарат қысқа мерзімде және аз еңбек шығындарымен алынады.

ҚЖМ номенклатурасына қарамастан, оларды бағалау үшін келесі негізгі параметрлер қолданылады: машинаның арналуы, қозғалтқыштың қуаты, тарту күші, салмағы, габариттік өлшемдері, өнімділігі, жұмыс органының сипаттамасы (өлшемдері), күші, жылдамдығы, жүріс жабдығының топыраққа қысымы, машина өнімділігінің бірлігіне энергияның, жанармайдың, майлаудың және басқа да пайдалану материалдарының меншікті шығыны

Бастапқы ақпаратты өңдеудің тиімді әдістерінің бірі корреляциялық және регрессиялық талдау болып табылады. Оны қолдану үш түрлі, бірақ бір-бірімен байланысты мәселелерді шешеді: байланыс күшін бағалау, регрессия теңдеуі параметрлерінің маңыздылығын анықтау және бағалау, регрессия теңдеуінің сенімді шекараларын анықтау. Бастапқы ақпаратты өңдеу процесінде сызықтық байланыстады немесе сызықты байланысқа оңай түсетін байланыстарды анықтаған жөн. Алайда, жалпы жағдайда байланыстардың сипаты өте әртүрлі болуы мүмкін және әртүрлі параметрлерді қамтитын тәуелділікпен анықталуы

мүмкін. Регрессия теңдеуінің параметрлерін анықтаудың негізгі әдісі-ең аз квадраттар әдісі.

Көп сериялы бір шөмішті экскаваторлар ТМД, АҚШ, Англия, Германия, Жапония, Канада, Италия, Франция, Финляндия, Швеция және әлемнің басқа елдерінде шығарылады. Есептеуге негіз болатын деректер банкін құру үшін 5.1-кестеде келтірілген БЭ техникалық сипаттамалары жиналды. Мысал ретінде Д қосымшасында (Д. 1 кестесі) қазіргі заманғы бір шөмішті гидравликалық экскаваторлардың кейбір модельдерінің жұмыс жабдықтарын сипаттайтын негізгі параметрлер келтірілген. Осы жұмыста қолданылатын БЭ модельдерінің барлығы дерлік соңғы жылдары шығарылылған.

5.1-кесте. БЭ модельдері мен қолданылатын параметрлерінің жалпы саны

ҚЖМ түрлері	Модельдердің жалпы саны	Қолданылған параметрлердің жалпы саны	Шығаратын елдер саны
Экскаваторлар:			10
Доңғалақты	132	1193	-
Шынжыр табанды	433	3182	-
	$\Sigma=565$	$\Sigma=4375$	

Машиналардың техникалық сипаттамалары көпөлшемді статистикалық жиынтық ретінде қабылданды. Мұндай жиынтық бір өлшемді (жұптық) статистикалық жиынтықтарға бөлінді. Олар үшін жұптық корреляция-байланыстарды іздеу жүргізілді. Бұл жағдайда параметрлердің әр жұбының нақты сандық мәндерінің таралуы графикалық түрде ұсынылды (жазықтықтағы корреляция өрісі түрінде). Корреляция өрістерін алу үшін корреляция түрлері және нүктелік параметрлердің дисперсия дәрежесі анықталды. Байланыстарды талдау кезінде машинаның параметрлері оның негізгі параметрі арқылы берілген.

Регрессиялық талдауда [70,71,72,73] тәуелді айнымалы деп аталатын бір айнымалы мен тәуелсіз айнымалы деп аталатын бірнеше басқалары арасындағы байланыс қарастырылады. Бұл байланыс математикалық модель, яғни тәуелді айнымалыны кейбір болжамдар жиынтығын ескере отырып, тәуелсіз айнымалылармен байланыстыратын теңдеу арқылы ұсынылады. Тәуелсіз айнымалылар тәуелділермен регрессия функциясы арқылы байланысады, сонымен қатар белгісіз параметрлер жиынтығына да байланысты. Егер функция параметрлерге қатысты сызықтық болса (бірақ тәуелсіз айнымалыларға қатысты сызықтық болуы міндетті емес), онда мұндай регрессия моделі сызықтық деп аталады. Керісінше болса, модель сызықты емес деп аталады. Екі жағдайда да тәуелсіз айнымалыларға тәуелді айнымалы регрессия туралы айтылады.

Сызықтық бағалау моделі үшін ең аз квадраттар әдісі сызықтық теңдеулер жүйесін шешуден алынады. Сызықтық емес модель жағдайында сызықтық емес теңдеулер жүйесін шешіп, тиісті шешімдерді нақты, аналитикалық түрде ұсыну керек. Сондықтан осы бағалауды сандық анықтаудың әртүрлі итерациялық әдістерін қолдану қажет болады.

ҚЖМ техникалық деңгейін зерттеу кезінде көбінесе жұп шамалар арасындағы статистикалық байланыстарды тез және бірнеше рет бағалау қажет екендігіне сүйене отырып, ең алдымен қарапайым регрессиялық модельдерді құру мүмкіндіктері енгізілді.

ҚЖМ параметрлері арасындағы тәуелділік детерминистік емес, ықтималдық түрінде берілген [68, 41 б.]:

$$n_2 = (\alpha_1 \div \alpha_2) f(n_1) \quad (5.1)$$

мұнда α_1 және α_2 — n_2 бірдей мәні кезіндегі n_1 мүмкін мәндерінің шекаралары.

Ұқсастық теориясын қолдану арқылы машина параметрлері арасындағы қажетті корреляциялық байланыстарды аппроксимациялау үшін теңдеулердің түрлері (типтері) анықталды [68, 42; 74 б.]:

$$y_i = (\alpha_1 \div \alpha_2) (\pm a \pm bx_i); \quad (5.2)$$

$$y_i = (\alpha_1 \div \alpha_2) (\pm a \pm b \cdot \ln x_i), \quad (5.3)$$

$$y_i = (\alpha_1 \div \alpha_2) \left[\pm a \pm b(x_i + c)^{m/n} \right], \quad (5.4)$$

мұнда Y_i, X_i — БЭ параметрлері;

$\alpha_1; \alpha_2$; — олардың мүмкін мәндерінің шекаралары; a, B, c - ДЭЕМ есептеу арқылы алынған регрессия теңдеулерінің коэффициенттері; M және n - тиісінше, дәреже көрсеткішінің алымы мен бөлімі (1-ден 3-ке дейін өзгереді).

Ұқсастық теориясына сәйкес, БЭ барлық сызықтық өлшемдері машинаның салмағына немесе қуатына байланысты парабола бойынша өзгереді, яғни $M=1$; $n=3$, басқа жағдайларда дәреже көрсеткіші бірге тең, яғни $M=1$; $n=1$ немесе $M/n=1$ [75].

Айта кету керек, соңғы үш модель жалпы түрде екі параметрлі және сызықты емес болса да, оларды қарапайым сызықтық модельді тікелей жалпылау ретінде қарастыруға болады, онда тәуелсіз және тәуелді айнымалы мәндерден ғана емес, сонымен қатар олардың логарифмдерінен, кері шамалардан және экспоненттерден тұратын үлгілер зерттеледі. Бұл жағдайда корреляция коэффициенті шамалардың стохастикалық тәуелділігі өлшемінің мәнін сақтайтыны анық.

Регрессия теңдеуін іздеу үшін IBM типті ДЭЕМ қолданылды. Параметрлер бойынша деректерді талдау нәтижесінде басты параметр бойынша

машиналардың негізгі параметрлерін анықтау үшін регрессия теңдеулері алынды.

Әр параметр үшін корреляция түрлері және нүктелердің дисперсия дәрежесі анықталды. Содан кейін корреляциялық байланыстардың аппроксимациясы жасалды, ал параметрлер арасындағы байланысты білдіру үшін математикалық өрнектер қолданылды (5.2–5.4). БЭ параметрлерінің ең ықтимал мәндерін есептеу үшін регрессия теңдеулерінің константалары ең аз квадраттар әдісімен алынды.

Сонымен, экскаваторлардың параметрлері туралы ақпаратты өңдеу нәтижесінде регрессия теңдеулері алынды, олардың көмегімен, басты параметрді қолдана отырып, әлемнің техникалық дамыған елдерінде шығарылатын осындай машиналардың негізгі параметрлерінің орташа мүмкін сандық мәндері қандай екенін тез анықтауға болады [76,77,78].

Параметрлердің нақты мәндерінің шашырау дәрежесін бағалау үшін және осы шашырауды есепке алу үшін жұмыс формулаларында регрессия қисықтарынан параметрлердің ауытқу аймақтарының шекаралары құрылды және осы ауытқулардың орташа мәні есептелді (регрессия теңдеулері бойынша есептелетін ең ықтимал арақатынастардан пайызбен). Бұл формулалар екі жақты болып келеді. 5.2-кестенің формулаларының әрқайсысының екінші жақшасында тұрған өрнектер ізделген параметрдің ең ықтимал мәнін есептеуге мүмкіндік береді.

5.2-Кесте. Шөміш сиымдылығына байланысты экскаваторлардың негізгі техникалық және технологиялық параметрлерін анықтауға арналған регрессия теңдеулері

№ п.п.	Параметрдің аталуы	Белгіленуі	Регрессия теңдеулері ($V_k, \text{м}^3$)	Корр. коэф.
1.	Машина ұзындығы, м	L	$L = (0,80 \div 1,20)(3354 \ln(V_k) + 8572)$	0,555
2.	Экскаватор ені, м	B	$B = (0,80 \div 1,20)(2681, V_k^{0,220})$	0,304
3.	Биіктігі, м	H	$H = (0,83 \div 1,17)(146,8 V_k + 3072)$	0,107
4.	Қуаты, кВт	N	$N = (0,70 \div 1,30)(111,0 \ln(V_k) + 91,67)$	0,643
5.	Машина массасы, т	M	$M = (0,70 \div 1,30)(27,41 \ln(V_k) + 19,18)$	0,613
6.	Қазу тереңдігі, м	H_k	$H_k = (0,80 \div 1,20)(6,338 V_k^{0,251})$	0,348
7.	Қазу радиусы, м	R_k	$R_k = (0,85 \div 1,15)(9,578 V_k^{0,227})$	0,409
8.	Түсіру биіктігі, м	H_g	$H_g = (0,70 \div 1,30)(1,857 \ln(V_k) + 7,077)$	0,137
9.	Сорғы қысымы, МПа	P_n	$P_n = (0,85 \div 1,15)(0,280 V_k + 28,86)$	0,003
10.	Топыраққа түсетін қысым, МПа	P_{sp}	$P_{sp} = (0,70 \div 1,30)(0,377 \ln(V_k) + 0,360)$	0,453
11.	Кесу күші, кН	F_p	$F_p = (0,80 \div 1,20)(50,71 V_k + 88,16)$	0,506
12.	№1 жебе ұзындығы, м	L_{c1}	$L_{c1} = (0,85 \div 1,15)(2,176 \ln(V_k) + 4,822)$	0,582
13.	№2 жебе ұзындығы, м	L_{c2}	$L_{c2} = (0,85 \div 1,15)(5,347 V_k^{0,465})$	0,609
14.	Саптар саны	K_p	$K_p = (0,70 \div 1,30)(3,511 e^{-0,13 V_k})$	0,114
15.	№1 сабы ұзындығы, м	L_{p1}	$L_{p1} = (0,70 \div 1,30)(1,910 V_k^{0,391})$	0,476
16.	№2 сабы ұзындығы, м	L_{p2}	$L_{p2} = (0,80 \div 1,20)(2,401 V_k^{0,445})$	0,474
17.	№3 сабы ұзындығы, м	L_{p3}	$L_{p3} = (0,80 \div 1,20)(2,940 V_k^{0,410})$	0,537
18.	№4 сабы ұзындығы, м	L_{p4}	$L_{p4} = (0,85 \div 1,15)(0,821 V_k + 2,757)$	0,665

Ұсынылған регрессия теңдеулері, техникалық параметрлердің өзгеру теңдеулері және олардың графиктері ықтималдық теориясы мен математикалық статистика әдістерін қолдана отырып табылған стохастикалық тәуелділіктерді бейнелеу формалары болып табылады және олардың параметрлерін тез есептеуге, олардың даму үрдістерін бағалауға, техникалық деңгейді анықтауға, машиналардың сапасын бағалауға мүмкіндік береді.

5.3-кестеде бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс жабдықтарының параметрлерін есептеу үшін алынған регрессия теңдеулері келтірілген

5.3-кесте. Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс жабдықтарының параметрлерін есептеу үшін ұсынылатын регрессия теңдеулері

N пп	Параметрдің атауы	Регрессия теңдеулері	Корр. коэф., R^2
1	2	3	4
1	Қысқартылған жебе	$L_c(\text{укор}) = 0,059 M + 4,068$	0,518
2	Стандартты жебе	$L_c(\text{станд}) = 1,435 M^{0,463}$	0,644
3	Ұзартылған жебе	$L_c(\text{удл}) = 4,1017 M^{0,2175}$	0,8565
4	Қысқартылған сабы	$L_p(\text{укор}) = 0,484 M^{0,461}$	0,622
5	Стандартты сабы	$L_p(\text{станд}) = 0,579 M^{0,484}$	0,579
6	Ұзартылған сабы (1)	$L_p(\text{удл1}) = 0,840 M^{0,430}$	0,570
7	Ұзартылған сабы (2)	$L_p(\text{удл2}) = 0,045 M + 2,895$	0,477

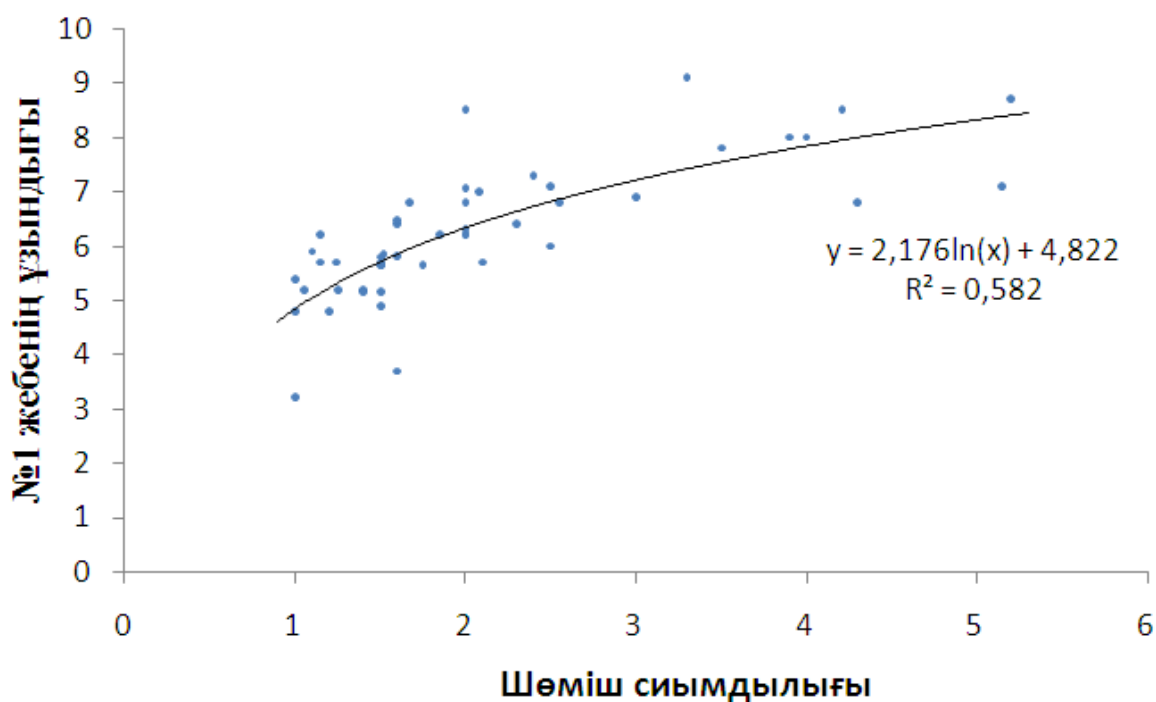
Жетекші шетелдік БЭ өндіруші фирмалар туралы статистикалық ақпаратты талдау келесі қорытындыны жасауға мүмкіндік берді.

Біріншіден, қазіргі заманғы үрдіс бір-бірінен принципі бойынша да, өлшемдері бойынша да ерекшеленетін жұмыс жабдығының (ЖЖ) әр түрлі түрлерімен БЭ-ды барынша мүмкін болатын жинақтау, сондай-ақ БЭ-ды үш ауыстырмалы жебемен (қысқартылған, стандартты және ұзартылған) және төрт ауыстырмалы саптармен жинақтау болып табылады.

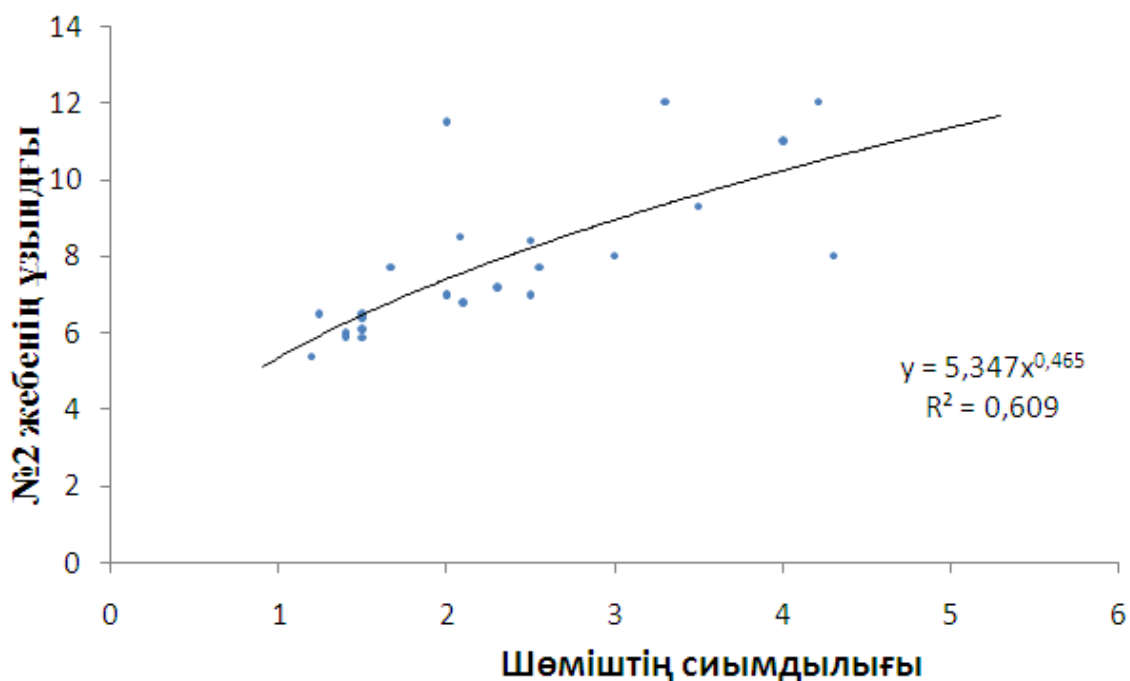
Екіншіден, ауыстырылатын жебелер мен саптардың ұзындығы жалпы БЭ параметрлерімен де, бір-бірімен де байланысты таңдалады. Шөміштің сыйымдылығы берілген кезде ғана БЭ және оның ЖЖ негізгі параметрлерін бағалау мүмкіндігі расталады. 5.1-5.4 суреттерде шөміш сыйымдылығына байланысты жебелер мен саптары ұзындықтарының корреляция өрістері берілген.

Сонымен, жетекші фирмалар шығаратын бір шөмішті экскаваторлардың негізгі параметрлерінің өзгеру үрдістері туралы статистикалық мәліметтерді

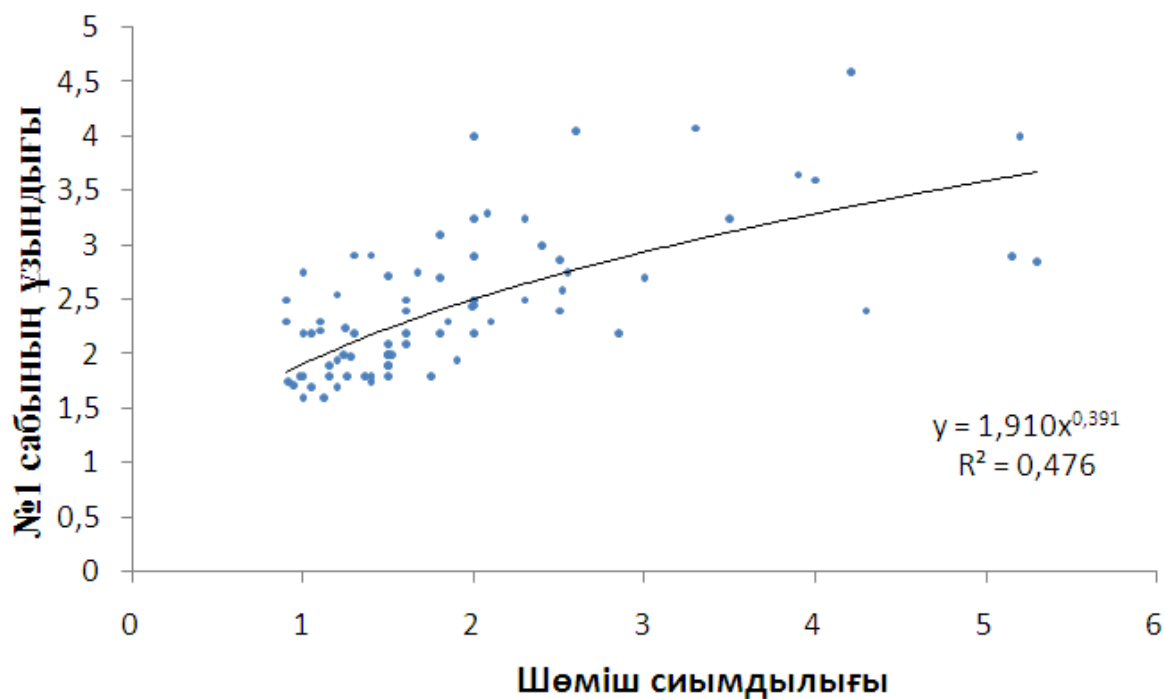
талдау негізінде БЭ негізгі техникалық параметрлері арасында мықты корреляциялық байланыстардың болуы туралы қорытынды жасауға болады.



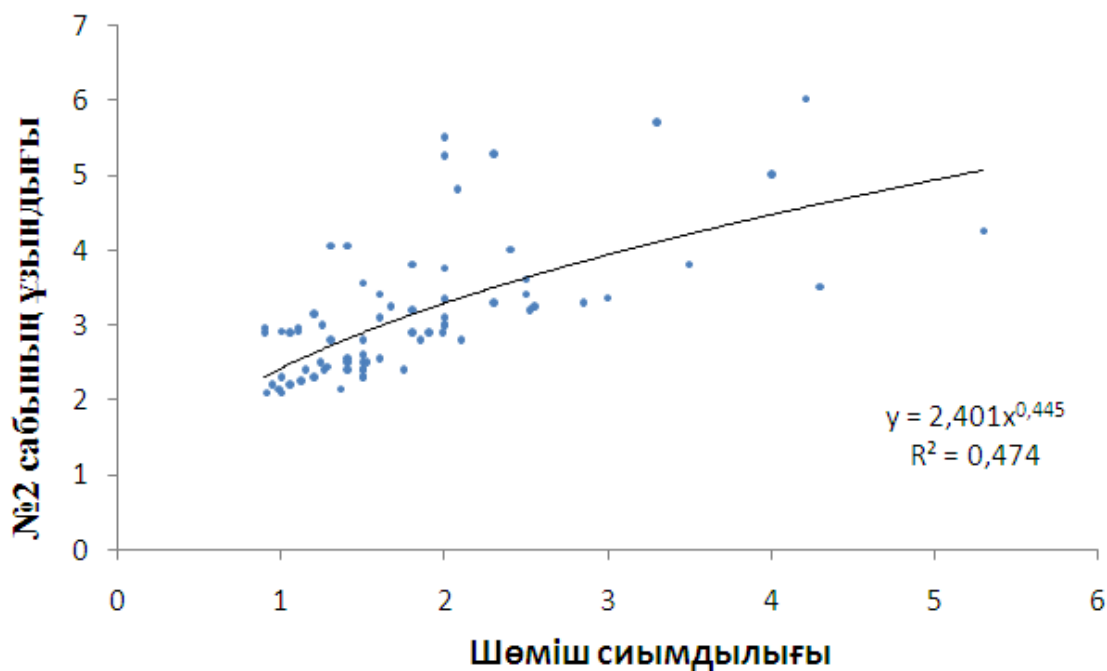
5.1-сурет. №1 жебе ұзындығының шөміш сымдылығына тәуелділігі



5.2-сурет. №2 жебе ұзындығының шөміш сымдылығына тәуелділігі



5.3-сурет. №1 сабының ұзындығының шөміш сиымдылығына тәуелділігі



5.4-сурет. №2 сабының ұзындығының шөміш сиымдылығына тәуелділігі

Шетелдік фирмалардың экскаваторларында ауыстырылатын жұмыс жабдықтары мен жұмыс органдарының әр түрлі түрлері орнатылады (25...40 дейін). Әсіресе әртүрлі жебелер мен саптар; гидробалталар, қабырғаларды бұзу жабдықтары; тікелей және кері күректерге, тартқыштарға, тиеу жабдықтарына

ауыстырылатын жұмыс органдары кеңінен қолданылады. Арнайы жұмыс жабдығы бар экскаваторлар ретінде жылжымалы қазу өсі бар, телескопиялық саптағы грейфер жабдығы бар, қысқартылған жұмыс жабдығы бар, электронды түсіргіші бар, ілмектері бар және т.б. экскаваторлар шығарылады, бұл экскаваторларды пайдалану саласындағы қажеттіліктердің алуан түрлілігіне жауап береді.

40 тоннаға дейінгі экскаваторлар, әдетте, негізгі жабдық ретінде кері күрекке ие. Бұрын белгілі болған жұмыс жабдықтарының көптеген түрлерінен басқа, ғимараттар мен құрылыстарды бұзу және бөлшектеу үшін қолданылатын жұмыс жабдықтары мен жұмыс органдары назар аударады, бұл кәсіпорындарды қайта құру бойынша үлкен жұмыстарға байланысты өте маңызды.

5.2 Гидробасқарылатын иегі бар гидравликалық экскаватордың экономикалық тиімділігін есептеу

Құрылыс-жол техникасының технико-экономикалық тиімділігін бағалаудың қолданыстағы әдістемелерін талдау [79,80,81,82,83,84,85,86] барлық әдістемелер үшін ең жалпы мынадай негізгі кезеңдерден тұратын сапа деңгейін бағалау процесі болып табылатындығын көрсетті: сапаны сипаттайтын көрсеткіштер номенклатурасын және олардың базалық мәндерін таңдау; бірлік көрсеткіштер бойынша сапаны бағалау; кешенді көрсеткіш бойынша оны анықтау үшін бірлік көрсеткіштер бойынша сапа деңгейінің мәндерін біріктіру мәліметтері. Бұл кезеңдер сапаны бағалау әдістерінің құрылымдық элементтері болып табылады және олар сапа көрсеткіштерінің абсолютті, салыстырмалы немесе меншікті мәндерімен өзара байланысты болуы мүмкін.

В.И. Баловнев пен Л. А. Хмараның әдістемесі бойынша [2,68 б.] гидравликалық экскаваторлар үшін әділетті болатын көп мақсатқа арналған жер қазатын машиналардың экономикалық тиімділігі қарастырылды. Осы әдістемеге сәйкес, көп мақсатты жұмыс органы бар ұсынылған құрылымдық шешімдердің тиімділігін болжамды алдын-ала бағалау келтірілген шығындардың мәні Z_{np} арқылы келесі формула бойынша анықталады:

$$Z_{np} = C + e_n K \quad (5.5)$$

мұнда C – ағымды шығындар; K – күрделі қаржылар; e_n - тиімділіктің нормативтік коэффициенті, $e_n = 0,16$.

Көрсеткіштер жүйесін алу үшін келтірілген шығындарды, шығын баптары бойынша, жеке келтірген жөн: энергетикалық қамтамасыз етудің кіші жүйесі үшін қозғалтқыштардың бекітілген қуатына N (кВт) пропорционалды шығындары; технологиялық кіші жүйе үшін машиналарының салмағына G (Н) пропорционалды шығындары; тіршілікті қамтамасыз етудің кіші жүйесі үшін N және G -ге елеулі шамада тәуелді емес шығындары; машинаның массасына және машинаға қызмет көрсететін

жұмысшылардың санына n_p пропорционалды түрде қабылдауға болатын оператор мен қызмет көрсететін персоналға шығындар.

Бірінші жуықтауда жұмыс сағатына жатқызылған күрделі салымдарды машинаны құрайтын негізгі ішкі жүйелердің құны бойынша анықтауға болады:

$$K = a_0 + a_1 N + a_2 G, \quad (5.6)$$

мұнда a_0 - оператор тіршілігін қамтамасыз етуге арналған кіші жүйеге күрделі салымдар; a_1 - қозғалтқыштың қуатына пропорционалды энергетикалық кіші жүйеге салынған күрделі салымдар коэффициенті, тг/кВт-сағ.; a_2 - машинаның салмағына пропорционал технологиялық кіші жүйеге салынған күрделі салымдар коэффициенті, тг/Н-сағ.

Осыған ұқсас ағымдағы шығындар мына формула бойынша анықталады:

$$C = B_0 + B_1 N + B_2 G = B_3 n_p G \quad (5.7)$$

мұнда B_0, B_1, B_2 - a коэффициенттеріне ұқсас пайдалану шығындарының коэффициенттері; B_3 - машиналардың салмағына пропорционалды және бір жұмысшыға келетін пайдалану шығындарының коэффициенті (Н-адам-сағ.); n_p - машинаға қызмет көрсетумен айналысатын операторлар мен жұмысшылар саны.

Алынған тәуелділіктер меншікті шығындарды келесі қосынды түрінде анықтауға мүмкіндік береді:

$$Z_{уд} = e_0 + e_1 N_{уд} + e_2 G_{уд} + e_3 n_{р,уд}, \quad (5.8)$$

мұнда $N_{уд} = N/\Pi$ - машинаның жұмыс процесінің энергия сыйымдылығы кВт / бірлік өнімділігі; $G_{уд} = G/\Pi$ - машинаның жұмыс процесінің материал сыйымдылығы, Н / бірл. өнімділігі; $n_{уд} = n / \Pi$ - мән машина өнімділігінің бірлігіне қанша жұмысшы келетінін көрсетеді.

ГЭ тиімділігінің жалпыланған көрсеткіштері. $Z_{уд}$ өрнегі жалпыланған және нақты көрсеткіштерді қамтиды. Интегралды көрсеткіш келесі түрде жазылуы мүмкін:

$$Z_{уд} = \frac{N_{уд}}{\Pi_{уд} n_{ғыр}} k_{np} \quad (5.9)$$

мұнда k_{np} - шартты жалпылама көрсеткішті келтіру коэффициенті; Π_{NGn} - бір жұмысшыға келетін өндіріс (бір. өнімділік/адам).

$$\Pi_{NGn} = \frac{N_{уд}}{\Pi_{уд} n_{ғыр}} k_{np} \quad (5.10)$$

Көрсеткіш жалпыланған болып табылады және салыстырылатын машиналардың өзгермейтін құнымен машинаның техникалық тиімділігін бағалау үшін немесе машинаның құны мен техникалық параметрлері мен өнімділігі арасында сызықтық байланыстар болған жағдайда пайдалануға болады.

P_{NGn} мәні энергия сыйымдылығының $\left(\frac{N}{P}\right)$ қанша бірлігі меншікті өнімділік бірлігіне $\left(\frac{P}{G}\right)$ және өндіріс бірлігіне $\left(\frac{P}{n_p}\right)$ келетінін көрсетеді.

Көрсеткішті құрайтын параметрлерде натуралды өлшем бірліктері бар. Ең жақсы машинаның энергия сыйымдылығы минималды болуы керек, ал салмақ бірлігіне келетін өнімділік максималды болуы керек, сондықтан ең жақсы ЖКМ P_{NGn} минималды мәніне ие болуы керек.

P_{NGncp} көрсеткіші БЭ-ды энергетикалық, материалдық және еңбек шығындарын үнемдеу тұрғысынан бағалауға мүмкіндік береді, бұл БЭ негізгі ішкі жүйелері үшін шығындардың орташа геометриялық мәні ретінде:

$$P_{NGncp} = \left(\frac{N_{yd} e_1 e_2 e_3}{P_{yd} n_{выр}} \right)^{1/3} \quad (5.11)$$

Егер интегралдық көрсеткіш мына түрге ие болса:

$$Z_{yd} = e_1 N_{yd} + e_2 G_{yd}, \quad (5.12)$$

онда құндық көріністегі жалпыланған көрсеткіш екі ішкі жүйе, энергетикалық және технологиялық шығындардың орташа геометриялық мәні ретінде анықталады.

$$P_{NGncp} = \left(\frac{N_{yd} e_1 e_2}{P_y} \right)^{1/2} \quad (5.13)$$

натурал өлшем бірліктерінде жалпыланған

$$P_{NG} = N_{yd} / P_{yd}.$$

Аз мамандандырылған машиналар немесе көп мақсатты жұмыс органдарының жиынтығы бар машиналар жиынтығының жұмыс өнімділігі келесі өрнектермен анықталуы мүмкін:

$$P = \frac{Q}{\frac{q_1}{P_1} + \frac{q_2}{P_2} + \dots + \frac{q_n}{P_n}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{p_i^q}{K_i^B P_i^T}} \quad (5.14)$$

$$\ddot{I} = \frac{\sum_{i=1}^n \ddot{I}_i t_i}{T} = \sum K_i^B \ddot{I}_i^T p_i^t \quad (5.15)$$

мұнда q_i - i -ші жұмыс түрінің көлемі; Π_i - жұмыстың i -ші түріндегі пайдалану өнімділігі; Π_i^T - жұмыстың i -ші түріндегі техникалық өнімділік; K_i^B - жұмыстың i -ші түріндегі уақытты пайдалану коэффициенті; p_i^q , p_i^T , T_i - i -ші көлемдерінің ықтималдығы, жұмыс түрлерінің ұзақтылығы, келесі қатынастармен анықтады:

$$p_i^q = \frac{q_i}{Q}, \quad p_i^t = \frac{t_i}{T}$$

мұнда Q - жұмыстың жалпы көлемі; T - жүйенің жалпы жұмыс уақыты. Қатаң жүйенің меншікті көрсеткіштері келесі түрде жазылады:

$$P_{y\partial} = \frac{P}{\Pi},$$

мұндағы P салмағы G , қуаты N және т. б. болуы мүмкін жүйенің кейбір жалпыланған параметрі.

Қатты жүйе оны құрайтын элементтердің бүкіл жиынтығын үнемі қамтиды, сондықтан жалпыланған параметрі P жүйесі P_j элементтерінің параметрлерінің қосындысын білдіреді:

$$P = \sum_{j=1}^k P_j \quad (5.16)$$

мұнда k - жүйедегі элементтер саны, атап айтқанда бір бейімделетін жұмыс органы бар көп мақсатты манипулятор үшін, $k = 1$.

Берілген көлемдер ықтималдығы мен жұмыс ұзақтығы жағдайлары үшін қатаң жүйенің меншікті көрсеткіштері келесідей анықталады:

$$P_{y\partial} = \sum_1^k p_j \sum_1^n \frac{p_i^{q_i}}{k_{B_i} \Pi_{T_i}} \quad (5.17)$$

Объектілердің екінші тобы тиісті технологиялық операцияларда қажеттілік болмаған кезде олардың кейбірін алып тастауға мүмкіндік беретін машиналар жүйесін білдіреді (мысалы, құрамы құрылыс өндірісі технологиясының қажеттілігіне байланысты өзгеретін жекелеген аз мамандандырылған машиналар жүйесі). Бұл жағдайда P_i жүйесінің жеке элементтерінің нақты параметрлеріне және жүйенің жалпы уақытына T сәйкес келетін олардың жұмыс уақытына T_i пропорционал болатын жүйенің жалпыланған параметрін P анықтаған жөн

$$P = \frac{\sum_1^n P_i t_i}{T} \quad (5.18)$$

Тәуелділікті ашып, аламыз:

$$P_{\delta\ddot{a}} = \frac{\sum_1^n P_i t_i}{Q} \quad (5.19)$$

$t_i = \frac{q_i}{k_{B_i} \ddot{I}_{\delta_i}}$ болғандықтан, жұмыс көлемінің пайда болуының берілген ықтималдығы бар меншікті көрсеткіштер тәуелділіктерді анықтайды:

$$P_{\delta\ddot{a}} = \sum_1^n \left(\frac{P_i}{k_{B_i} \ddot{I}_{\delta_i}} \right) P^{q_i} = \sum_1^n P_{\delta\ddot{a}i} P^{q_i} \quad (5.20)$$

мұнда Руді - жүйенің і- ші элементінің меншікті көрсеткіші, $P_{\delta\ddot{a}i} = \frac{P_i}{\ddot{I}}$

Бұдан әрі $Q = \sum_1^n k_{B_i} \ddot{I}_{\delta_i} t_i$ орнына қойып, Руд байланысты жұмыс ұзақтығының ықтималдық элементтерін алып тастау мүмкіндігімен объектілер жүйесі үшін меншікті көрсеткіштерді аламыз:

$$P_{\delta\ddot{a}} = \frac{\sum_1^n P_i t_i}{\sum_1^n k_{B_i} \ddot{I}_{\delta_i} t_i} = \frac{\sum_1^n P_i P^{t_i}}{\sum_1^n k_{B_i} \ddot{I}_{\delta_i} P^{t_i}} \quad (5.21)$$

Алынған нәтижелерге сүйене отырып, құрылыс және жол машиналарының нақты көрсеткіштері жүйесі жұмыс көлемінің берілген ықтималдылығымен қалыптасады, бұл оларды пайдаланудың детерминистік және ықтималды жағдайларын ескеруге мүмкіндік береді.

Сел ысырындыларының топырақтарын тазарту кезінде экскаваторлардың, бульдозерлердің және басқа да жер қазу және тасымалдау машиналарының өнімділігін сараптамалық бағалау СТО - ның ірі сынғыш топырақтарының гранулометриялық құрамына айтарлықтай байланысты болады.

Жобалау кезеңінде машиналардың тиімділігін болжау кезіндегі негізгі міндеттердің бірі күтілетін өнімділікті негізді анықтау болып табылады (5.4-кесте).

5.4-кесте. Әрбір жұмыс түрінде жұмыс түрлерінің пайда болу ықтималдығының және жұмыс уақытын пайдаланудың мәні

Жұмыс органының аталуы	Жұмыс түрінің пайда болу ықтималдығы, P_i^q	P_i^T коэффициентінің мәні		
		Жеке ГЭ	Ауыспалы ЖО бар ГЭ	Көп мақсатты ЖО бар ГЭ
Кері күрек	0,73	1,0	1,0	1,0
Жоспарлаушы	0,08	1,0	0,6	0,97
Қопсытқыш	0,06	1,0	0,6	0,87
Көлбеу жасаушы	0,03	1,0	0,6	0,97
Манипулятор	0,04	1,0	0,6	0,97

Аз мамандандырылған машиналар мен ауыспалы ЖО бар машиналарымен жұмысты орындаумен салыстырғанда көп мақсатты ЖО ГЭ тиімділігін талдау нәтижелері. 5.5-кестеден көргендей, гидробасқарылатын иегімен көп мақсатты ЖО бар ГЭ-дың қарастырылған жұмыс жағдайлары үшін материалдық, энергетикалық және еңбек шығындарын үнемдеу үшін дәстүрлі машиналардан айтарлықтай артықшылықтар бар.

5.5-кесте. Дәстүрлі машиналармен салыстырғанда көп мақсатты ЖО бар ГЭ тиімділігінің көрсеткіштері

Технологиялық процесті жүзеге асыру нұсқалары	P_i^q коэффициенттерінің мәндері				
	Кері күрек	Жоспарлаушы	Қопсытқыш	Көлбеу жасаушы	Ұстау және манипуляция
Жұмыс жеке ЖО орындалады	62,0 0,21	72,0 0,25	30,0 0,1	51,0 0,18	37,0 0,13
Жұмыс ауыспалы ЖО орындалады	62,0 0,21	43,2 0,15	19,0 0,07	30,6 0,11	35,9 0,12
Жұмыс көп мақсатты ЖО орындалады	62,0 0,21	69,8 0,24	29,1 0,1	49,5 0,17	78,6 0,27

Негізгі параметрлер мен пайдалану жағдайларына байланысты гидробасқарылатын иегімен көп мақсатты ЖО бар ГЭ-ды ұтымды пайдалану саласын тиісті көрсеткіштер бойынша тең тиімділік теңдеулері негізінде анықтауға болады. Қазу процесінің меншікті энергия сыйымдылығы N_{y0} бойынша аз мамандандырылған машиналардың эквивалентті жиынтығымен салыстырғанда ГЭ тиімді қолдану жағдайы келесі теңсіздікпен анықталады:

$$N_{удг} \geq N_{удм} \quad (5.22)$$

Меншікті материал сыйымдылығы $G_{уд}$ және жалпыланған көрсеткіш бойынша ұқсас қатынастар бар

$$G_{удг} \geq G_{удм}, \quad (5.23)$$

$$P_{NGn} \geq G_{удм}.$$

Бұл қатынастар материалдық, энергетикалық және еңбек шығындарын азайту бойынша максималды нәтиже алу үшін көп мақсатқа арналған ГЭ ұтымды пайдалану салаларын анықтауға негіз болып табылады.

Талдау нәтижелері материал сыйымдылығының 1,64 есе, энергия сыйымдылығының 1,24 есе төмендегенін көрсетеді. P_{NGn} жалпыланған көрсеткішіне сәйкес материалдық, энергетикалық және еңбек шығындарын үнемдеу, ET-14 экскаваторы үшін ұсынылған көп мақсатты ЖО пайдалану тиімділігі машиналар жиынтығының жұмысымен салыстырғанда едәуір артады, ал ауыспалы ЖО бар машинасымен салыстырғанда - 2,64 есе артады.

ГЭ пайдалану өнімділігінің формулаларына сәйкес салыстырмалы талдау көп мақсатты машинаның ауыспалы жабдықтары бар машинамен салыстырғанда өнімділігі 1,3 есе артатынын көрсетеді.

Аз мамандандырылған машинаның, ауыстырылатын жабдықтары бар машинаның және көп мақсатты машинаның меншікті пайдалану өнімділігі сәйкесінше 0,04, 0,168 және 0,287 құрайды.

P_{NGn} жалпыланған көрсеткішіне сәйкес материалдық, энергетикалық және еңбек шығындарын үнемдеу ET-14 экскаваторы үшін ұсынылған гидробасқарылатын иегімен көп мақсатты ЖО-ны пайдалану тиімділігі машиналар жиынтығының жұмысымен салыстырғанда едәуір артады, ал ауыспалы ЖО бар машинасымен салыстырғанда 2,56 есе артады. $n_{выр} = 1,5$.

Қазу процесінің меншікті энергия сыйымдылығы бойынша қолданыстағы ЖО-мен салыстырғанда ГЭ-нің ұсынылған көп мақсатты ЖО конструкциясымен энергия шығындарының төмендеуі 1,78 есе құрайды. Бұл нәтижелер тәжірибелік мәліметтер мен теориялық зерттеулерге сәйкестендіріледі.

Келтірілген деректер базалық немесе жеке энергетикалық құралда жобаланатын әртүрлі үлгідегі экскаваторлардың салыстырмалы көрсеткіштерін сипаттайды.

Бұл жағдайда жұмыстарды орындау технологиясы және базалық энергетикалық құрал бойынша ең жақын болып ET-14 экскаваторы табылады. Осыған сүйене отырып, жол-құрылыс техникасының техникалық-экономикалық тиімділігін бағалауды анықтаудың қолданыстағы әдістемелерінің ұсыныстары бойынша базалық модельді және жетілдірілген ET-14 экскаваторын пайдаланудың экономикалық тиімділігінің көрсеткіштерін анықтау жүргізілді

Жетілдірілген жұмыс жабдықтарын енгізу есептерінің нәтижелері Д қосымшасында (Д.2- кестесі) келтірілген.

5.3 Бөлім бойынша қорытынды

1 БЭ параметрлері өзара айқын стохастикалық сипатқа ие күрделі көпжақты тәуелділіктермен байланысты. Бұл тәуелділіктерді регрессия теңдеулерін шығаруға мүмкіндік беретін статистикалық әдістермен анықтау неғұрлым сенімді болады. Осы әдістерді қолдану үшін әлемдік жобалау тәжірибесін ескере отырып, жетекші шетелдік фирмалар мен ТМД-ның БЭ-нің 565 моделі бойынша 4375 техникалық параметрлердің деректерін қамтитын ақпараттық деректер банкі құрылды.

2 Ең дұрысы-бір басты (анықтайтын) параметр арқылы машина параметрлерін өрнектеу болып табылады. Сонда зерттелетін негізгі параметрлерді басты параметр бойынша ықтималдық түрінде анықтауға болады. Экскаваторлар үшін анықтаушы параметр – шөміштің сиымдылығы қарастырылуы керек екендігі анықталды.

3 Әзірленген бағдарламаны және MicrosoFT EXCEL-2007 электрондық кестелерімен жұмыс істеуге арналған сызықтық бағдарламалар пакетінің стандартты функциясын қолдана отырып, жұптық корреляциялық талдау жасалды және бір шөмішті экскаваторлар мен олардың жұмыс жабдықтарының негізгі параметрлерін байланыстыратын 18 регрессия теңдеуі алынды. Осы теңдеулерге сәйкес келетін графикалық тәуелділіктер ДЭЕМ-да салынды.

4 Әр түрлі жұмыс органдарымен қазу жұмыстарын жүргізу кезінде интегралды және жалпыланған көрсеткіш бойынша бір шөмішті экскаваторлардың тиімділігін есептеу әдістемесі келтірілген. Экскаваторда жетілдірілген жұмыс жабдықтарын пайдалану 4,11 жыл ішінде өтеледі. Машина ауысымының қымбаттығына қарамастан, жетілдірілген экскаватордың 1000 м³ топырағын игеру құны төмен, ал машинаны енгізудің жылдық экономикалық тиімділігі 668774,82 теңгені құрайды.

Осы бөлім бойынша зерттеу нәтижелері халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда [76,77] жарияланды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Диссертациялық жұмыста 1 м-ге дейінгі ірі тастардан тұратын сел ысырындыларының ірі сынғыш топырақтарын тазарту үшін гидробасқарылатын иегі бар гидравликалық экскаваторының жаңа жұмыс органының негізгі техникалық параметрлері негізделген, конструкцияның жаңалығы ҚР патенттерімен расталған: «Гидравликалық экскаватордың арнайы жұмыс бөлігі» № 33997. МПК E02F 3/48 E02F 3/60. Өтінім 2018/0769.1 22.10.2018 ж. берілді, ресми бюллетень, №45 08.11.2019 ж. шыққан және «Гидравликалық экскаватордың гидробасқарылатын иегі бар жұмыс жабдығы» № 34253. МПК E02F 3/60. Өтінім 2019/0094.1 06.02.2019 ж. берілді, ресми бюллетень, № 13 от 03.04.2020 ж. шыққан.

Аспалы жұмыс органының бұл конструкциясы, теориялық зерттеулер көрсеткендей, экскаваторлардың функционалды және технологиялық мүмкіндіктерін кеңейтуге және олардың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Жұмыс нәтижелері бойынша келесі тұжырымдар жасалды:

1 Ғылыми-техникалық және патенттік ақпаратты талдау негізінде анықталған бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдарының конструкциясының даму үрдістері жұмыс істеп жатырған ортаға бейімделген ЖО-ның кең таралғандығын көрсетеді.

2 Бөгеттердің, селүстағыштардың тұстамаларында ең қиын тазартылатындар ірі сынғыш топырақтар болып табылатыны анықталды, олар төтенше жағдайларда кеңінен қолданылатын дәстүрлі ЖҚМ тиімділігін арттыру мақсатында арнайы ЖО құрастыруды талап етеді. Іле Алатауының солтүстік беткейіндегі өзендер бассейндерінің шөгінділеріндегі сел топырақтарының диаметрі 200-ден 1000 мм-ге дейінгі фракциялардың жиынтық құрамы 23,7% құрайды ($p = 0,217$).

3 БЭ жұмыс органдары бойынша патенттердің әзірленген морфологиялық жіктелінуі негізінде олардың конструкцияларын жетілдірудің перспективалық бағыттары анықталды және ірі сынғыш қосындылары бар сел ысырындыларын тазарту үшін гидробасқарылатын иегі бар экскаватор шөмішінің жаңа конструкциясы ұсынылды, оның жаңалығы ҚР патенттерімен расталды: «Гидравликалық экскаватордың арнайы жұмыс бөлігі» № 33997. МПК E02F 3/48 E02F 3/60. Өтінім 2018/0769.1 22.10.2018 ж. берілді, ресми бюллетень, №45 08.11.2019 ж. шыққан және «Гидравликалық экскаватордың гидробасқарылатын иегі бар жұмыс жабдығы» № 34253. МПК E02F 3/60. Өтінім 2019/0094.1 06.02.2019 ж. берілді, ресми бюллетень, № 13 от 03.04.2020 ж. шыққан. (Е қосымшасы)

4 Экскаватор шөмішінің гидробасқарылатын иегін ашу механизмінің буындарының позицияларын анықтау алгоритмі мен әдісі жасалды, бұл кез-келген буын нүктелерінің координаталарын, қалыптасқан матрицаларды, векторларды, тасымалдау формулаларын және қозғалмайтын координаталық

жүйелерге қатысты координаталық өстерді бұруды қолдана отырып анықтауға мүмкіндік береді.

5 Векторлық түрде көрсетілген экскаватор шөмішінің гидроиегінің ашылу механизмінің тәуелсіз контурларының тұйықталу теңдеулері бұрыштық жылдамдықтардың аналогтарын қарапайым дифференциалдау арқылы және осы тәуелділіктерді қосарланған дифференциалдау арқылы буындардың бұрыштық үдеуінің аналогтарын анықтауға мүмкіндік береді. Буындардың шынайы бұрыштық жылдамдығы мен бұрыштық үдеулері уақыт бойынша функциялардың қарапайым және қосарланған дифференциалдануы арқылы анықталды.

6 Экскаватор шөмішінің гидроиектерінің ашылу механизмінің нүктелерінің шынайы сызықтық жылдамдығы мен үдеулері механизм нүктелерінің координаттарын анықтайтын функцияларды уақыт бойынша бір және екі есе дифференциалдау арқылы анықталды.

7 Компьютерлік модельдеу арқылы, ДЭЕМ үшін әзірленген бағдарламаға сәйкес, зерттелетін механизмнің кинематикалық параметрлерінің сандық мәндері алынды, бұл құрылымдық схеманы таңдауға және экскаватор шөмішінің гидроиегінің ашылу механизміндегі буындардың өлшемдерін анықтауға мүмкіндік берді.

8 Кинестатикалық талдау әдісі ұсынылды, бұл сыртқы жүктемелерден туындайтын, механизм буындарына әсер ететін, ашылатын гидроиегі бар шөміш қондырғысының кинематикалық жұптарындағы байланыс реакцияларын анықтауға және зерттелетін механизмнің буындарының беріктігін есептеуге мүмкіндік береді.

9 Бір шөмішті экскаваторлардың параметрлерін статистикалық талдау негізінде басты параметр – шөміштің сиымдылығы бойынша олардың өзгеруінің ең ықтимал диапазондарын таңдау үшін корреляциялық тәуелділіктер алынды. Бұл теңдеулер негізгі машинаның басты параметрлерін және экскаватордың гидроиегі бар шөмішпен жабдықталған жұмысшы жабдықтарын есептеуге мүмкіндік береді.

10 Диссертациялық жұмыс нәтижелері «Қазақавтожол» ЖШС АОФ және «Нектар» өндірістік кооперативі үшін іс жүзінде маңызды ретінде және М. Тынышбаев атындағы ҚазККА мен Қ. Жұбанов АӨМУ үшін 5В071300 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» мамандығы бойынша студенттерді дайындауда арнайы пәндердің дәріс және практикалық сабақтарында қолдану үшін енгізу актілері алынды. (Ж, 3 қосымшалары)

Пайдаланылган әдебиет тізімі

1. Волков Д.П. и др. Машины для земляных работ. - М.: Высшая школа, 1993. - 285 с.
2. Баловнев В.И., Хмара Л.А. Интенсификация разработки грунтов в дорожном строительстве. Монография. - М.: Транспорт, 2003. - 384 с.
3. Ветров Ю.А. Машины для земляных работ. 2-е изд., дораб. и доп. - Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1981. - 384 с.
4. Домбровский Н.Г., и др. Строительные машины. - М.: АСВ, 2002. - 528 с.
5. Зеленин А.П., Баловнев В.И., Керов И.П. Машины для землеройных работ. - М.: Машиностроение, 1975. - 422 с.
6. Баладинский В.Л., Ю.А.Ветров и др. Машины для специальных земляных работ. - Киев, 1980. - 192 с.
7. Кудрявцев Е.М. Комплексная механизация строительства. - М.: АСВ, 2005. - 416 с.
8. Недорезов И.А. Активные рабочие органы землеройных машин. - М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1975. - 56 с.
9. Федоров Д.И. Рабочие органы землеройных машин. - М.: Машиностроение, 1990. - 358 с.
10. Хмара Л.А. Интенсификация рабочих процессов машин для землеройных работ. - Днепрепетровск: ДИСИ, 1989. - 329 с.
11. Кабашев Р.А. Дорожные и строительные машины: абразивный износ рабочих органов землеройных машин. - Алматы: Ихтисат, 1997. - 434 с.
12. Синчев Б.К. Теоретическое обоснование и выбор параметров многоцелевых рабочих органов землеройных машин: автореф. ... докт.техн. наук. - Алматы, 2002. - 38 с.
13. Баймолдаев Т.А., Кабашев Р.А.. Теоретические основы расчета и создание рабочих органов землеройных машин для разработки селевых отложений и завалов. - Алматы: Бастау, 2006. - 200 с.
14. Баловнев В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин. - М.: Машиностроение, 1994. - 452 с.
15. Агароник М.Я. Исследование и определение параметров ковшей обратных лопат экскаваторов с гидравлическим приводом.: автореф... канд. техн. наук. - М.: 1974. - 23 с.
16. Беркман И.Л., Раннев А.В., Рейш А.К. Универсальные одноковшовые экскаваторы. - М.: Высшая школа, 1981. - 304 с.
17. Раннев А.В. Тенденции развития конструкции гидравлических экскаваторов малой мощности //Строительные и дорожные машины. -1997. - №4. - С.9-11.
18. Рейш А. К. Повышение производительности одноковшовых экскаваторов. - М.: Стройиздат, 1983. - 167 с.

19. Ананин В.Г. Теория и расчёт параметров рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов с механическим приводом : дис. ... докт. техн. наук. - Томск, 2007. - 281 с.
20. Григорьев А.Г. Автоматизация проектирования рабочего оборудования одноковшовых гидравлических экскаваторов: автореф. ... канд. техн. наук. - М.,1990. - 28 с.
21. Живейнов Н. Н. Строительная механика и металлоконструкции строительных и дорожных машин. - М. : Машиностроение, 1988. – 187 с.
22. Зарецкий Л.Б., Частухин Л.М. Расчет металлоконструкций строительных и дорожных машин с помощью ПЭВМ. - М.: Стройиздат, 1975. - 149 с.
23. Карасев Г.Н. Технико-экономическая оценка конструкции строительных экскаваторов // Строительные и дорожные машины. - 1997. - №4. - С.11-15.
24. Крикун В.Я., Манасян В.Г. Расчет основных параметров гидравлических экскаваторов с рабочим оборудованием обратная лопата. - М.: АСВ, 2001. – 245 с.
25. Малиновский Е.Ю. Расчет и проектирование строительных и дорожных машин на ЭВМ. – М.: Машиностроение, 1980. - 216 с.
26. В.П.Павлов. Методология эффективного проектирования одноковшовых экскаваторов: автореф. ... докт. техн. наук. - М., 2008. – 43 с.
27. Клаус А.Ф. Совершенствование методов управления техническим уровнем и обновлением СДМ на основе создания АРМ инженера-исследователя: автореф. ... канд. техн. наук. – М.,1991. - 27 с.
28. Королев А.В. Новое поколение одноковшовых гидравлических экскаваторов фирмы ATlas Weyhausen // Строительные и дорожные машины. - 1992. - №5. - С.2-4.
29. Королев А.В. Новые гидравлические экскаваторы объединения Case Poclain // Строительные и дорожные машины. - 1992. - № 2. - С.10-12.
30. Королев А.В. Гидравлические одноковшовые экскаваторы фирмы WeiMar BauMaschinen // Строительные и дорожные машины. -1995. - №10. - С.8-10.
31. Королев А.В. Конструктивные особенности экскаваторов фирмы JCB (Великобритания) // Строительные и дорожные машины. - 1991. - №8. - С.6-8.
32. Королев А.В. Рациональная работа гидравлических экскаваторов с обратной лопатой // Строительные и дорожные машины. - 2001. - №4. -С.9-11.
33. Королев А.В. Особенности развития тяжелых гидравлических экскаваторов // Строительные и дорожные машины. - 2000. - №10. - С.11-14.
34. Королев А.В. Ряд модернизированных гидравлических экскаваторов фирмы CaTerpillar // Строительные и дорожные машины. - 1991. - №12. -С.7-8.
35. ГОСТ 30067 - 93. Экскаваторы одноковшовые универсальные полноповоротные. Общие технические условия.
36. Кабашев Р.А., Кульгильдинов М.С. Определение параметров строительных и дорожных машин статистическими методами. - Алматы: Эверо,

1998. -136 с.

37. Кабашев Р.А. и др. Тенденции развития конструкций гидравлических экскаваторов 3-й размерной группы // Проектирование, строительство и эксплуатации транспортно-коммуникационных сооружений. КазАТК. - Алматы: Ғылым, 1999. - С. 3-12.

38. Шеко А.И. Методическое руководство по комплексному изучению селей. - М.: Недра, 1974. – 113 с.

39. Вардугин В.Н., Бреусов В.С., Ровенский М.Н. Инженерно-геологические условия формирования селевых потоков в бассейне р.Шамалган: отчет Заилийского инженерно-геологической и геофизической партии по работам 1968-1969 г.г. – Алматы: Фонды КазНИГМИ, 1969. – 130 с.

40. Вяткин Б.А., Жуков В.М., Сафронов Н.Д. Отчет о результатах инженерно-геологических работ в селеопасных районах Заилийского и Джунгарского Алатау за 1976-1977 годы. - Алма-Ата, 1978. – 128 с.

41. Баймолдаев Т.А., Меньшикова А.С. Физико-механические свойства селеформирующих грунтов и селевых обложений // Сборник научных трудов II международной научно-практической конференции «Автомобильные дороги и транспортные машины: проблемы и перспективы развития». – Алматы, 2004. – С. 106-110.

42. Кульгильдинов М.С., Кульгильдинов Б.М., Каукаров А.К. Физико-механические характеристики селевых выносов и оползней как среды взаимодействия с рабочими органами землеройных машин // Материалы Международной научно-практической конференции «Потенциал современной науки», – Прага, Чехия. 30 ноябрь 2018 г. с. 24-30

43. Байнатов Ж.Б., Помашев О.П., Тулебаев К.Р. Многофакторный анализ катастрофичности селевых потоков в транзитных зонах //Вестник Национальной инженерной академии РК. – Алматы. - 2005. - № 3. - С. 79-85.

44. Кузин Э.Н., Варфоломеев В.П. Оценка технико-экономического уровня строительных и дорожных машин // Сб.трудов ВНИИСтройдомаш, вып.116, - М., 1989. – С.45-48.

45. Недорезов И.А. Научное обобщение накопленных результатов – актуальная задача //Строительные и дорожные машины. - 1995. - №3. - С.22-25.

46. Кононыхин Б.Д. О проблеме идентификации землеройных процессов // Строительные и дорожные машины. – 1997. - №8. - С.23-29.

47. Хмара Л.А. Тенденции совершенствования специализированного навесного землеройного оборудования к тракторам и экскаваторам // Строительные и дорожные машины. - 1998. - №1. - С.10-14.

48. Хмара Л.А. Тенденции совершенствования специализированного навесного землеройного оборудования к тракторам и экскаваторам //Строительные и дорожные машины. -1998. - №3. - С.5-8.

49. Кабашев Р.А., Кульгильдинов М.С., Рабатов О.Ж. Выявление прогрессивных технологий и конструкций на основе анализа патентной информации. - Алматы: Ихтисат, 1997. – 40 с.

50. Кульгильдинов М.С., Каукаров А.К. Тенденции развития рабочих органов одноковшовых экскаваторов для ликвидации последствий при чрезвычайных ситуациях // Материалы XLIII Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика» – Алматы, КазАТК им. М.Тынышпаева 17 апреля 2019 г.– том 3, с. 21-26

51. Кульгильдинов М.С., Кульгильдинов Б.М., Каукаров А.К. Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдарының даму үрдістері // Вестник КазАТК – Алматы: КазАТК, №3, 2019. с. 73-79

52. Кульгильдинов М.С., Кульгильдинов Б.М., Каукаров А.К., Камзанов Н.С., Кочетков А.В. Төтенше жағдайлар салдарын жою үшін экскаваторлар шөміштерінің конструкцияларының дамуын талдау // Сборник научных трудов восьмой международной научно-практической конференции «Автомобильные дороги и транспортная техника: проблемы и перспективы развития», посвященную 80-летию Р.А.Кабашева и 20-летию КазАДИ. - г.Алматы, 19 декабря 2019 г. КазАДА (КазАДИ) им. Л.Б.Гончарова. с. 136-140

53. Специальный рабочий орган гидравлического экскаватора. № 33997. МПК E02F 3/48 E02F 3/60. Заявка 2018/0769.1 от 22.10.2018 г. Официальный бюллетень, №45 от 08.11.2019 г.

54. Рабочее оборудование гидравлического экскаватора с гидроуправляемой челюстью. № 34253. МПК E02F 3/60. Заявка 2019/0094.1 от 06.02.2019 г. Официальный бюллетень, № 13 от 03.04.2020 г.

55. Ассур Л.В. Исследование плоских стержневых механизмов с низшими парами с точки зрения их структуры к классификации. - М.: Изд-во АН СССР, 1952. - 592 с.

56. Джолдасбеков У.А., Молдабеков М.М. Аналитические методы анализа и синтеза механизмов высоких классов. - Алматы, 1997. - 230 с.

57. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин. - М.: Наука, 1979. - 567 с.

58. Пейсах Э.Е., Нестерева В.А. Система проектирования плоских рычажных механизмов. - М.: Машиностроение, 1987. - 232 с.

59. Джолдасбеков У.А., Синчев Б.К. Анализ механизмов высоких классов со многими степенями свободы. - Алматы: Гылым, 1994. - 122 с.

60. Кульгильдинов М.С., Кульгильдинов Б.М., Каукаров А.К. Кинематический анализ специального рабочего органа одноковшового экскаватора для разработки крупнообломочных грунтов // Вестник КазАТК, №4, 2018. с. 122-130

61. Кульгильдинов М.С., Кочетков А.В., Кадыров Ж.Н., Каукаров А.К., Оралбеков Р.О., Камзанов Н.С. Методическое и математическое описание взаимодействия захватного устройства землеройной машины и каменных объектов. // Научный журнал «Вестник Евразийской науки». 2019, №11, Том 11. с. 1-13

62. Кочетков А.В., Кульгильдинов М.С., Кадыров Ж.Н., Каукаров А.К., Оралбеков Р.О., Камзанов Н.С. Силовой анализ взаимодействия захватного

устройства землеройной машины и каменных объектов // Научный журнал «Вестник Евразийской науки». 2020, №1 (январь-февраль), Том 12. с. 1-9

63. Kokodeeva N., Kochetkov A., Yankovsky L., Chelpanov I. Capture of large objects by the earthmoving machine's implement during operation on motor and toting roads // VIII International scientific siberian transport forum. TransSiBeria 2019, Volume 2. p. 285-296. DOI: 10.1007/978-3-030-37919-3

64. Kulgildinov M., Kaukarov A., Kamzanov N., Taran M., Kulgildinov B., Zhauryt A. Determination of kinematic and force parameters of the special bucket shovel for the development of large-block soils // International journal of mechanical engineering and robotics research, Vol. 9, No. 6, pp. 813-824

65. Богомолов А.И., Михайлов К.А. Гидравлика: Учебник. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1972. - 648 с.

66. Андреев А.Ф., Барташевич Л.В., Боглан Н.В. и др. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Объемные гидро- и пневмомашин и передачи. - Минск: Высшая школа, 1987. - 310 с.

67. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидро- и пневмопривода: Учебник. - М.: Машиностроение, 1991. - 384 с.

68. Кабашев Р.А., Кульгильдинов М.С. Определение параметров строительных и дорожных машин статистическими методами. - Алматы: Эверо, 1998. -136 с.

69. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Наука, 1978. - 550 с.

70. Вучков И., Бояджиева Л., Солаков Е. Прикладной линейный регрессионный анализ. - М.: Финансы и статистика, 1987. - 193 с.

71. Демиденко Е.З. Линейная и нелинейная регрессии. - М.: Финансы и статистика, 1981. - 302с.

72. Афифи А., Эйвен С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ. - М.: Мир, 1982. - 486 с.

73. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учеб.пособие для студентов вузов/9-е изд., стер.- М.: Высшая школа, 2004. - 404 с.

74. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. - М., 1973, - 231 с.

75. Керов И.П. Использование математической статистики при переработке информации о строительных и дорожных машинах. - М.: ЦИНИС, 1969. -164 с.

76. Кульгильдинов М.С., Кульгильдинов Б.М., Каукаров А.К. Специальные рабочие органы землеройных машин для ликвидации последствий при чрезвычайных ситуациях // Материалы XLII Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика» 18 апреля 2018 г. – Алматы: КазАТК им. М.Тынышпаева. том 4, с. 263-268

77. Кульгильдинов М.С., Кульгильдинов Б.М., Каукаров А.К. Разработка морфологической классификации захватных устройств рабочих органов одноковшовых экскаваторов // Материалы XLIV Международной научно-

практической конференции «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика», 17 апреля 2020 г. - Алматы, КазАТК им. М.Тынышпаева. том 2, с. 92-93

78. Кульгильдинов М.С., Кульгильдинов Б.М., Каукаров А.К. Селдік қалдықтарды өндеуге арналған экскаватордың жұмыс жабдықтары // Промышленный транспорт Казахстана. – Алматы: №1, 2020. с. 75-82

79. Кононыхин Б.Д. Численные меры и методика сравнительной оценки качества техники //Строительные и дорожные машины. -2001. - №3. - С.39-42.

80. Кононыхин Б.Д. Методика оценки конкурентоспособности строительной и инженерной техники //Строительные и дорожные машины. – 2001. - №6. - С.14-19.

81. Карасев Г.Н. Техничко-экономическая оценка конструкции строительных экскаваторов // Строительные и дорожные машины. - 1997. - №4. – С. 11-15.

82. Карасев Г.Н. Как выбрать экскаватор? //Строительные и дорожные машины. - 1996. - №11 - С.2-8.

83. Дубровский Н.А., Галушкова Л.Н. Оценка технического уровня навесных рыхлителей //Строительные и дорожные машины. – 1993. - №9. - С.20-21.

84. Жулай В.А. Методика расчета оценочных показателей работы автогрейдера при копании и перемещении грунта: автореф. ... канд. техн. наук. - М., 1991, - 27 с.

85. Рысенков А.М. Развитие методов оценки и повышения качественных характеристик строительной техники //Механизация строительства. – 1990. - №12. - С.20-23.

86. Кузин Э.Н., Варфоломеев В.П. Оценка технико-экономического уровня строительных и дорожных машин //Сб.трудов ВНИИСтройдомаш, вып.116. - М., 1989, - С.56-60.

А ҚОСЫМШАСЫ

Сел ысырындыларының гранулометриялық құрамын статистикалық талдау

А.1 кестесі- Іле Алатауының сел ошақтарының сел түзуші жыныстарының ұсақ мөлшерінің гранулометриялық құрамы

Сел ошағы	Гранулометриялық фракциялар (мм) және олардың құрамы (%)										
	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,2	0,2-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,002	< 0,002	$\Sigma < 0,005$	Жыныстарының ұсақ мөлшерінің үлесі%
Тұйықсу мореналарындағы шұңқырлар	19,0	6,5	15,3	1,3	26,6	15,2	4,4	4,1	5,5	29,2	14,1
Кішіалматылық ойық	43,1	2,2	16,2	8,9	9,0	10,8	3,2	2,2	4,4	20,6	27,3
Шымбұлақ ойығы	18,5	4,5	13,0	11,7	16,0	19,4	6,0	3,6	7,3	36,3	17,4
Шайтан шатқалы	63,7	0,6	7,3	4,8	4,6	10,7	3,2	2,3	2,8	19,0	16,4
Күмбілсу	24,0	6,8	18,2	16,9	15,4	10,5	2,2	2,3	3,7	18,7	28,7
Көкшеке	17,6	27,6		26,5		15,0	3,4	5,5	4,1	28,0	50,7
Қызылсай	20,3	8,5	20,6	14,3	13,1	10,4	3,5	3,1	6,2	23,2	26,4
Шамалған сел ойығы	29,1	24,2	21,8	9,2	6,0	6,6	1,6	0,9	0,6	9,7	17,1
Жарсай сел ойығы	68,4	0,7	9,3	5,7	6,7	4,2	1,7	1,7	1,6	9,2	3,2
Тік шатқал	73,7	2,2	4,7	4,2	4,2	5,3	1,6	1,6	2,6	11,1	1,9
Орталық Талғар	31,0	11,5	20,5	19,0	9,5	5,0	1,0	0,5	2,0	8,5	17,4

А.2 кесте – Іле Алатауы өзендері бассейндерінің ірі сынғыш сел топырақтарының гранулометриялық құрамы

Фракциялардың құрамы, d, мм, %																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	19	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1000	500-1000	200-500	100-200	50-100	20-50	10-20	7-10	5-7	3-5	2-3	1-2	0,5-1	0,25-0,5	0,1-0,25	0,05-0,1	0,01-0,05	0,005-0,01	0,001-0,005	0,001
0	0	5,84	4,09	2,45	4,13	3,97	4,38	6,23	11,22	12,84	12,08	10,37	6,11	8,37	3,31	2,03	1,29	0,68	0,61
40,02	10	4,5	1,17	0,78	2,4	3,82	1,3	1,67	3,12	4,87	8,2	563	5,36	3,25	6,79	1,42	0,41	0,66	0,2
0	11,43	23,07	2,38	0,96	2,97	1,56	2,63	3	5,8	8,83	8,9	10,29	4,83	5,13	2,18	1,41	1,67	1,33	1,05
0	38,4	8,45	2,18	2,18	1,74	1,69	1,06	1,61	4,59	9,45	10,2	9,21	4,2	2,46	0,58	1,1	0,22	0,24	0,46
0	0	17,3	4,4	15	30,8	7,82	2,4	1,86	2,28	2,17	2,39	2,96	3,72	2,57	0,83	2,8	50,4	0,41	0,44
0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	8,9	19,9	30,7	27,9	5,11	3,28	1,06	0,83	0,67	0,46	0,29
0	0	16,2	18	3	3	4,09	3,61	3,28	5,22	5,45	5,34	6,44	1,55	11,05	3,86	6,08	0,6	1,46	1,77
0	0	25,17	3,63	3,63	7,28	1,63	1,4	2,65	4,87	2,8	8,92	15,15	8,46	8,23	2,21	2,28	0,17	0,73	0,77
0	0	14,36	25,59	17,45	18,9	2,77	1,02	0,93	2,4	3,87	4,57	4,01	2,07	1,2	0,06	0,51	0,07	0,16	0,06
0	0	19,07	9,96	2,22	5,34	3,55	4,61	5,09	8,88	9,73	8,73	7,67	4,13	5,36	1,72	1,79	0,58	1,11	0,46
0	12,3	9,27	11,05	2,15	4,82	5,29	3,21	3,14	5,96	9,21	8,19	6,89	4,79	6,4	1,97	2,49	1,03	1,32	0,52
0	0	10,97	29,06	3,56	10,02	4,81	3,26	4,17	7,14	9,19	4,56	2,89	2,61	1,93	1,21	1,49	1,32	1,06	0,75
0	0	14,83	13,5	10,61	14,02	7,17	2,83	3,61	7,04	8,37	4,48	3,17	1,16	2,54	2,05	1,87	1,39	0,88	0,48
2,88	5,35	12,88	9,42	4,73	7,91	3,51	2,24	2,74	5,76	8,01	8,83	8,47	3,97	4,56	1,48	1,81	4,41	0,61	0,41
0,029	0,054	0,128	0,094	0,047	0,079	0,035	0,025	0,027	0,058	0,080	0,088	0,085	0,040	0,046	0,015	0,018	0,044	0,006	0,004

А.3 кесте – Іле Алатауының солтүстік баурайындағы өзендер бассейндерінің ірі сынғыш топырақ фракцияларының жиынтық құрамы

№№ р/н	Фракциялардың жиынтық құрамы, d, мм, %						Топырақ атауы
	1 валуны (тастар) 200	2 Малтатас (қиыршық тас)10-200	3 Қиыршық тас (дресва) 2-10	4 Құм 0,05-2	5 шанды бөлшектер 0,005-0,05	6 Сазды 0,005	
1	5.84	14,64	34,67	40,24	3,32	1,29	Қиыршықтас және дресвалық
2	54,92	8,17	10,96	23,26	1,83	0,86	Тастық
3	35.1	7,85	20,26	31,33	3.08	238	Тасы бар қиыршық тасты
4	46.83	7,79	16,71	26,65	1,32	0,7	Тасы бар галечниктер
5	17.3	58,02	8,71	12,47	2,65	0,85	Галечникті
6	0	0	29,7	68,06	1,5	0,75	Қиыршық тасты құм
7	16.2	28,09	17,56	28,24	6,68	3,23	Қиыршықтас және дресвалық
8	25.17	16,17	11,72	42,99	2,45	1,5	Қиыршықтас және дресвалық
9	14.36	64,71	8,22	11,91	0,58	0,22	Галечникті
10	19.07	21,07	28,31	27,61	2,37	1,57	Қиыршықтас және дресвалық
11	21.57	23,31	21,52	28,24	3,52	1,84	Қиыршықтас және дресвалық
12	10.97	47.75	23,76	13,2	2,81	1,81	Галечникті
13	14.83	45,3	21,85	13,4	3,26	1,36	Галечникті
14	21.70	26,35	19,53	28,28	2,72	1,42	
15	0.217	0,264	0,196	0.283	0,027	0,014	

Б ҚОСЫМШАСЫ

Б.1 Қосымшасы- Таңдалған бағыт бойынша перспективтік коэффициентін есептейтін бағдарлама:

PROGRAM PATEN

```
c   Патенттік өңдеу
c   Бағыт бойынша перспективтік коэффициентін анықтау
    diMension e(25), F(25), M(25), n(25)
    chaGasTeg z1*10, z2*10
    do 75 i=1,25
        e(i)=0.
        F(i)=0.
        M(i)=0
        n(i)=0
75   conTinue
    wriTe(*,76)
76   rMaT(5x, 'Оқылатын бастапқы деректер файлының атын енгізіңіз')
    read(*,*)z1
    open(8,File=z1,sTaTus='o1d1') read(8,*)K
    read(8,*)(e(i),I=1,K)
    read(8,*)(e(i),I=1,K)
    rewind 8
    a=0.
    B=0.
    c=0.
    d=0.
    s=0.
    s1=0.
    do 1 i=1,K
        a=a+e(i)
1    conTinue
    do 2 i=1,K
        B=B+F(i)
2    conTinue
        a=a/K
        B=B/K
    do 3 i=1,K
        c=c+(e(i)-a)*(F(i)-B)
        d=d+(F(i)-B)**2
3    conTinue
        B1=c/d
        B3=45.*aTan(B1)/aTan(1.)
        L8=inT(B3)
        B5=B3-18
```

```

iF(B5-0.000001)80,81,81
80  B5=-B5
81  B6=60.*B5
    L9=inT(B6)
    do 5 i=1,K
      s=s+(e(i)-a)**2
5    conTinue
      s=s/(K-2)
      do 6 i=1,K
        s1=s1+(F(i)-B)**2
6    conTinue
      s2=sqrT(s/s1)
      wriTe(*,77)
77  ForMaT(5x, 'Жасалатын деректер файлының атын енгізіңіз')
      read(*,*)z2
      open(uniT=8,File=z2,sTaTus='NEW')
      wriTe(8,180)
      wriTe(8,83)
      do 85 i=1,K
        M(i)=e(i)
        n(i)=F(i)
85    conTinue
83 + ForMaT(15x, 'Таңдалған бағыт бойынша ',/,
      25x, 'перспективтік коэффициентін анықтау ')
      wriTe(8,181)
180  ForMaT(50x, 'Кесте')
181 + ForMaT(1x, '_____
      '_____')
98 + ForMaT(1x, '_____
      '_____')

wriTe(8,82)(n(i),i=1,K) wriTe(8,90)(M(i),i=1,K)
wriTe(8,98)
90 + ForMaT(2x, ' Бір жыл ішіндегі',/,
+ 2x, 'талданатын патенттер саны',10(i3,1x))
82  ForMaT(2x, 'Талданатын жылдар', 10(i3,1 x))
      wriTe(8,8)a
      wriTe(8,91)B
      wriTe(8,92)B1
      wriTe(8,93)L8,L9
      wriTe(8,96)s2
      wriTe(8,181)
8    ForMaT(2x, ' Бір жыл ішінде талданатын патенттердің орташа'
+    саны',4x,F8.3)

```

91 ForMaT(2x, "Патенттеудің орташа жылы',28x,F8.3)
92 ForMaT(2x,'Перспективтілік коэффициент бағыты', 13x,F8.3)
96 ForMaT(2x, ' Стьюдент критерийі ',34x,F8.3)
93 ForMaT(2x,' Бұрыш - перспективтік коэффициент арктангенсі'
+ ,/,25x,'бағыты',11x,i3,' град.',i3,' мин')
с Бұрыш - перспективтік коэффициент арктангенсі
с осы бұрышта графикалық көріністі құру үшін
с патенттеу регрессиясы сызықтары
end

Б.2 кесте – Экскаваторлардың жұмыс органдарының конструкцияларын бағалауға арналған басты анықтамалық кесте

Коды	Сипаттамалары (I) және позициясы (P)	Бағалары	
		Базистік	Соңғы Min-Max
1	2	3	4
	1. Патенттік шешімнің инженерлік-техникалық ерекшелігі (i1)		
P1	Жинақтауды және бөлшектеуді жақсарту мақсатында шөміш конструкциясын жетілдіру	1	4,3...4,53
P2	Габаритін өзгертпестен сыйымдылықты ұлғайту мақсатында шөміштің құрылымын жетілдіру	2	5,0 ...6,13
P3	Қазу, тиеу және түсіру процесін жақсарту мақсатында шөміш құрылымын жетілдіру	3	7,26 ...8.4
P4	Бұрын патенттелген шешімі бар аяқталған кешенді құрайтын жаңа техникалық шешім	4	7,53...8.6
P5	Экскаватор құрылысында жаңалық болып саналатын түбегейлі жаңа шешім	5	8,53...9,4
	2. Шөмішті сапқа бекіту торабы (i2)		
P1	Бекіту топсаларының беріктігін қамтамасыз етеді	1	5,26...6,3
P2	Жылдам жинауды және бөлшектеуді қамтамасыз етеді	2	5,93...6,9
P3	Тозуға төзімділік пен сенімділікті арттырады	3	6,6...7,6
P4	Шөмішті толық жүктеуге және түсіруге ықпал етеді	4	6,7...7,66
P5	Барлық түйіннің жоғары беріктігін қамтамасыз етеді	5	7,5...8,56
	3. Жасау технологиялылығы (i3)		
P1	Жасалуы қиын конструкция және арнайы технологияны әзірлеуді талап етеді	2	3,6...4,35
P2	Жасалу күрделілігі орташа конструкция	3	4,5...5,32
P4	Сериялық өндірістегі технологиямен салыстырғанда жаңа, тиімді өндіріс технологиясы ұсынылады	4	4,95...5,7
P5	Конструкция қарапайым, жасалу кезінде технологиялы	5	5,64...6,45
	4. Тозуға төзімділікті және шөміштің салмағын азайтатын материалдарды қолдану (i4)		
P1	Беттік материалды қолдану	1	2,56...3,03

Б.2 кестенің жалғасы

1	2	3	4
P2	Қара материалдарды қолдану	2	2,83...3,36
P3	Полимерлі материалдарды (пластмассалар, каучуктар, резеңкелер және т. б.) қолдану.	3	2,91...3,51
P4	Синтетикалық материалдарды (нейлон, капрон және т. б.) қолдану.	4	3,03...3,63
P5	Аралас материалдарды қолдану		3,73...4,23
	5. Қолдану облысын сипаттайтын шөміштің пайдалану қасиеттері (і5)		
P1	Тек қопсытылған топырақ пен материалды тиеу және таңдау үшін қолданылады	1	1,1...1,5
P2	Жеңіл топырақты өңдейді	2	1,52...1,86
P3	2-3 санаттағы топырақты өңдейді	3	2,0...2,31
P4	Мұздатылған топырақты өңдейді	4	2,31...2,64
P5	Жартасты топырақты өңдейді	5	2,39...2,70
	6. Кесу элементі (і6)		
P1	Топырақтың қопсытуына және оның кесектілігінің төмендеуіне ықпал етеді	1	1,15...1,35
P2	Шөмішті топыраққа енгізу процесін жақсартады	2	1,20...1,40
P3	Кесу бұрышын реттей алады және топырақтың даму процесінің энергия сыйымдылығын	3	1,26...1,43
P4	Тозуға төзімді материалдарды, қорытпаларды және ұтымды геометрияны қолдану арқылы қызмет ету мерзімін арттырады	4	1,34...1,50
P5	Жинақтауды және бөлшектеуді жақсартады, өткір тапшы материалды қолдану үлесін азайтады (ауыстырылатын ұштарды, тәждерді қолдану)	5	1,49...1,61

Б.3 Қосымшасы - Өнертабыстардың толықтық коэффициентін және патенттік шешімдердің перспективалық санатын және патентті ықтимал енгізу уақытын есептеу бағдарламасы

PATEN5.FOR

```

с      Патенттік өңдеу
с      бағыттың перспективтік санатын анықтау және
с      патенттік шешімдерді ықтимал енгізу уақыты
с      n(K,l)
      diMension n(100,60),n1(100),n2(100) characTer*15 char(250)
      characTer F9*8
      wriTe(*,501)
501   ForMaT (1x, 'Өнертабыстар санын енгізіңіз')
      read(*,*) K5
      do 500 i=1,K5
      wriTe(*,502) i
502   ForMaT(1x, "Тіркеу нөмірін енгізіңіз ',i 2,'-ші патент ' )
      read(*,*) char(i)
500   conTinue
      T0=15.
      wriTe(*,51)
51    ForMaT(1x, 'Оқылатын кесте файлының атын енгізіңіз')
      read(*,*)F9
      open(8,File=F9,sTaTus='old')
      read(8,*)K,1
      do 1 j=1,K
      read(8,*)(n(j,i),i=1,1)
1     conTinue
      rewind 8
2     ForMaT (60i2)
      do 3 j=1,K
      wriTe(*,2)(n(j,i),i=1,1)
3     conTinue
      M1=0
      M=0
      do 5 j=1,K
      do 6 i=1,1
      M=M+5
      M1=M1+n(j,i)
6     conTinue
5     conTinue
      wriTe(*,30)M1,M

30 *   ForMaT (2x,'M1=',i5,' M=',i5)

```

```

F0=M
F=M1/F0
9   iF(F-0.8)8,9,9
    wriTe(*,10)
10  * goTo 20
    ForMaT(2x,'Патенттердің бұл тобы санатына жатады',
8    /10x,'өте перспективалы')
12  iF(F-0.6)11,12,12
    wriTe(*,15) 15
15  * goTo 20
    ForMaT(2x,'Патенттердің осы тобы санатына жатады',
11  /10x,'перспективті')
17  * iF(F-0.4)16,17,17
    wriTe(*,18)
18  goTo 20
    ForMaT(2x,'Патенттердің осы тобы санатына жатады',
16  /10x,'төмен перспективті')
19  wriTe(*,19)
    ForMaT(2x,'Патенттердің осы тобы санатына жатады',
20  /10x,'перспективті емес')
21  wriTe(*,21)F
    ForMaT(5x,'F=',F5.2)
    F5=T0*exp(0.5*F**2-F+0.18)
    l5=inT(F5)
35  wriTe(*, 35)l5
с   ForMaT(5x,'T =',i3)
    F- патенттік шешімдердің перспективалық санатын айқындау үшін
с   пайдаланылатын өнертабыстардың толықтық коэффициенті
с   T - патенттік шешімдерді ықтимал енгізу уақыты
с   T0 - жаңа техниканы енгізу кезеңі, жыл
    wriTe(*,55)
    ForMaT(1x,'Оқылатын кесте файлының атын енгізіңіз')
55  read(*,*)19
    open(8,File=F9,sTaTus='new')
    wriTe(8,137)
    wriTe(8,132)
    wriTe(8,180)
    wriTe(8,181)
    wriTe(8,182)
    wriTe(8,183)
    i1=0
    i2=0
    i3=0
    i5=0

```

```

do 65 j=1,K
M=0
66 M1=0
do 66 i=1,1
M=M+5
65 M1=M1+n(j,i)
conTinue
n1(j)=M
n2(j)=M1
conTinue
do 155 j=1,K
F0=n1(j)
69 F=n2(j)/F0
F5=10*exp(0.5*F**2-F+0.18)
210 15=inT(F5)
iF(F-0.8)68,69,69
68 wriTe(8,210)F,15
112 i1=i1+1
ForMaT(22x; I ',9x,F6.3,13x,i3)
215 goTo 155
iF(F-0.6)111,112,112
wriTe(8,215)F,15
i2=i2+1
ForMaT(22x,'II ',9x,F6.3,13x,i3)
goTo 155
iF(F-0.4)116,117,117
111 wriTe(8,218)F,15
117 i3=i3+1
ForMaT(22x,'III',9x,F6.3,13x,i3)
218 goTo 155
116 wriTe(8,219)F,15
219 ForMaT(22x;'IV',9x,F6.3,13x,i3)
+ i5=i5+1
155 conTinue
wriTe(8,203)
201 ForMaT(1x,'_____')
186 '•_____')
wriTe(8,186)
191 ForMaT(1x,'Ескерту:')
193 iF(i1-1)190,191,191
192 wriTe(8,195)
197 iF(i2-1)192,193,193
194 wriTe(8,196)
200 iF(i3-1)194,197,197

```

```

195     write(8,198)
196     if(i5-1)199,200,200
198     write(8,201)
201 +   ForMat(13x,' I - өте перспективалы санат ')
199 +   ForMat(13x,'II - перспективалы санат')
137     ForMat(13x,'III - төмен перспективалы санат ')
132 +   ForMat(13x,'IV – перспективалы емес санат')
      write(8,185)
      +   ForMat(45x,'Кесте')
180     ForMat(6x,'Өнертабыстың толықтық коэффициентін анықтау'
      +   ' және санатын',/,5x'патенттік шешімдердің перспективтігі және'
181     ' патентті енгізу' ,/,20x,'уақыт ықтималдылығы')
      +   ForMat(1x,'_____')
182     _____')
      +   ForMat(1x,' №№ | Деңгей санаты | Толықтық коэффициенті'
183     '-I Ықтималдылық уақыты-')
      ForMat(1x,' өнертабыстың | перспективтілігі'
185     ' I ші енгізу уақыты, жыл')
      ForMat(1x, _____|_____|_____')
      '_____|_____|_____)
      ForMat(1x, _____|_____|_____')
      '_____|_____|_____)
      end

```

Б.4 кесте – Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдары бойынша перспективалық патенттік шешімдер

Жіктеу белгілері	Патенттің шыққан елі, сыныбы, номері N, өтінім берілген күні, перспективалық коэффициенті, мағыналық мақсаты	Конструкция ерекшелігі
1	2	3
Кері күрек	ТМД, E02, N 848536, Кп = 0.89	Ауыр топырақты өңдейді, топырақты алдыңғы және артқы козырекпен бір уақытта кеседі.
	ТМД(Украина), E02, N 1033644, Кп = 0.94, экскаватордың жұмыс жабдығы	Сабындағы тарту және қысым күшін арттыру, өкше резеңке қосымшасы бар эксцентрик түрінде жасалған
	ТМД(Украина), E02, N 57289, Кп = 0.89, күректің жұмыс жабдығымен	Шөміші пен сапты тербеліс жетегімен жабдықталған, сабы бойлық бағыттағыштармен жасалған және қуат цилиндрімен жабдықталған
	ТМД(Ресей), E02, N 2266371, Кп=0.89, экскаватордың жұмыс жабдығы	Артқы қабырға шөміштің сенімділігі мен беріктігін арттыру үшін бүйір жағында орналасқан тесіктермен жасалған
	США, N 4393607, Кп = 0.90, гидравликалық экскаватор	Шөмішті бекіту ерекшелігі-саптың иығын өзгерту мүмкіндігі / сапты жебеге бекіту/
Қысылған жағдайда жұмыс істеу	ТМД (Қазақстан) E02, N 11332, Кп = 0.92, экскаватордың жұмыс жабдығы	Қосымша саптар түрінде жасалған үш жұмыс элементтерінен тұратын қармауышпен жабдықталған
	ТМД(Ресей), E02, N 2164985, Кп = 0.89, экскаватордың жұмыс жабдығы	Ішкі секция проушинасы бар қармауышпен жабдықталған. Қармау ішкі секцияның артқы қабырғасының профилі бойынша орындалған.
	ТМД (Украина), E02, N 11655, Кп = 0.90, экскаватордың жұмыс органы	Жұмыс органы тік және көлденең брустар түрінде жасалған және шанышқылар арасында орналасқан және гидравликалық цилиндрлермен байланысты топсалы бекітілген қармауыштар
	США, 37-141, N 3523380, Кп = 0.90	Жылдам жинауды тездетуге ықпал етеді
	ГДР, E02, N 145140, Кп = 0.90, экскаваторлық шөміш	Электромагниттік басқару жүйесімен, дабылмен және балласт бағымен жабдықталған
	ТМД(Ресей), E02, N 2186908, Кп=0.91, экскаватор шөміші	Экскаватор шөмішінде артқы және бүйір қабырғалары бар, сабымен топсалы байланысы бар, түбі және жылжымалы тазарту рамкасы бар

Б.4 кесте жалғасы

1	2	3
	ФРГ, E02 , N 3037789, Кп = 0.92, экскаваторларға арналған шөміш және оны жасау тәсілдері	Шөмішті жасаудың әртүрлі тәсілдері ұсынылады
Интенсификатор	ТМД (Ресей), E02, N 2233948, Кп = 0.95, экскаватордың жұмыс жабдығы	Сабын, шөмішті және олардың арасына орнатылған гидравликалық басқарылатын үш шарнирлі ендірмені қамтиды, оның бір бөлігі толық бұрылатын болып табылады.
	ТМД (Ресей), E02, N 2359085, Кп = 0.89, экскаватордың жұмыс жабдығы	Құрамында топсалы тартқыштары бар қосымша жұмыс органы бар, топсаға қатысты эксцентриситеті бар шөміште топсалы орнатылған
	ТМД (Украина), E0", N 39338, Кп=0.90, экскаватор шөміші	Корпустың және жақтың бүйір қабырғалары қабырғалы төсеніштермен жабдықталған, корпустағы төсеніштердің шығыңқы жерлері жақтың қуыстарына қарама-қарсы орналасқан.
	ТМД (Украина), E02, N 43642, Кп = 0.90, экскаватордың жұмыс жабдығы	Алдыңғы жақта бүйір қабырғалары мен кесу тістері бар түбі бар.
	США, 299-26 , M3724898, Кп=0.91, мұздатылған және қатты топырақты өңдеуге арналған экскаватор шөміші	Шөмішті топыраққа енгізуді жақсарту үшін сегменттермен және кронштейнмен жабдықталған
	ТМД, E02, N 768882, Кп=0.89, экскаватордың жұмыс органы	Өнімділікті арттыру үшін тістің орналасуының фиксаторы екі иықты иінірктің шөмішімен топсалы жалғанған
	ТМД, E02, N 616366, Кп=0.90, ЖҚМ жұмысшы органы	Мұздатылған топырақты өңдеуге арналған бұрандалы ұшы мен секциялық катоктары бар бұрғылау конустық штангадан тұрады
	ПНР, E02, N 93832, Кп = 0.95, экскаватордың діріл шөміші	Құрамында тығыз топырақты өңдеу тиімділігін арттыру үшін шөміштің діріліне арналған құрылғы бар
	ТМД, E0 2, M441830, Кп = 0.90, экскаватор шөміші	Құрамында мұздатылған топырақ қарқынды қыздырылатын тіс-электродтар бар
	ТМД, E0 2, N 724642, Кп = 0.89, экскаватор шөміші	Қазу процесін түзету мүмкіндігін қамтамасыз ететін құрылғымен жабдықталған
Жұмыс органын тиеу-түсіру	Англия, E1, M 1328794, Кп=0.89, экскаватор шөміші	Конструкцияға гидравликалық вибратор кіреді

Б.4 кесте жалғасы

1	2	3
	Франция, E02, N 2435562, Кп = 0.94, Гидравликалық экскаватордың шөміші	Құрамында түсіру кезінде ішкі бетті тазарту үшін итергіш бар
	ФРГ, E02, N 2830902, Кп = 0.89, экскаватор шөміші	Қазуды бастаудың барлық жағдайларында шөміш көлемін барынша толық пайдалануды қамтамасыз ететін мәжбүрлі түсіру жүйесін қамтиды
	Англия, E1, 1356808, Кп = 0.89, экскаватор шөміші	Құрамында шөмішті толтыруды жақсартатын алдыңғы және артқы қатар қазатын тістер бар
	ТМД, E0 2, N 658230, Кп = 0.92, ковш экскаватора	Жабысқан топырақтың қырылуын қамтамасыз ететін тізбектерді қамтиды
	ТМД, E0 2, N 945295, Кп=0.93Я, ЖҚМ шөміші	Система смазки снабжена всасывающей магистралью, сообщенной с полостью днища, а внутренняя часть днища имеет сообщенные с нагнетательной магистралью трубчатые каналы
Динамикалық жүктемені азайту	ТМД, E0 2, N 735711, Кп = 0.89, ЖҚМ шөміші	Кесу күшін шоғырландыру үшін шөміштің ортаңғы тісі секторлармен өзара әрекеттесуге және қозғалуға мүмкіндік береді
	ТМД, E0 2, N 759659, Кп=0.89, экскаватор шөміші	Динамикалық жүктемелерді азайтуға арналған конструкциядан тұрады
	ТМД, E0 2, N 787564, Кп = 0.89, экскаватор шөміші	Тістер шөміштерге көлденең қатарлармен орнатылады, олардың әрқайсысында тістердің бойлық осьтері басқаларға қарағанда ығыстырылған
	ТМД, E0 2, N 620544, Кп = 0.89, экскаватор шөміші	Құрамында шөмішті толтыруға қарсылықты азайту үшін кесу жиегі бар ауыспалы секция бар
	ТМД, E0 2, N 279462, Кп=0.90, гидравликалық экскаватордың жұмыс жабдығы	Қазу күшінің тұрақтылығын қамтамасыз ету және әрекет ету радиусын арттыру мақсатында күштік цилиндрді жетілдіру
	ТМД, E0 2, N 853019, Кп = 0.92, экскаватор шөміші	Процестің энергия сыйымдылығын төмендету үшін бүйірлік қабырғалар шеңбердің пішінімен жасалады пышақтар қисық кесуді қамтамасыз етеді, бұл тозуды азайтады

В ҚОСЫМШАСЫ

Гидробасқарылатын иектің жылжу механизмін кинематикалық және күштік талдау бағдарламасы

```
reasTarT: wiTh(ploTTools): wiTh(ploTs):LinearAlgebra:
aTan:= proc(a,B)
local aT;
if B·1.0<0.0 Then
aT:=3.1416+arcTan(a / B)
eliF B·1.0=0.0 Then
aT:= |a| / a
end if;
end proc:
For i From 0 To 74 do
unassign ('U1', 'UP1', 'uTeTAB', 'uTeTFB'); unassign
('U2', 'UP2', 'uTeTGD', 'uTeTDC');
unassign ('W1', 'WP1', 'wTeTAB', 'wTeTFB'); unassign
('W2', 'WP2', 'wTeTGD', 'wTeTDC');
AB:=1288+7.04·i;
BF:=500;
BC:=200;
CF:=538.51;
DG:=375;
GE:=1000;
xa:=-427;
ya:=2150;A:=[xa,ya];AS:=[-xa,ya];
xF:=0.0;
yF:=500;F:=[xF,yF];FS:=[-xF,yF];
xg:=0.0;
yg:=0.0;G:=[xg,yg];GS:=[-xg,yg];
#gaT:=evalF(2·Pi·30 / 360);
gaT:= evalF(2·Pi·30 / 360)#prinT(gaT);
AF:=√(xa-xF)2+(ya-yF)2;
TeTAF:=aTan(yF-ya,xF-xa);TeTAFGRAD:=evalF(TeTAF·360 / 2·Pi);
TeTAB:=TeTAF-arccos((AB2+AF2-BF2) / 2·AB·AF);
TeTABGRAD:=evalF(TeTAB·360 / 2·Pi);
xB:=xa+AB·cos(TeTAB);
yB:=ya+AB·sin(TeTAB);B:=[xB,yB];BS:=[-xB,yB];
xs:=xa+1000·cos(TeTAB);
ys:=ya+1000·sin(TeTAB);S:=[xs,ys];
alFa:=arccos((BF2+CF2-BC2) / 2·BF·CF);
TeTFB:=aTan(yB-yF,xB-xF);
xc:=xF+CF·cos(TeTFB+alFa);
```

```

yc:=yF+CF·sin(TeTFB+alFa);C:=[xc,yc];CS:=[-xc,yc];
CG:=√(xc-xg)2+(yc-yg)2;
TeTGC:=aTan(yc-yg,xc-xg);
BeTTa:=arcos((CG2+DG2-CD2)/2·CG·DG);
xd:=DG·cos(TeTGC+BeTTa);
yd:=DG·sin(TeTGC+BeTTa);OD:=[xd,yd];ODS:=[-xd,yd];
xe:=GE·cos(TeTGC+BeTTa+gaM);
ye:=GE·sin(TeTGC+BeTTa+gaM);E:=[xe,ye];ES:=[-xe,ye];
TeTDC:=aTan(yc-yd,xc-xd);TeTFC:=aTan(yc-yF,xc-xF);TeTGD:=aTan(yd-
yg,xd-xg);
sysu1:=cos(TeTAB)-
AB·sin(TeTAB)·uTeTAB+BF·sin(TeTFB)·uTeTFB=0,sin(TeTAB)+AB
·cos(TeTAB)·uTeTAB-BF·cos(TeTFB)·uTeTFB=0;#prinT(sysu);
U1:=uTeTAB,uTeTFB;UP1:=solve({sysu1},[U1]);assign(UP1);#prinT(uTeTAB,
uTeTFB);
Sysu2:=-DG·sin(TeTGD)·uTeTGD-
CD·sin(TeTDC)·uTeTDC+CF·sin(TeTFC)·uTeTFB=0,DG·cos(TeTGD)·uTeTGD
+CD·cos(TeTDC)·uTeTDC-CF·cos(TeTFC)·uTeTFB=0;
U2:=uTeTGD,uTeTDC;UP2:=solve({sysu2},[U2]);assign(UP2);#prinT(uTeTGD
,uTeTDC);
sysw1:=-sin(TeTAB)·uTeTAB-sin(TeTAB)·uTeTAB-AB·cos(TeTAB)·uTeTAB2-AB
·sin(TeTAB)·wTeTAB +BF·cos(uTeTBF)2·BF·sin(TeTFB)·wTeTFB=0,
cos(TeTAB)·uTeTAB+cos(TeTAB)·uTeTAB-
AB·sin(TeTAB)·uTeTAB2+AB·cos(TeTAB)·wTeTAB
+BF·sin(TeTBF)·uTeTFB2-BF·cos(TeTBF)·wTeTFB=0;
W1:=wTeTAB,wTeTFB;WP1:=solve({sysw1},[W1]);assign(WP1);#prinT(wTeTA
B,wTeTFB);
sysw2:=-DG·cos(TeTGD)·(uTeTGD)2-DG·sin(TeTGD)·wTeTGD-CD·cos(TeTDC)
·(uTeTDC)2-CD·sin(TeTDC)·wTeTDC +CF·sin(TeTFC)·uTeTFB2
+CF·sin(TeTFC)·wTeTFB=0;
-DG·sin(TeTGD)·(uTeTGD)2+DG·cos(TeTGD)·wTeTGD-
CD·sin(TeTDC)·uTeTDC2+CD
·cos(TeTDC)·wTeTDC-CF·sin(TeTFC)·uTeTFC2-CF·cos(TeTFC)·wTeTFB=0;
W2:=wTeTGD,wTeTDC;WP2:=solve({sysw2},[W2]);assign(WP2);#prinT(wTeT
GD,wTeTDC);
VP:=1000/30;WP:=0;#prinT(TeTGE);
TeTGE:=aTan(ye-yg,xe-xg);
vxe:=-
GE·sin(TeTGE)·uTeTGD·VP;vye:=GE·cos(TeTGE)·uTeTGD·VP;ve:=√vxe2+vye2
#prinT(ve);
axe:=-GE·cos(TeTGE)·uTeTGD2·VP2-GE·sin(TeTGE)·wTeTGD·VP2-
GE·sin(TeTGE)·uTeTGD·WP;
aye:=-GE·sin(TeTGE)·uTeTGD2·VP2+
GE·cos(TeTGE)·wTeTGD·VP2+GE·cos(TeTGE)

```

```

·uTeTGD·WP;VP; #prinT(axe,aye);
ae:=√axe2+aye2;
plx:=xa+70·cos(π/2 +TeTAB); ply:=ya+70·sin(π/2 +TeTAB);PPI:=[plx,ply];
PPIS:=[-plx,ply];
p2x:=xa+70·cos(-π/2 +TeTAB); p2y:=ya+70·sin(-π/2
+TeTAB);PP2:=[p2x,p2y];
PP2S:=[-p2x,p2y];
xsl:=xs+70·cos(π/2 +TeTAB); ysl:=ys+70·sin(π/2 +TeTAB); xs2:= xs+70·cos(
-π/2 +TeTAB); ys2:=ys+70·sin(-π/2 +TeTAB);
xp:=xa+200·cos(TeTAB)+7.04·i·cos(TeTAB);yp:=ya+200·sin(TeTAB)+7.04·i
·sin(TeTAB);P:=[xp,yp];PS:=[-xp,yp];
xpl:=xp+70·cos(π/2 +TeTAB); ypl:=yp+70·sin(π/2 +TeTAB);PI:=[xpl,ypl];
PIS:=[-xpl,ypl];
xp2:=xp+70·cos(-π/2 +TeTAB); yp2:=yp+70·sin(-π/2 +TeTAB);P2:=[ xp2,
yp2];
P2S:=[- xp2, yp2];TeTDC:=aTan(yc-yd,xc-xd);
PEX:=1000; PEY:=-1000;
#solve(-RDC)·cos(TeTDC)·(yg-yd)- RDC)·sin(TeTDC)·(xg-xd)+PEX·(yg-ye)
-PEY·(xg-xe)=0,RDC);#prinT(RDC,xd,yd,xg,ye,xg,yg);
#-RDC·cos(TeTDC)·(yg-yd)- RDC·sin(TeTDC)·(xg-xd)+PEX·(yg-ye)
-PEY·(xg-xe)=0;
RDC:= (-PEX·(yg-ye)+PEY·(xg-xe)) / cos(TeTDC)·(yg-yd)- sin(TeTDC)·(xg-xd);
prinT(RDC);
#MG:=(-PEX·(yg-ye)+PEY·(xg-xe))
#MG1:= -RDC·cos(TeTDC)·(yg-yd)+RDC·sin(TeTDC)·(xg-
xd);#prinT(MG,MG1);
RCD:=RDC;TeTCD:=aTan(yd-yc,xd-xc);TeTBP:=aTan(yp-yB,xp-xB);
RBP:= (-RCD·cos(TeTCD)·(yc-yF)+RCD·sin(TeTCD)·(xc-xF)) / cos(TeTBP)·(yB-
yF)
- sin(TeTBP)·(xB-xF);#prinT(RBP);
TeTCB:=aTan(yB-yc,xB-xc);
RCF:= (-RCB·cos(TeTCB)-RCD·cos(TeTCD)) / cos(TeTCF);#prinT(RCF);
TeTBF:= aTan(yF-yB,xF-xB); TeTBC:= aTan(yc-yB,xc-xB);RBC:=RCB;
RBF:= (-RBP·cos(TeTBP)-RBC·cos(TeTBC)) / cos(TeTBF);#prinT(RBF);
TeTGE:= aTan(ye-yg,xg-xe); #prinT TeTGD,TeTDC, TeTFC);
#RZTeTEG:=MaTrix([[cos(TeTEG)],[sin(TeTEG),cos(TeTEG)]]);
#PE:=MaTrix([[PEX],[PEY]]);PEU:=RZTeTEG-1,PE;
#PEN:=PEU[1];PEQ:=PEU[2];prinT(PEN,PEQ);
PEN:=PEX·cos(TeTGE)+PEY·sin(TeTGE);
PEQ:=
PEX·sin(TeTGE)+PEY·cos(TeTGE);MQE:=PEQ·GE;#prinT(PEN,PEQ,MQE);
TeTGD:=aTan(yd-yg,xd-xg);RDCX:=RDC·cos(TeTDC);RDCY:=
RDC·sin(TeTDC);
RDGN:= -RDCX·cos(TeTGD)-RDCY·sin(TeTGD);

```

$RDGQ := RDCX \cdot \sin(TeTGD) -$
 $RDCY \cdot \cos(TeTGD); MQD := RDGQ \cdot DG; \#prinT(MQD, MQE);$
 $Mass[i] := i, axe, aye, ae, vxe, vye, ve, RCD, RBP, RCB, RCF, RBF, PEN, PEQ, MQE, RDG$
 $N, RDGQ;$
 $\#prinT(Mass[i]);$

Г ҚОСЫМШАСЫ

Жылжыту механизмінің күштік параметрлерін компьютерлік модельдеу нәтижелері

Г1 кесте – Гидроцилиндр штогының жүрісіне байланысты Е нүктесінің координатасының сандық мәндері

Шток жүрісі, мм	X _E	Y _E	X _E - X _G
0	-984,1190992	177,5094327	-984,119092
7,04	-995,6715872	92,9412784	-995,6715872
14,08	-995,6715872	92,94132784	-995,6715872
21,12	-998,4763890	55,18061890	-998,4763890
28,16	-999,8072789	19,63173834	-999,80727789
35,20	-999,9009145	-14,07697145	-999,9009145
42,24	-998,9313847	-46,21783834	-998,9313847
49,28	-997,0312593	-76,99784427	-997,0312593
56,32	-994,3042632	-106,5787601	-994,3042632
63,36	-990,8333340	-135,0899860	-990,8333340
70,40	-986,6859811	-162,6369416	-986,6859811
77,44	-981,9179785	-189,3068503	-981,9179785
84,48	-976,5759892	-215,172881	-976,5759892
91,52	-970,6994721	-240,5967641	-970,6994721
98,56	-964,3221048	-264,7317099	-964,3221048
105,60	-957,4728569	-288,5233584	-957,4728569
112,64	-950,1768290	-311,7113947	-950,1768290
119,68	-942,4558925	-334,3305113	-942,4558925
126,72	-934,3292170	-356,4111589	-934,3292170
133,76	-925,8136656	-377,9802330	-925,8136656
140,80	-916,9241457	-399,0615378	-916,9241457
147,84	-907,6738714	-419,6762361	-907,6738714
154,88	-898,0745888	-439,8431912	-898,0745888
161,92	-888,1367696	-459,5792408	-888,1367696

168,96	-877,8697631	-478,8994457	-877,8697631
176,00	-867,2819205	-497,8173063	-867,2819205
183,04	-856,3807203	-516,3449060	-856,3807203
190,08	-845,1728476	-534,4930849	-845,1728476
197,12	-833,6642902	-552,2715376	-833,6642902
204,16	-821,8603935	-569,6889446	-821,8603935
211,20	-809,7659273	-586,7530512	-809,7659273
218,24	-797,385141	-60,4707421	-797,3851412
225,28	-784,721766	-619,8481281	-784,7217966
232,32	-771,7792205	-635,8905839	-771,7792205
239,36	-758,5603266	-651,6028169	-758,5603266
246,40	-745,0676514	-666,9889016	-745,0676514
253,44	-7,3033838	-682,0523153	-731,3033838
260,48	-717,2693679	-696,79599	-717,2693679
267,52	-702,9671469	-711,2223214	-702,9671469
274,56	-688,3979647	-725,3331939	-688,3979647
281,60	-673,5627840	-739,1300129	-673,5627840
288,64	-658,4622968	-752,6137148	-658,4622968
288,64	-658,462296	-752,6137148	-658,4622968
295,68	-643,0969416	-765,7847764	-643,0969416
309,76	-611,5721218	-791,1886879	-611,5721218
316,80	-595,4123074	-803,420335	-595,4123074
323,84	-578,9869307	-815,3368225	-578,9869307
330,88	-562,2952361	-826,9365559	-562,2952361
337,92	-545,3362450	-838,2173822	-545,3362450
344,96	-528,1087453	-849,1767502	-528,1087453
352,00	-510,6113090	-859,8116603	-510,6113090
359,04	-492,8422687	-870,1186690	-492,8422687
366,08	-474,7997422	-880,0938613	-474,7997422
373,12	-456,4816047	-889,7328501	-456,4816047
380,16	-437,8854957	-899,0307518	-437,8854957
387,20	-419,0088200	-907,9821632	-419,0088200
394,24	-399,8487332	-916,5811424	-399,8487332
401,28	-380,4021342	-924,8211807	-380,4021342
408,32	-360,6656602	-932,6951708	-360,6656602
415,36	-340,6356808	-940,1953696	-340,6356808
422,40	-320,3082813	-947,3133615	-320,3082813
429,44	-299,6792528	-954,0400125	-299,6792528
436,48	-278,7440858	-960,3654172	-278,7440858
443,52	-257,4979498	-966,2788448	-257,4979498
450,56	-235,9356788	-971,7686738	-235,9356788
457,60	-214,0517575	-976,8223201	-214,0517575
464,64	-191,8403078	-981,4261543	-191,8403078

471,68	-169,2950578	-985,5654130	-169,2950578
478,72	-146,4093283	-989,2240942	-146,4093283
485,76	-123,1760224	-992,3848384	-123,1760224
492,80	-99,58758328	-995,0288002	-99,58758328
492,80	-99,58758328	-995,0288002	-99,5875832
499,84	-75,63597471	-997,1354970	-75,63597471
506,88	-51,31267703	-998,6826369	-51,31267703
513,92	-26,60861848	-999,6459280	-26,60861848
520,96	-1,51491806	-999,9988536	-1,51491806

Г2 кесте – Е, G топсаларындағы, X,У осіндегі, гидроцилиндр штогындағы күш пен моменттегі реакциялар проекциясының сандық нәтижелері

Шток жүрісі, мм	P_{E_Q}	M_{Q_E}	$R_{DGN} (kH)$	$R_{DGQ} (kH)$
0	806,6181998	$8,066181998 \cdot 10^5$	-4176,827815	2150,989795
7,04	857,6182646	$8,576182646 \cdot 10^5$	-3887,388234	2286,988568
14,08	902,7382563	$9,02738256 \cdot 10^5$	-3658,564348	2407,307570
21,12	943,3035102	$9,433035102 \cdot 10^5$	-3466,900570	2515,480855
28,16	980,1830292	$9,801830292 \cdot 10^5$	-3299,924092	2613,825684
35,20	1013,985128	$1,013985128 \cdot 10^6$	-3150,323465	2703,964174
42,24	1045,156222	$1,045156222 \cdot 10^6$	-3013,498153	2787,086732
49,28	1074,035862	$1,074035862 \cdot 10^6$	-2886,392583	2864,098815
56,32	1100,889544	$1,100889544 \cdot 10^6$	-2766,889300	2935,708388
63,36	1125,929606	$1,125929606 \cdot 10^6$	-2653,469246	3002,481678
70,40	1149,328976	$1,149328976 \cdot 10^6$	-2545,011241	3064,879824
77,44	1171,230651	$1,171230651 \cdot 10^6$	-2440,667707	3123,284140
84,48	1191,754390	$1,191754390 \cdot 10^6$	-2339,784821	3178,013981
91,52	1211,001602	$1,211001602 \cdot 10^6$	-2241,849231	3229,339766
98,56	1229,058954	$1,229058954 \cdot 10^6$	-2146,451814	3277,492608
105,60	1246,001129	$1,246001129 \cdot 10^6$	-2053,262099	3322,671656
112,64	1261,892914	$1,261892914 \cdot 10^6$	-1962,010180	3365,049677
119,68	1276,790871	$1,276790871 \cdot 10^6$	-1872,473258	3404,777499
126,72	1290,744621	$1,290744621 \cdot 10^6$	-1784,465926	3441,987446
133,76	1303,797923	$1,303797923 \cdot 10^6$	-1697,832541	3476,796206
140,80	1315,989488	$1,315989488 \cdot 10^6$	-1612,441729	3509,307003
147,84	1327,353692	$1,327353692 \cdot 10^6$	-1528,181847	3539,611514
154,88	1337,921146	$1,337921146 \cdot 10^6$	-1444,957624	3567,791362
161,92	1347,719158	$1,347719158 \cdot 10^6$	-1362,687430	3593,919370
168,96	1356,772140	$1,356772140 \cdot 10^6$	-1281,301138	3618,060636
176,00	1365,101941	$1,365101941 \cdot 10^6$	-1200,738303	3640,273427
183,04	1372,728124	$1,372728124 \cdot 10^6$	-1120,946861	3660,609904
190,08	1379,668215	$1,379668215 \cdot 10^6$	-1041,881889	3679,116807
197,12	1385,937895	$1,385937895 \cdot 10^6$	-963,5047716	3695,835953
204,16	1391,551190	$1,391551190 \cdot 10^6$	-885,7823111	3710,804742
211,20	1396,520617	$1,396520617 \cdot 10^6$	-808,6861560	3724,056550
218,24	1400,857308	$1,400857308 \cdot 10^6$	-732,1922942	3735,621067
225,28	1404,571136	$1,404571136 \cdot 10^6$	-656,2805224	3745,524620
232,32	1407,670803	$1,407670803 \cdot 10^6$	-580,9341689	3753,790410
239,36	1410,163929	$1,410163929 \cdot 10^6$	-506,1397485	3760,438769
246,40	1412,057127	$1,412057127 \cdot 10^6$	-431,8867011	3765,487313
253,44	1413,356061	$1,413356061 \cdot 10^6$	-358,1672550	3768,951162
260,48	1414,065510	$1,414065510 \cdot 10^6$	-284,9761204	3770,843054

267,52	1414,189408	$1,414189408 \cdot 10^6$	-212,3105081	3771173475
274,56	1413,730887	$1,413730887 \cdot 10^6$	-140,169925	3769,950787
281,60	1412,692315	$1,412692315 \cdot 10^6$	-68,556135	3767,181295
288,64	1411,075320	$1,411075320 \cdot 10^6$	2,526907	3762,869348
288,64	1408,880817	$1,408880817 \cdot 10^6$	73,073084	3757,01378
295,68	1406,109026	$1,406109026 \cdot 10^6$	143,074127	3749,625982
309,76	1402,759490	$1,402759490 \cdot 10^6$	212,519644	3740,693931
316,80	1398,831083	$1,398831083 \cdot 10^6$	281,397016	3730,218228
323,84	1394,322017	$1,394322017 \cdot 10^6$	349,691441	3718,194106
330,88	1389,229848	$1,389229848 \cdot 10^6$	417,385811	3704,615046
337,92	1383,551476	$1,383551476 \cdot 10^6$	484,460649	3689,472780
344,96	1377,283137	$1,377283137 \cdot 10^6$	550,894029	3672,757276
352,00	1370,420404	$1,370420404 \cdot 10^6$	616,661390	3654,456720
359,04	1362,958166	$1,362958166 \cdot 10^6$	681,735501	3634,557493
366,08	1354,890626	$1,354890626 \cdot 10^6$	746,086152	3613,044131
373,12	1346,211272	$1,346211272 \cdot 10^6$	809,680093	3589,899266
380,16	1336,912860	$1,336912860 \cdot 10^6$	872,480750	3565,103584
387,20	1326,987391	$1,326987391 \cdot 10^6$	934,447960	3538,635757
394,24	1316,426080	$1,316426080 \cdot 10^6$	995,537714	3510,472357
401,28	1305,219316	$1,305219316 \cdot 10^6$	1055,701828	3480,587751
408,32	1293,356629	$1,293356629 \cdot 10^6$	1114,887568	3448,954026
415,36	1280,826646	$1,280826646 \cdot 10^6$	1173,037232	3415,540849
422,40	1267,617037	$1,267617037 \cdot 10^6$	1230,087700	3380,315345
429,44	1253,714458	$1,253714458 \cdot 10^6$	1285,969882	3343,241925
436,48	1239,104496	$1,239104496 \cdot 10^6$	1340,608098	3304,282160
443,52	1223,771588	$1,223771588 \cdot 10^6$	1393,919438	3263,394545
450,56	1207,698947	$1,207698947 \cdot 10^6$	1445,812934	3220,534320
457,60	1190,868474	$1,190868474 \cdot 10^6$	1496,188718	3175,653218
464,64	1173,260662	$1,173260662 \cdot 10^6$	1544,936956	3128,699214
471,68	1154,854475	$1,154854475 \cdot 10^6$	1591,936747	3079,616228
478,72	1135,627231	$1,135627231 \cdot 10^6$	1637,054755	3028,343764
485,76	1115,554476	$1,115554476 \cdot 10^6$	1680,143673	2974,816620
492,80	1094,609806	$1,094609806 \cdot 10^6$	1721,040502	2918,964378
499,84	1072,764702	$1,072764702 \cdot 10^6$	1769,564513	2860,711000
506,88	1049,988354	$1,049988354 \cdot 10^6$	1795,514815	2799,974313
513,92	1026,247399	$1,026247399 \cdot 10^6$	1828,667732	2736,665355
520,96	1001,505711	$1,001505711 \cdot 10^6$	1858,773495	2670,687798

ГЗ кесте – F, B топсаларындағы, X,U осіндегі, гидроцилиндр штогындағы күш реакцияларының проекциясының сандық нәтижелері

Шток жүрісі, мм	$R_{CF} (kH)$	$R_{BF} (kH)$	P_{EN}
0	-4735,852232	4161,510547	-1161,622606
7,04	-4486,681655	3908,099880	-1124,495848
14,08	-4299,382166	3703,219998	-1088,606284
21,12	-4149,435905	3528,721922	-1053,650078
28,16	-4023,887163	3374,914111	-1019,431817
35,20	-3915,193744	3236,066678	-985,8164944
42,24	-3818,645261	3108,530235	-952,7058687
49,28	-3731,137943	2989,844049	-920,0255251
56,32	-3650,539217	2878,273713	-887,7174161
63,36	-3575,332586	2772,551195	-855,7350769
70,40	-3504,409093	2671,721859	-824,0405965
77,44	3436,938324	2575,048925	-792,6025243
84,48	-3372,285996	2481,951962	-761,3944265
91,52	3309,959045	2391,965405	-730,3938120
98,56	-3249,568475	2304,710080	-699,5813662
105,60	-3190,803195	2219,835842	-668,9403455
112,64	-3133,411760	2137,156308	-638,4561646
119,68	-3077,188621	2056,413272	-608,1160018
126,72	-3021,964602	1977,419504	-577,9085763
133,76	-2967,598847	1900,014000	-547,8238550
140,80	-2913,973667	1824,057940	-517,8529407
147,84	-2860,990016	1749430711	-487,9878845
154,88	-2808,563922	1676,026694	-458,2215692
161,92	-2756624151	1603,753392	-428,5476285
168,96	-2705,109956	1532,529242	-398,9603506
176,00	-2653,969097	1462,281753	-369,4545862
183,04	-2603,157023	1392,946897	-340,0257303
190,08	-2552,635216	1324,467342	-310,6696276
197,12	-2502,370914	1256,792338	-281,3825702
204,16	-2452,335619	1189,876091	-252,1612265
211,20	-2402,505045	1123,677791	-223,0026173
218,24	-2352,858581	1058,161044	-193,9041084
225,28	-2303,378345	993,2928285	-164,8633506
232,32	-2254,049617	929,0440337	-135,8782959
239,36	-2204,859930	865,3883976	-106,9471506
246,40	-2155,798996	802,3024574	-78,0683768
253,44	-2106,858780	739,7656043	-49,2406859
260,48	-2058,032659	677,7591711	-20,4629886
267,52	-2009,316084	616,2671112	8,2655631

274,56	-1960,705994	555,2753911	36,9456158
281,60	-1912,200572	494,7716617	65,5776079
288,64	-1863,799714	434,7457915	94,1617837
288,64	-1815,504445	375,1892224	122,6981844
295,68	-1767,317113	316,0951404	151,1866585
309,76	-1719,241284	257,4583865	179,6268707
316,80	-1671,281779	199,2754895	208,0182733
323,84	-1623,444659	141,5446379	236,3601345
330,88	-1575,737132	84,26559526	264,6515251
337,92	-1528,167581	27,43975182	292,8913009
344,96	-1480,745686	-28,92975260	321,0781224
352,00	-1433,482309	-84,83810949	349,3104198
359,04	-1386,389617	-140,2786878	377,2864126
366,08	-1339,449654	-195,2137712	405,3040721
373,12	-1292,740201	-249,6912366	433,2611347
380,16	-1246,246124	-303,6692512	461,1550769
387,20	-1199,985041	-357,1330980	488,9830913
394,24	-1153,976349	-410,0654117	516,7420796
401,28	-1108,240941	-462,4463508	544,4286346
408,32	-1062,801622	-514,2530192	572,0390116
415,36	-1017,682947	-565,4594637	599,5690978
422,40	-972,9114142	-616,0362680	627,0143921
429,44	-928,5156770	-665,9500687	654,3699695
436,48	-884,5265749	-715,1632833	681,6304339
443,52	-840,9773392	-763,6334833	708,7898848
450,56	-797,9038605	-811,3127365	735,8418668
457,60	-755,3446181	-858,1471591	762,7793107
464,64	-713,3409185	-904,0760461	789,5944653
471,68	-671,9374653	-949,0306171	816,2788388
478,72	-631,1821416	-992,9333089	842,8231082
485,76	-591,1263049	-1035,696438	869,2170108
492,80	-551,8251863	-1077,220520	895,4492580
499,84	-513,3380804	-1117,392563	921,5074028
506,88	-475,7284053	-1156,084102	947,3776731
513,92	-439,0643604	-1193,148303	973,0448484
520,96	-403,4185312	-1228,417561	998,4920189

Г4 кесте – F, C топсаларындағы , X,U осіндегі, гидроцилиндр штогындағы реакциялар проекциясының сандық нәтижелері

Шток жүрісі, мм	$R_{CD} (kH)$	$R_{BF} (kH)$	$R_{CB} (kH)$
0	4698,153647	4161,510547	3413,241430
7,04	4510,222166	3908,099880	3394,760713
14,08	4379,523128	3703,219998	3397,953261
21,12	4283,344895	3528,721922	3412,773768
28,16	4209,701143	3374,914111	3434,144832
35,20	4151,621393	3236,066678	3459,252399
42,24	4104,756214	3108,530235	3486,432097
49,28	4066,242020	2989,844049	3514,651544
56,32	4034,112062	2878,273713	3543,247365
63,36	4006,968339	2772,551195	3571,781801
70,40	3983,788467	2671,721859	3599,960362
77,44	3963,806588	2575,048925	3627,582255
84,48	3946,437111	2481,951962	3654,509549
91,52	3931,224148	2391,965405	3680,647258
98,56	3917,807191	2304,710080	3705,930247
105,60	3905,897104	2219,835842	3730,314353
112,64	3895,259076	2137,156308	3753,770321
119,68	3885,700184	2056,413272	3776,279527
126,72	3877,060254	1977,419504	3797,831016
133,76	3869,204982	1900,014000	3818,419199
140,80	3862,020711	1824,057940	3838,042391
147,84	3855,410410	1749,430711	3856,701620
154,88	3849,290550	1676,026694	3874,399722
161,92	3843,588619	1603,753392	3891,140786
168,96	3838,241182	1532,529242	3906,929649
176,00	3833,192285	1462,281753	3921,771437
183,04	3828,392187	1392,946897	3935,671452
190,08	3823,796326	1324,467342	3948,634816
197,12	3819,364454	1256,792338	3960,666489
204,16	3815,059912	1189,876091	3971,770894
211,20	3810,849050	1123,677791	3981,952042
218,24	3806,700712	1058,161044	3991,213392
225,28	3802,585805	993,2928285	3999,557663
232,32	3798,476926	929,0440337	4006,987017
239,36	3794,348057	865,3883976	4013,502820
246,40	3790,174248	802,3024574	4019,105648
253,44	3785,931410	739,7656043	4023,795367
260,48	3781,596055	677,7591711	4027,570871
267,52	3777,145102	616,2671112	4030,430283

274,56	3772,555705	555,2753911	4032,370827
281,60	3767,805045	494,7716617	4033,388665
288,64	3762,870196	434,7457915	4033,479116
295,68	3757,727938	375,1892224	4032,636384
302,72	3752,354622	316,0951404	4030,853604
309,76	3746,725996	257,4583865	4028,122776
316,80	3740,817065	199,2754895	4024,434703
323,84	3734,601922	141,5446379	4019,778944
330,88	3728,053587	84,26559526	4014,143682
337,92	3721,143845	27,43975182	4007,515659
344,96	3713,843055	-28,92975260	3999,880111
352,00	3706,119964	-84,83810949	3991,220589
359,04	3697,941517	-140,2786878	3981,518912
366,08	3689,272616	-195,2137712	3970,743283
373,12	3680,075895	-249,6912366	3958,894881
380,16	3670,311462	-303,6692512	3945,937609
387,20	3659,936613	-357,1330980	3931,844505
394,24	3648,905522	-410,0654117	3916,586008
401,28	3637,168877	-462,4463508	3900,129532
408,32	3624,673525	-514,2530192	3882,439325
415,36	3611,362021	-565,4594637	3863,475999
422,40	3597,172165	-616,0362680	3843,196195
429,44	3582,036447	-665,9500687	3821,552173
436,48	3565,881471	-715,1632833	3798,491286
443,52	3548,627250	-763,6334833	3773,955411
450,56	3530,186447	-811,3127365	3747,880342
457,60	3510,463507	-858,1471591	3720,194970
464,64	3489,353662	-904,0760461	3690,820404
471,68	3466,741802	-949,0306171	3659,669145
478,72	3442,501158	-992,9333089	3626,643738
485,76	3416,491868	-1035,696438	3591,635493
492,80	3388,559200	-1077,220520	3554,522946
499,84	3358,531628	-1117,392563	3515,170048
506,88	3326,218514	-1156,084102	3473,423946
513,92	3291,407441	-1193,148303	3429,112602
520,96	3253,861125	-1228,417561	3382,041633

Д ҚОСЫМШАСЫ

Бір шөмішті гидравликалық экскаваторлардың техникалық параметрлері
бойынша деректер банкі

Д.1 кесте - Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс жабдығының параметрлері

№ р/н	Моделі	Фирма сы	Жебе лер саны	№1 жебе ұзынд ығы, м	№2 жебе ұзынд ығы, м	№3 жеб е ұзы нды ғы,м	Сап тар сан ы	№1 сабын ың ұзынд ығы, м	№2 сабын ың ұзынд ығы, м	№3 сабын ың ұзынд ығы, м	№4 сабын ың ұзынд ығы, м	Шөміш сыйымды лығы, Min/Max
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	61СК	Poclain	1	4,3			3	1,5	2,1	2,65		0,37/0,71
2	81СК	Poclain	1	4,8			4	1,6	2,1	2,7	3,1	0,42/1
3	90СК	Poclain	2	4,8	5,4		4	1,7	2,3	2,9	3,5	0,55/1,2
4	125СК	Poclain	2	5,15	5,9		4	1,8	2,5	3,2	3,9	0,55/1,4
5	170СК	Poclain	2	5,7	6,5		3	2	2,5	3,2		1,05/2
6	220СК	Poclain	2	6,2	7		3	2,2	3	3,8		1,2/2,55
7	350СК	Poclain	2	6,8	7,7		3	2,75	3,25	4,1		2,2/3,5
8	610СК	Poclain	2	7,8	9,3		3	3,25	3,8	4,9		2,8/7,4
9	1000СК	Poclain	2	8	9,6		2	4	4,5			5,4/13,4
10	H7C	AKerM	1	4,65			2	2	2,8			0,6/0,7
11	H10B	AKerM	1	5,2			3	2,25	3	3,85		0,7/1,25
12	H14B	AKerM	1	5,82			3	2,4	3,4	4,1		0,6/1,6
13	H16D	AKerM	1	6,2			3	2,45	3,75	4,75		1,2/2
14	H25C	AKerM	1	7,3			2	3	4			1,6/2,4
15	1204	ATlas	1	3,7			2	1,41	1,81			0,21/0,36
16	1604	ATlas	1	4,8			4	1,7	2,2	2,7	3,7	0,35/0,95
17	1704	ATlas	2	4,9	5,87		4	1,9	2,3	2,8	3,5	0,45/1,35
18	1802E	ATlas	2	5,15	6,1		4	1,9	2,3	2,8	3,5	0,5/1,5
19	1902E	ATlas	2	5,65	6,4		3	2	2,8	3,6		0,5/1,5
20	2202E	ATlas	2	5,7	6,8		4	2,3	2,8	3,3	3,8	1,1/2,1
21	90	BenaTi	1	перем			3	1,5	2	2,5		0,15/0,75
22	140	BenaTi	1	перем			3	1,6	2,25	2,9		0,15/1,12
23	160	BenaTi	1	перем			3	1,75	2,55	3,35		0,4/1,4
24	190	BenaTi	1	перем			3	1,95	2,9	3,85		0,85/1,9
25	270	BenaTi	1	перем			3	2,2	3,3	4,4		0,95/2,85
26	370	BenaTi	1	перем			3	1,6	2,25	2,9		0,35/1,12
27	910HD	BenaTi	1	перем			3	2,85	4,25	5,65		2,6/6
56	UH261	HiTachi	2	6,9	8		4	2,7	3,36	4,36	5,32	1,4/3
57	UH801	HiTachi	2	8,5	11,5		3	4	5,5	7		3,3/10,6
58	812	JCB	1	перем			3	1,76	2,3	2,83		0,15/0,6
59	817	JCB	1	перем			3	1,8	2,14	2,83		0,3/0,95
60	820HD	JCB	1	перем			3	1,8	2,14	2,83		0,6/1,3
61	490	J.Deere	1	перем			2	2,5	3			0,35/0,45
62	690C	J.Deere	1	перем			1	2,75				0,43/1,05
63	790	J.Deere	1	перем			3	2,3	2,96	3,61		0,7/0,9
64	792	J.Deere	1	перем			3	2,55	3,15	3,9		1/1,2
65	990	J.Deere	1	перем			2	2,72	3,56			1,05/1,5
66	K905A	KoBelc	1	перем			3	2,1	2,5	3		0,3/0,5
67	K907D	KoBelc	1	перем			2	2,2	2,9			0,45/1,1

Д.1 кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
68	K909A	KoBelc	1	перем			3	2,5	2,9	3,5		0,42/1,2
69	K912A	KoBelc	1	перем			3	2,5	3,1	4,1		1/1,6
70	K914	KoBelc	1	перем			3	2,7	3,2	4,8		1/1,8
71	K935	KoBelc	1	перем			2	3,25	5,28			1,4/2,3
72	K975	KoBelc	1	перем								7,5
73	PC120-3	KoMaT	1	4,6			2	2,5	3			0,18/0,61
74	PC150-3	KoMaT	1	5,15			4	1,85	2,25	2,61	2,9	0,57/0,75
75	PC200-3	KoMaT	1	5,7			3	1,8	2,4	2,92		0,36/1,4
76	PC220-3	KoMaT	1	5,85			4	2	2,5	3,05	3,5	0,44/1,26
77	PC300-3	KoMaT	1	6,47			4	2,2	2,55	3,13	4,02	0,46/1,6
78	PC400-3	KoMaT	1	7,06			4	2,9	3,35	4	4,01	1,2/2
79	PC650-3	KoMaT	2	7,1	8,4		3	2,87	3,6	5,1		1,6/3,3
80	PC15001	KoMaT	2	9,1	12		2	4,08	5,7			4/10,1
81	R900BL	LieBher	1	4,7			4	1,6	2,2	2,8	3,6	0,28/0,90
82	R912	LieBher	1	5,2			4	1,7	2,2	2,8	3,8	0,33/1,05
83	R922	LieBher	1	5,65			4	1,8	2,4	3	4	0,37/1,5
84	R932HD	LieBher	1	5,65			4	1,8	2,4	3	4	0,37,1,75
85	R942HD	LieBher	1	6,2			4	1,9	2,4	3	4	0,8/2,15
86	R962HD	LieBher	3	6,8	8	10	4	2,4	3,5	5,5	6,5	1,3/4,3
87	R974	LieBher	1	7,1			1	2,9				2,75/5,15
88	R992	LieBher	1	8			1	3,65				5/9,35
89	R994	LieBher	1	8,7			1	4				8/15,5
90	MS120-8	MiTsuB	1	перем			3	1,94	2,44	2,94		0,15/0,55
91	MS180-8	MiTsuB	1	перем			2	2,22	2,91			0,6/1
92	MS240-8	MiTsuB	1	перем			3	2,2	2,8	3,5		0,8/1,3
93	MS300-8	MiTsuB	1	перем			2	2,91	4,05			1/1,4
94	MS450-8	MiTsuB	1	перем			3	3,1	3,8	4,8		0,8/2
95	MS580	MiTsuB	1	7,8			2	3,25	5,25			1,6/2,6
96	MS1600	MiTsuB	1	перем			1	4,05				7/10
97	RH4G	O&K	2	3,9	4,5		4	1,5	2,1	2,6	4,5	0,25/0,6
98	RH5C	O&K	2	4,9	5,5		4	1,75	2,2	2,7	4,5	0,25/0,8
99	RH6F	O&K	2	5,2	6		4	1,75	2,4	3,3	4,5	0,37/1,1
100	RH9G	O&K	1	5,8			4	2,1	2,6	3,4	5	0,5/1,5
28	205	CaTerpi	1	перем			3	1,6	2,1	2,6		0,24/0,72
29	213	CaTerpi	1	перем			4	1,8	2,3	2,8	4	0,24/0,85
30	E1BC	CaTerpi	1	перем			2	2,2	2,91			0,6/0,75
31	25B	CaTerpi	1	перем			3	1,98	2,44	3,05		0,59/1,28
32	E300	CaTerpi	1	перем			2	2,91	4,05			0,9/1,3
33	235B	CaTerpi	1	6,96			3	2,44	2,9	3,66		1,1/1,99
34	245	CaTerpi	1	перем			3	2,59	3,2	4,42		1,58/2,52
35	H40	DeMag	3	6	7	9	3	2,4	3,4	4,5		0,8/2,5
36	H85	DeMag	3	5,5	7,2	10,5	4	3,5	3,7	5,6	6,8	1,8/5
37	H121	DeMag	3	7,3	8,8	12	2	3,9	6,5			2/10,5
38	H285	DeMag	2	9,65	12		3	5	7	9		5/21
39	630	Dresser	1	перем			3	1,8	2,6	3,05		0,2/0,8
40	640HD	Dresser	1	перем			3	1,8	2,5	2,9		0,45/1
41	645	Dresser	1	перем			4	1,8	2,4	3	4	0,6/1,38
42	650B	Dresser	1	перем			3	2,2	2,9	3,6		0,72/1,8
43	FE12	FiaTalli	1	перем			3	1,6	2,3	3		0,19/0,66
44	FE18	FiaTalli	1	перем			3	1,75	2,1	3		0,29/1

Д.1 кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
45	FE20	FiaTalli	1	перем			3	1,95	2,3	3		0,29/1,2
46	FE28	FiaTalli	1	перем			4	2	2,4	3	4,5	0,54/1,5
47	FE45	FiaTalli	2	6,3	7		3	2,5	3	3,5		0,96/2
48	121	HyMac	1	перем			3	2,44	3,05	3,66		0,25/0,77
49	161	HyMac	1	перем			4	1,72	2,2	2,52	3,9	0,5/1
50	201	HyMac	1	5,4			3	1,8	2,3	3,2		0,7/1,3
51	EX120	HiTachi	1	4,6			3	2,1	2,5	3		0,17/0,55
52	UHO77	HiTachi	1	5,25			4	1,7	1,99	2,58	3,13	0,45/0,7
53	UH103	HiTachi	1	5,9			3	2,3	2,96	3,61		0,7/1,2
54	UH143	HiTachi	1	6,4			4	2,1	2,55	3,15	3,9	1/1,6
55	UH181	HiTachi	1	6,8			4	2,5	3,1	3,7	4,8	1,2/2
101	RH12D	O&K	1	6,2			4	2,3	2,8	3,4	4,1	0,95/1,85
102	RH20B	O&K	2	6,4	7,2		2	2,5	3,3			1/2,3
103	RH40C	O&K	3	7	8,5	10,5	2	3,3	4,8			1,8/5
104	RH75C	O&K	2	8	11		2	3,6	5			3,2/9
105	RH120C	O&K	2	8,5	12		2	4,6	6			3,7/16
106	ЭО-3221		1				1					064.0663
107	ЭО-3122		1				1					065.0663
108	ЭО-4125		1	3,22			1					1,25
109	ЭО-5124		1	3,7			1					1,25/1,6
110	ЭО-5221		1	3,7			1					1,25/1,6
111	ЭО-6123		1				1					1,6/3,2

Д.2- кесте. Жетілдірілген экскаваторды енгізудің экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері

Көрсеткіштер	ЕТ-14	Жетілдірілген ЕТ-14
1. Пайдалану өнімділігі:		
а) ауысымдық, м ³ /ауыс.	226,8	238,14
б) жылдық, м ³ /жыл	31978,8	33577,74
2. 1000 м ³ топыраққа жұмсалатын еңбек шығындары. адам - сағ .	9,26	8,8
3. Еңбек шығынының төмендеуі, %	-	5
4. Процестің энергия сиымдылығы, кВт·сағ/м ³	1564,8	1613,7
5. Энергия сиымдылықтың төмендеуі, %	-	3
6. Процестің металл сиымдылығы, кг / м ³	697,6	550,9
7. Металл сиымдылықтың төмендеуі, %	-	21
8. Күрделі салымдар, теңге	42000000	43545832,8
9. Меншікті күрделі салымдар, теңге	1313370	1296866
10. Машина-ауысым құны, теңге	10342,7	10462,8
11. 1000 м ³ топырақты игерудің өзіндік құны, теңге	506,6	494,9
12. Жылдық үнемдеу, теңге		392859,6
13. Қосымша күрделі салымдардың өтелу мерзімі, жыл:		4,11
14. Жетілдірілген техниканы енгізудің жылдық экономикалық тиімділігі, теңге		668774,82

Е ҚОСЫМШАСЫ

Зерттеу нәтижесі бойынша өнертабысқа алынған ҚР патенттері

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  **РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН**

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ПАТЕНТ
PATENT**

№ 33997

ӨНЕРТАБЫСҚА / НА ИЗОБРЕТЕНИЕ / FOR INVENTION



(21) 2018-0769.1
(22) 22.10.2018

Қазақстан Республикасы Өнертабыстары мемлекеттік тізілімінде тіркеу күні / Дата регистрации в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан / Date of the registration in the State Register of Inventions of the Republic of Kazakhstan: 05.11.2019

(54) Гидравликалық экскаватордың арнайы жұмыс бөлігі
Специальный рабочий орган гидравлического экскаватора
Special working body of a hydraulic excavator

(73) Кадыров Жаннат Нургалиевич (KZ)
Kadyrov Zhannat Nurgaliyevich (KZ)

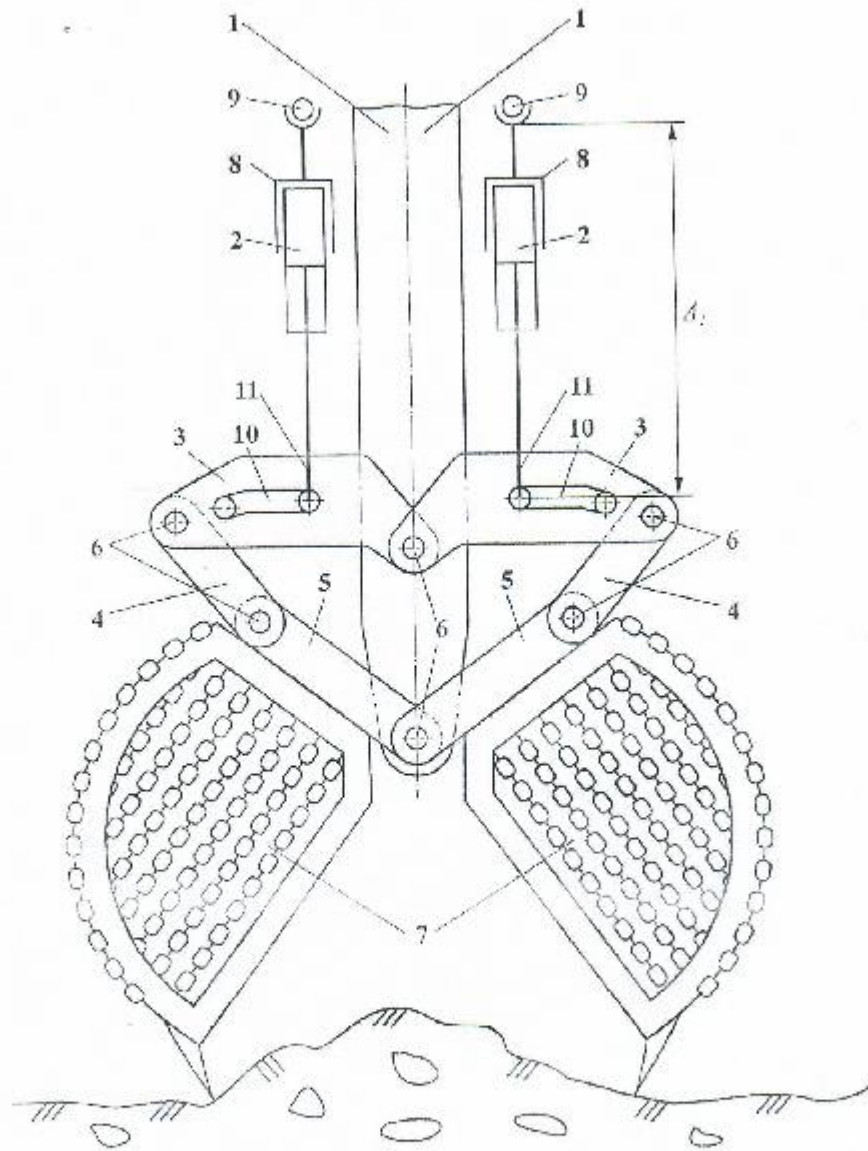
(72) Каукаров Алтынбек Кубашевич (KZ) Кульгильдинов Мурат Сапарбекович (KZ) Кульгильдинов Бахтияр Муратович (KZ) Кадыров Жаннат Нургалиевич (KZ)	Kaukarov Altynbek Kubashevich (KZ) Kulgildinov Murat Saparbekovich (KZ) Kulgildinov Bakhtiyar Muratovich (KZ) Kadyrov Zhannat Nurgaliyevich (KZ)
---	---



ЭДК көп қойылды
Эмисовано ЭЦП
Signed by EDS

Е. Оспанов
Y. Ospanov

«Ұлттық өнертабысқа қорғау институты» РМҚ директоры
Директор РМҚ «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Director of the «National Institute of Intellectual Property» RSE



Фиг. 1

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ПАТЕНТ
PATENT

№ 34253

ӨНЕРТАБЫСҚА / НА ИЗОБРЕТЕНИЕ / FOR INVENTION



(21) 2019/0094.1

(22) 06.02.2019

Қазақстан Республикасы Өнертабыстары мемлекеттік тізілімінде тіркеу күні / Дата регистрации в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан / Date of the registration in the State Register of Inventions of the Republic of Kazakhstan: 30.03.2020

(54) Гидробасқарылатын негі бар гидравликалық экскаватордың жұмыс жабдығы
Рабочее оборудование гидравлического экскаватора с гидроуправляемой челюстью
Hydraulic excavator working equipment with hydro-controlled jaw

(73) Кадыров Жаннат Нургалиевич (KZ)
Kadyrov Zhannat Nurgaliyevich (KZ)

(72) Каукаров Алтынбек Кубашевич (KZ)
Оралбеков Рахат Оралбекович (KZ)
Кульгильдинов Мурат Сапарбекович (KZ)
Кульгильдинов Бахтияр Муратович (KZ)
Кадыров Жаннат Нургалиевич (KZ)

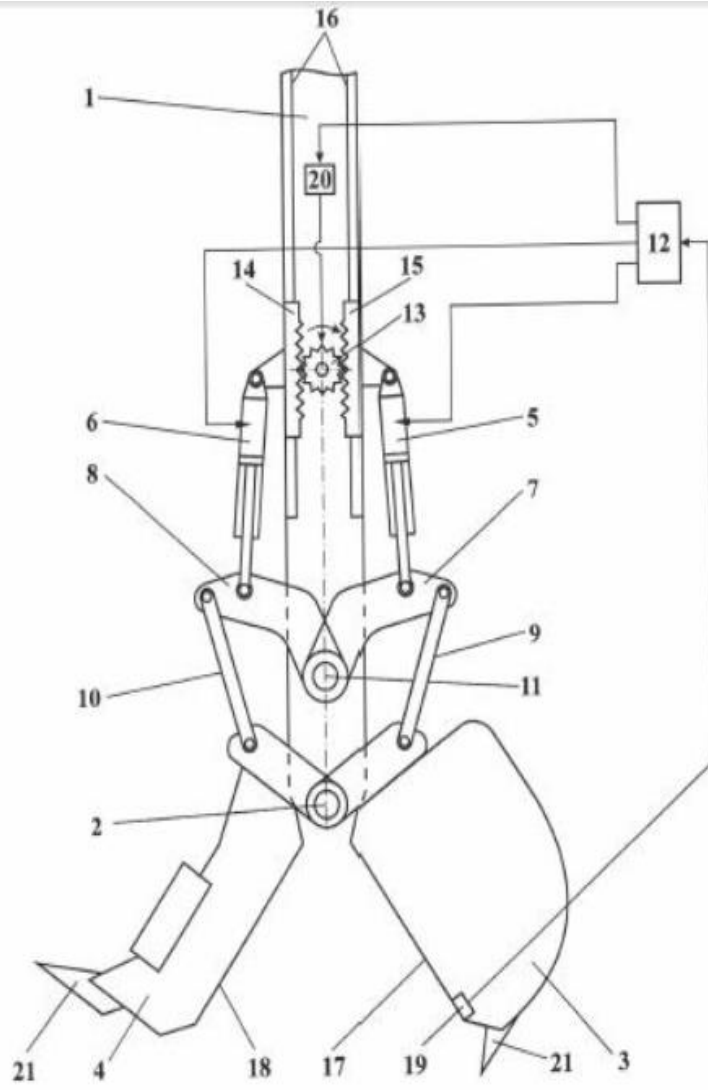
Kaukarov Altynbek Kubashevich (KZ)
Oralbekov Rakhat Oralbekovich (KZ)
Kulgildinov Murat Saparbekovich (KZ)
Kulgildinov Bakhtiyar Muratovich (KZ)
Kadyrov Zhannat Nurgaliyevich (KZ)



ЭЦҚ қол қойылды
Подписано ЭЦП
Signed by EDS

Е. Қуантыров
Е. Қуантыров
Y. Kuantyrov

«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК директоры
Директор РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Director of the «National Institute of Intellectual Property» RSE



Ж ҚОСЫМШАСЫ

Зерттеу нәтижелерін М. Тынышбаев атындағы ҚазККА-ның және Қ. Жұбанов атындағы АӨУ-ның оқу процесіне енгізу актісі

БЕКІТЕМІН:
М.Тынышбаев атындағы ҚазККА
оқу-әдістемелік жұмыстар
кеңсесіндегі проректоры
А.А. Иванов
«18» 09 2020 ж.

«Төтенше жағдайлар кезінде зарлаптарды жоюға арналған бір шәміпті экскаваторлардың жұмыс органынын параметрлерін негіздеу» тақырыбында орындалған Қауқаров Алтынбек Құбашұлының диссертациялық жұмысының нәтижелерін
ЕНГІЗУ АКТІСІ

6D071300 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға ұсынылған Қауқаров Алтынбек Құбашұлының диссертациялық жұмысында баяндалған бір шәміпті экскаваторлардың жұмыс жабдықтарының негізгі техникалық және технологиялық параметрлері, сел тошырақ ортасының гранулометриялық құрамы М.Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникация академиясының «Көлік техникасы және құрылыс» факультетінің «Автомобильдер, жол техникасы және стандарттау» кафедрасында оқу процесіне енгізілді. Зерттеу нәтижелері «Жер жұмыстарына арналған машиналар», «Машиналар мен робототехниканы автоматтандыру негіздері», «Темір жол және жол машиналарының металл конструкцияларын жобалау» пәндерінің дәріс және тәжірибелік сабақтарында қолданылады.

КТ ж ҚФ деканы



С.Б.Шаяхметов

«АЖТС» кафедра меңгерушісі



Р.А.Козбагаров

«БЕКІТЕМІН»

Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университетінің ғылым және инновация проректоры, тарих ғылымдарының докторы, профессор Бекназаров Р.А.



2020 ж.

**Оқу үрдісіне ендіру
Актісі**

М.Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясының докторанты Қауқаров Алтынбек Құбашұлының PhD докторлық диссертация жұмысының нәтижелері:

- Бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органдарын құрастырудағы негізгі үрдістерді анықтау мақсатында патенттік ақпаратты сандық талдау негізінде конструкциялардың перспективалық бағыттарын анықтау, яғни олардың морфологиялық жіктелуі әдістемесі.

- Ірі сынықты топырақты өңдеу үшін бір шөмішті экскаватордың арнайы жұмыс органының гидрожақтарын жылжыту механизмінің геометриялық, кинематикалық және күштік параметрлерін анықтау үшін кинематикалық және күштік талдау әдістемесі Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университетінің «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» мамандығы бойынша бакалавр мен магистр мамандарын дайындау бағдарламасын оқыту үшін енгізілді.

Орынд.: А. Қауқаров
e-mail: altynbek-79@mail.ru

3 ҚОСЫМШАСЫ

«Қазақавтожол» ЖШС АОФ зерттеу нәтижелерін енгізу актісі және
«Нектар» ӨК-нің зерттеу нәтижелеріне қолдау хаты



«Төтенше жағдайлар кезінде зардаптарды жоюға арналған бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс органының параметрлерін негіздеу» тақырыбында орындалған Қауқаров Алтынбек Құбашұлының диссертациялық жұмысының нәтижелерін

ЕНГІЗУ АКТІСІ

6D071300—«Көлік, көлік техникасы мен технологиялары» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған Қауқаров Алтынбек Құбашұлының диссертациялық жұмысында баяндалған бір шөмішті экскаваторлардың жұмыс жабдықтарын жетілдіру бойынша зерттеу нәтижелері «Қазақавтожол» ЖШС АОФ үшін іс жүзінде маңызды болып табылады, өйткені мұндай органы тазарту үшін арнайы мақсаттағы жана жұмыс органын құрастыру проблемасы біздің еліміз үшін өзекті болып табылады, себебі өңірлердің едәуір бөлігі сел қаупі бар және сейсмикалық қауіпті аймақтарда орналасқан және де ірі сынғыш қосындылары бар сел топырақты органы тазарту үшін бір шөмішті экскаваторлардың арнайы шөміштерін жобалауға және жасауға ықпал ететін болады.

«Қазақавтожол» ЖШС АОФ
АОБ-8 бастығы



Асанов Т.К.

Қазақстан Республикасы
Ақтобе қаласы
“НЕКТАР”
Өндірістік кооперативі



Республика Казахстан
г. Ақтобе
Производственный кооператив
“НЕКТАР”

Исх. № *1-с/вдд*
от «*05*» *сентября* 2010 г.

030008 г. Ақтобе
11 микрорайон, ул. Аз Наурыз, 13
Тел., факс: 23-41-00

**И.о. президенту-ректору -
Проректору по учебно-
методической работе
КазАТК им. М.Тынышпаева
д.т.н., проф. Имандосовой М.Б.
г. Алматы, ул. Шевченко, 97
тел./факс 8(727) 292-09-86**

**от Председателя
Производственного кооператива «Нектар»
Каспранова Д.Ш.
г. Ақтобе, 11 мкрн. ул.: Аз-Наурыз 13.
тел/факс: 8/7132/ 23-41-00**

ПИСЬМО-ПОДДЕРЖКА

**работы: «Обоснование параметров специального рабочего органа
одноковшового экскаватора для ликвидации последствий при
чрезвычайных ситуациях»**

Одноковшовые экскаваторы являются основным средством механизации земляных работ, на их долю приходится около 45% общих объемов земляных работ в строительстве. Они используются не только для производства земляных работ, но и для погрузочно-разгрузочных работ, для монтажа и демонтажа отдельных элементов строительных конструкций, в том числе в стесненных условиях, при работах по реконструкции действующих предприятий и т.д.

Иностранные фирмы выпускают все разновидности одноковшовых строительных экскаваторов: гидравлические, канатные (в ограниченном числе моделей), навесные и специальные (мини-экскаваторы, экскаваторы-планировщики, железнодорожные и др.). Среди экскаваторов с различными ходовыми устройствами наибольшее количество составляют гусеничные

и пневмоколесные машины. Одноковшовые экскаваторы по назначению делят на три основные группы: строительные универсальные, предназначенные для земляных и погрузочно - разгрузочных работ в строительстве; карьерные - для работы в карьерах и на разработке рудных и угольных месторождений, а также скальных пород; вскрышные для разработки полезных ископаемых (угля, руды) открытым способом. К последней группе относятся также и мощные шагающие экскаваторы - драглайны, используемые на горных работах для перекидки верхних слоев пород в выработанное пространство, а также на строительстве крупных гидротехнических сооружений.

Оборудование одноковшовых экскаваторов разделяют на сменное рабочее оборудование и рабочие органы. На экскаваторе сменная стрела или рукоять являются сменным рабочим оборудованием, а сменный ковш - сменным рабочим органом. Последние разделяют на органы, имеющие дополнительный силовой привод (гидротрамбовка, гидромолот) и не требующие дополнительного силового привода - сменный ковш другой формы или вместимости (отвал бульдозера). К основным видам сменного рабочего оборудования относятся прямая и обратная лопаты, грейфер, погрузчик. Для разработки мерзлых грунтов широко используется рыхлительное оборудование и гидромолоты.

В производственных условиях для разработки селевой грунтовой среды (СГС) широко применяются экскаваторы-драглайны с ковшами традиционного типа, эксплуатация которых показала, что они не совсем приспособлены для разработки селевой массы. Поэтому на протяжении многих лет внесены изменения в конструкции традиционных ковшей и созданы новые ковши драглайнов адаптированные физико-механическим характеристикам СГС. Применение такой конструкции ковша драглайна при разработке липких и связных селевых грунтов позволяет увеличить объем грунта, перемещаемого ковшом, без существенного увеличения тягового усилия, уменьшить налипаемость грунта в ковше, что повышает эффективность работы драглайна.

Эффективность данных ковшей драглайна будет проявляться особенно при разработке влажных и липких грунтов, например, селевые грунтовой среды, что обеспечит повышение производительности в среднем на 15...30 %, за счет уменьшения налипаемости и дополнительной вместимости. Следует отметить также, что конструкции ковшей отличаются простотой и надежностью в использовании. Изготовление их не требует применения сложной оснастки, оборудования.

Вышесказанные конструкции ковшей драглайнов показали хорошую работоспособность с влажными и липкими грунтами и не достаточно эффективны при разработке селевых выбросов с крупнообломочными включениями.

Конструктивные решения рабочих органов одноковшовых экскаваторов и драглайнов установленные на основе изучения различных видов информационных источников позволяет сделать вывод об отсутствии специальных ковшей экскаваторов и драглайнов для разработки селевой грунтовой среды с крупнообломочными включениями.

Считаем, что предлагаемая соискателем КазАТК им. М.Тынышпаева Каукарова Алтынбека Кубашевича конструкция нового рабочего оборудования экскаватора, оснащенного ковшом с гидроуправляемой челюстью, обеспечивающего расширение их функциональных и технологических возможностей при разработке селевых выносов с крупнообломочными включениями актуальным.



Председатель

Производственного кооператива «Нектар»

Д.Ш. Каспанов - Д.Ш. Каспанов