

АНДАТПА

Ахметова Мадинаур Исмаилжановнаның «Карьерлік автосамосвалдарды кешенді бағалау мен жұмыс сапасы көрсеткіштерін арттыру» диссертациялық жұмысы 6D070700 – «Тау кен істері» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға арналған

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Тау-кен өнеркәсібі көптеген елдердің өндірістік әлеуетінің негізі болып табылады және көбінесе басқа салалардың экономикалық көрсеткіштерін айқындайды.

Тау-кен массасын карьерлерде тасымалдау тау-кен өндірудің бірыңғай технологиялық үдерісіндегі маңызды буын болып табылады. Ашық әдіспен пайдалы қазбаларды өндіруде технологиялық көліктің негізгі түрі автомобиль көлігі болып табылады.

Қазіргі жағдайда кез-келген кәсіпорынның басты міндеттерінің бірі тасымалдау процесінің тиімділігін минималды шығындармен арттыру болып табылады.

Көптеген жұмыс факторларын және дизайнерлік жақсартулардың әсерін ескере отырып, самосвалдардың санын оңтайландыру арқылы автокөлік құралдарының тиімділігін арттыру арқылы әртүрлі жағдайларда қарқынды жүк таситын көліктерді ұтымды бөлу жолымен жетуге болады.

Осы мәселелерді шешу мансаптық көлік құралдарының техникалық және операциялық көрсеткіштерін жақсартуға мүмкіндік береді

Тақырыпты дамытудың негізі және бастапқы деректері

Тақырыпты дамыту үшін негіз Качаркарьерінің ауыр жағдайында тау-кен қазғыш машиналарының өнімділігін арттыру қажеттілігі мен тиімділігі. Өндірістің қазіргі заманғы жағдайларында кез келген кәсіпорынның негізгі мақсаттарының бірі тасымалдау процесінің ең төменгі шығындармен, тиімділігін арттыру болып табылады.

Диссертацияда ғылыми-техникалық әдебиеттер мен карьерлерде алынған статистикалық деректерді талдау негізінде диссертация тақырыбын әзірлеу үшін бастапқы деректер қабылданды.

Зерттеу жұмысының қажеттілігін негіздеу.

Автотүсіргіш жүккөтергіштігінің тұрақты жоғарылау үрдісі, оны тиімді пайдалануды кеңейтуге әкеледі. Сонымен қатар, карьерлер тереңдігінің өсуі автотүсіргіштердің пайдалану жағдайларын қиындатып, оның сенімділігі бойынша талаптарды арттыруға, ал ол талап самосвалдардың металл конструкцияларының беріктігін анықтауды негіздейді.

Осы ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу қажеттілігі және мүмкіндігі, самосвалдардың жұмыс істейтін факторларының аналитикалық тәуелділіктерін қалыптастыру және жүк тиеу-түсіру машиналары тораптарының металл конструкцияларының өмір сүру ұзақтығын едәуір арттыруға арналған жүктеме самосвалдарының кешенін әзірлеу арқылы, мүмкіндіктерді және тау-кен қазып шығаратын самосвалдардың тиімділігін арттыру қажеттілігінен туындады.

Жоғарыда айтылғандарға байланысты жүктүсіргіштердің тиімділігін арттыруға бағытталған зерттеулер ғылыми-зерттеу жұмыстарына қажет.

Патенттік зерттеу және олардың тұжырымдары туралы жоспарланған ғылыми-техникалық деңгей туралы ақпарат

Автлкөлікті тиімді пайдалану бойынша ғылыми-техникалық әдебиеттерді талдау, АҚ «ССГПА-ның» Качар кенішінде және «ҚазМинералс» ЖШС Ақтоғай ашық кенішінде автокөлік құралдарын пайдалану жағдайында зерттеулер жүргізілді.

Жұмысты жүргізу барысында, ғылыми-техникалық ақпараттарды кешенді талдау және ғылыми синтездеу, самосвалдардың жұмыс істеу деректерін статистикалық өңдеу, түпкілікті элементті модельдеу, қатты денелерді модельдеу, самосвалдардың бақылау жүйесінің сандық мәліметтері қолданылды.

Зерттеуді талдау негізінде карьерлік автокөліктердің тасымалдау өнімділігін жақсартуға бағытталған жаңа техникалық шешімдерді пайдаланудың тиімділігі қарастырылады. Диссертациялық жұмыста ғылыми-техникалық проблеманың ағымдағы жай-күйін және экскаватор-автомобиль кешендерінің жұмысын жақсарту үшін алынған нәтижелердің мазмұнын ғылыми талдаудың нәтижелері келтірілген. Диссертация тақырыбы бойынша өнертабысқа өтінім берілді.

Диссертациялық жұмыста жүктеме уақытын азайту, жүкті тиеуді күту уақыттын азайту және автокөліктердің маталлқұрылымдарын жөндейтін уақытты қысқарту арқылы самосвалдар жұмысының сапасын оңтайландыру жоспарлануда.

Диссертацияны метрологиялық қамтамасыз ету туралы ақпарат.

Диссертация тақырыбы бойынша зерттеулер АҚ «ССГПО» Качар және «Ақтоғай ҚазМинералс» ЖШС карьерерлерінің борттық компьютерлерінен есептік деректерін пайдалана отырып жүргізілді. Жабдық GPS навигациясы (Racelogic V-box VB2SX5 S / n 009697) негізінде өлшеу және бекіту кешенімен жабдықталған. Қалыпты өлшеу жиілігі 5 Гц (секундына 5 рет). Жоғары дәлдіктегі мұндай кешен: самосвалдардың қозғалысы жылдамдығын, уақытты, қашықтықты, теңіз деңгейіне қатысты орналасу биіктігін, қозғалыстың траекториясын, жеделдетудің барлық түрлерін және т.б. «Ақтоғай Каз минералдары» ЖШС-нің мансабында GPS-навигациясы арқылы жоғары жиілікті компоненттерді есепке алуды жүргізетін, Jigsaw бағдарламасы пайдаланылды. Суспензиядағы кернеулер датчиктер арқылы тіркелді, жазбалар VIMS бағдарламалық жасақтамасы арқылы алынды.

Тақырыптың өзектілігі

Экскаватор-автомобиль кешенінің (ЭАК) барынша өнімділікке қол жеткізу, тау-кен өндірісінің тау-кен-климаттық және ұйымдастырушылық жағдайларына байланысты бірыңғай жүйе ретінде қарастырылады.

Жүк таситын көліктерді пайдалану барысында ең қауіпті, сызаттардың қалыптасуы тұрғысынан, карьер жолдарында және экскаваторды тиеу кезінде

көлік қозғалысы кезінде пайда болатын динамикалық жүктеме болып табылады.

Осы мәселелерді кешенді қарау жүктасымалдаушы көліктердің жұмыс өнімділігін жақсартады, көлік шығындарын азайтады, нәтижесінде тау-кен массасын тасымалдау шығындарын азайтады және ең аз күрделі салымдармен экономикалық тиімділікке қол жеткізеді. Осындай мәселелерге қатысты көптеген жұмыстарға қарамастан, кейбір мәселелер шешілмеген күйінде қалды. Бұл көбінесе қазіргі уақытта қолданылып жүрген автокөлік құралдарын үлгілеу мен басқару әдістерін сызықтық үлгілерге басымдықпен жергілікті объект ретінде сипаттау негізінде құрылды. Бұл мәселеге кешенді көзқарас, зерттеу тақырыбының өзектілігін анықтайды және жүк тасымалдаудың тиімділігін арттырудың балама шешімдері мен тәсілдерін табуға мүмкіндік береді.

Тақырыптың жаңалығы - тау-кен машиналарын өндеуге техникалық және операциялық факторлардың әсер етуінің жаңа үлгілерін құру және самосвалдардың күйзеліс күйін болжамдық бағалауды жасау.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы:

1. Ең аз уақыт арасында жұмыс ететіндей экскаваторларға әртүрлі типтегі самосвалдардың рационалды шоғырландыруының оңтайлы параметрлері белгіленді.

2. Жүкті тиеудің жаңа кешені әзірленді, ол тиісті сыйымдылықтағы телескоптық гидравликалық ұялармен жабдықталған, олар самосвалдың корпусына бекітіледі, бұл экскаватор-автомобиль кешенінің қолданыстағы автопарк көмегімен тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

3. Тасымалдау қашықтығының жүк тасымалдау жылдамдығына, қозғалыс жылдамдығына және самосвал жүк тиеу-түсіру жұмыстарына жұмсалған уақытқа, тиеу, түсіруге, тиеуді күтуге кешенді тәуелділік белгіленді.

4. Зерттеу негізінде автокөліктер паркінің ұтымды құрылымы ұсынылды, бұл тау кен массасын тасымалдау жүйесін оңтайландыруға, сондай-ақ шиналардың қызмет ету мерзімін 1,5-2 есе ұлғайтуға мүмкіндік беретін, самосвалдардың металлкөтергіш жүктемесінің параметрлерін 1,5-2,5 есе оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Жұмыстың басқа ғылыми жобалармен байланысы

Жұмыста «ССГПО» АҚ-ның Качар ашық тау кенінде экскаваторлық-автокөлік кешендерін пайдалану арқылы жұмыс аймақтарын көлбеу жолдарда қауіпсіз, қарқынды дамуы бойынша бірлескен жол-конвейерлік рельсті көлік түріне көшудің орындылығын негіздеу» жобасының №2 лотының шеңберінде орындалды. 2017 жылғы 19 қазандағы №2432/17/20 келісімшартына сәйкес 2017-2019 ж қаржыландыру шеңберінде «Соколов-Сарыбай тау-кен байыту өндірістік бірлестігі» акционерлік қоғамымен жасасқан.

Зерттеудің мақсаты- карьерл самосвалдарының жұмыс көрсеткіштерін жақсарту арқылы, автокөліктердің пайдалану тиімділігін арттыру болып табылады.

Зерттеу нысаны карьердегі автокөлік болып табылады.

Зерттеудің тақырыбы - карьердегі технологиялық парктің технологиялық және жұмыс істеу шарттары.

Зерттеудің мақсаты, жалпы ғылыми-зерттеу жұмыстарын орындаудағы орны:

- тау-кен жуктүсіргіш машиналарын жұмыс жасау өнімділігі пайдалану-ұйымдастыру жұмыстарынң әсерін теориялық зерттеу және негіздеу;

- карьерлік жүк ағындарының негізгі сипаттамаларын эксперименталды анықтау, рейстің теориялық және нақты уақытын бағалау, Кочар кеніштеріндегі самосвалдардың үзілістерін анықтау;

- модельдеу арқылы тау жыныстар массасын тиеу үрдісінде, тау-кен самосвалдарының металл конструкцияларының статикалық және динамикалық жүктемесінің параметрлерін анықтау технологиясын әзірлеу;

- тау-кен массасын жүктеу кезінде тау-кен массасын тасымалдауды және карьердің технологиялық параметрлерін ескере отырып, самосвалдардың құрамын тасымалдауды оңтайландыру әдістерін әзірлеу, қоқыс тастайтын материалдардың металл конструкцияларының беріктігі мен сақталуы.

Тапсырмалар дәйекті және қисынды, зерттеу жұмыстарының жалпы ішкі бірлігін анықтайды.

Ғылыми-зерттеу жұмыстарының әдістемелік негіздері

Диссертацияны орындау барысында қолданылатын зерттеу мен талдаудың негізгі әдістері:

- регрессиялық және корреляциялық талдау әдісі;

- жедел деректерді статистикалық талдау;

- Microsoft Excel-де графикалық тәуелділіктерді құру;

- Autodesk Inventor Professional 2018 бағдарламалық жасақтамасын қолдану арқылы самосвалдың күйзеліс жағдайын модельдеу;

- Universal Mechanism бағдарламасында самосвал жүктеу процесінің динамикасын зерттеу.

Қорғауғашығарылатын негізгі тұжырымдар:

- түрлі техникалық және операциялық факторлар мен самосвалдардың жүк тиейтін құрылымдарының әсерін ескере отырып, карьердегі экскаватор-көлік кешенінің тиімділігін арттыруының мүмкін болуы;

- экскаватор-автомобиль кешенінің өнімділігін 15-20% -ға ұлғайтуға,деметрі 0,6-0,8 м тау кен массасын тиеу үшін, үлкен сыйымдылықтышөміші бар экскаваторлармен бірге төменгі жүккөтергіштіктісамосвалдар менжұмыс істегенде,жұмыс өнімділігін оңтайландыру;

- самосвалдардың металл конструкцияларының төзімділігіне теріс әсер ететін динамикалық және статикалық жүктемелердің өзгеру заңдылықтары, Universal Mechanism бағдарламалық жасақтамасын қолдану арқылы әр түрлі сыйымдылықты шөміші бар экскаваторлар самосвалдарға тау кен массасын жүктеу модельдеу нәтижелері ұсынылады;

- қолданыстағы карьерлердің нақты жағдайында жүкті самосвал жүк тиеу процесіндегі металл конструкцияларының кернеуі 30-40% -дан асады, ал олардың ұзақтығы әлсіздік шегіне қарағанда 2-2,5 есе асады.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы

Тасымалдау құрылымын ескере отырып, самосвалдардың тиімділігін арттыру үшін әзірленген техниканы және белгіленген заңдарды пайдалану, самосвалдардың зақымдалуын болдырмау үшін уақытты қысқарту және инженерлік шешімдерді негіздеу арқылы жарылған тау массасын тасымалдайтын самосвалдардың жұмысын жақсартады.

Жұмыстың жариялануы және мақұлдауы

Диссертация қорытындысы бойынша 11 баспа жұмысы жарық көрді, соның ішінде:

Scopus деректер базасына енгізілген журналдарда 2 мақала (Transport Problems Poland, Gliwice 2016, ISSN 1896-0596 IF 0.265, Engineering Journal of International Journal, 2017, ISSN 2227-524X IF 0.08);

- Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған журналдарда 4 мақала;

Диссертацияның негізгі ережелері мен нәтижелерін халықаралық ғылыми конференцияларда мақұлдады және мақұлданды:

- XXI ғасырдағы мұнай-газ саласындағы барлау: технология, ғылым, білім беру саласындағы халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция, К.И. Сатпаев Алматы-2016;

- «Тау-кен және мұнай электромеханикасы» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы -2016, Ресей, Пермь, 2016;

- «Табиғи тасты өндіру, өңдеу және пайдаланудың теориясы мен тәжірибесі» -2017, Ресей, Магнитогорск халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы;

- «Жас зерттеушілердің VII халықаралық симпозиумы» Көлік мәселелері Katowice, Poland 2017;

- «IX Халықаралық конференция» Көліктік мәселелер Катовице, Польша 2017

Зерттеу нәтижелері бойынша формальды сараптамадан оң нәтиже көрсеткен 2018 жылғы 8 ақпандағы № 2018 / 0090.1 «Жүк таситын көліктерге тас массасын тиеу әдісі және жүктеу үшін қондырғылар кешеніне арналған әдіс» тақырыбы бойынша Қазақстан Республикасының өнертабысына өтінім берілді.

Жұмыстың көлемі мен құрылымы. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан, сілтемелер тізімі мен

өтініштерден тұрады. Диссертациялық жұмыстың көлемі 131 баспа беті, 10 кесте, 60 сурет, оның ішінде 104 атау және 5 қосымшасы бар.

Жұмыстың негізгі мазмұны

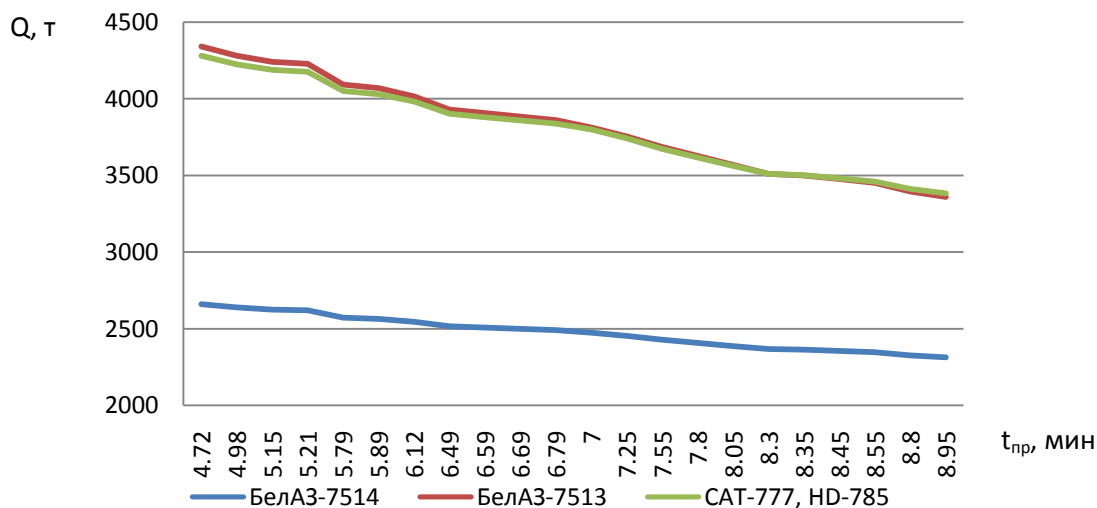
ЭАК тиімділігін арттыру жолдарын үйрену үшін Качар карьерінің шарттары қабылданды. KazMinerals Ақтоғай және Качар карьерлерінің автопаркін пайдалану факторларының статистикалық деректерін өңдеу арқылы зерттеу, автокөліктердің жұмысына әсер ететін негізгі факторларды анықтауға мүмкіндік берді:

- тау массасын тасымалдау қашықтығы;
- жүк көтерімділігі;
- қозғалыс жылдамдығы;
- тиеу-түсіру жұмыстарын орындау уақыты.

Жоғарыда көрсетілген факторларға өнімділіктің тәуелділігін зерттеу үшін корреляция және регрессиялық талдау әдістерін қолдандық.

Зерттеу нәтижесі бойынша, самосвалдардың өнімділікке байланысты тасымалдау қашықтығына, қозғалыс жылдамдығына және жүк тиеу уақытына және жүк түсіру жұмыстарына жұмсалатын уақытты, жүктеуді күтуге (жұмыс жасау уақытына) тәуелділіктері анықталды.

Автокөліктердің жұмыс істеу орындарынан тікелей алынған статистикалық деректерді өңдеу нәтижесінде, әртүрлі самосвалдарға тиеу-түсіру жұмыстарын ауысу кезіндегі өзгерістердің графикалық тәуелділігі жасалды. Тәуелділіктердің графикалық бейнелері Microsoft Excel көмегімен құрастырылған және 1-суретте көрсетілген.



1-сурет Самосвалдардың жұмыс істеу өнімділігінің жүкті тиеу-түсіру жұмыстарына тәуелділік кестесі

Графикалық тәуелділіктерді талдау, жүктеу және түсіру операциялары кезінде самосвал жұмысының корреляциялық тәуелділігінің сызықтылығын көрсетті.

Самосвалдардың жұмыс істеу өнімділігінің жүк тиеу-түсіру жұмыстарына тәуелділігінің регрессиялық модельдері 1-4 формулалармен ұсынылған:

$$Q_{\text{БелАз-7514}} = -81,97t_{\text{опер}} + 3047,471, \quad (1)$$

$$Q_{\text{БелАз-7513}} = -232t_{\text{опер}} + 5435,9, \quad (2)$$

$$Q_{\text{САТ-777}} = -213,64t_{\text{опер}} + 5288,91, \quad (3)$$

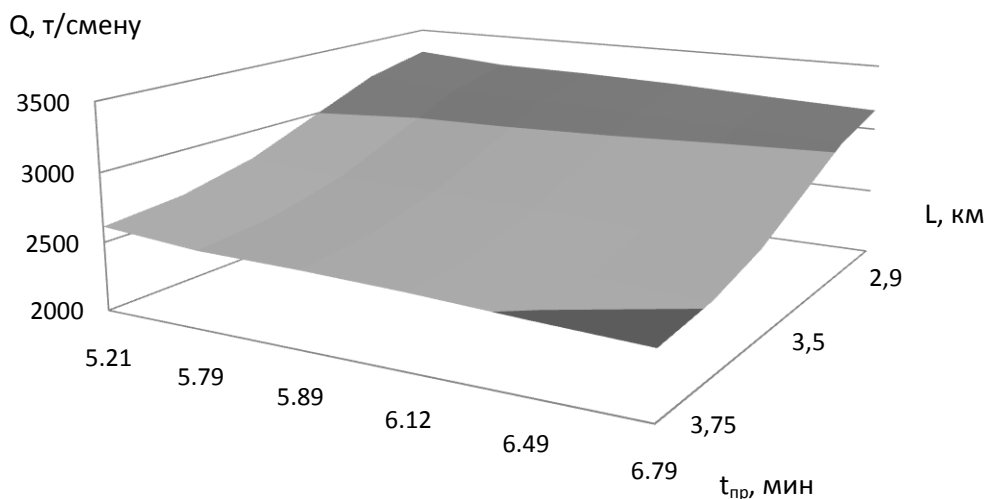
$$Q_{\text{НД-785}} = -213,64t_{\text{опер}} + 5288,91, \quad (4)$$

мұндағы Q – самосвалдың жұмыс істеу өнімділігі т/сменасына;

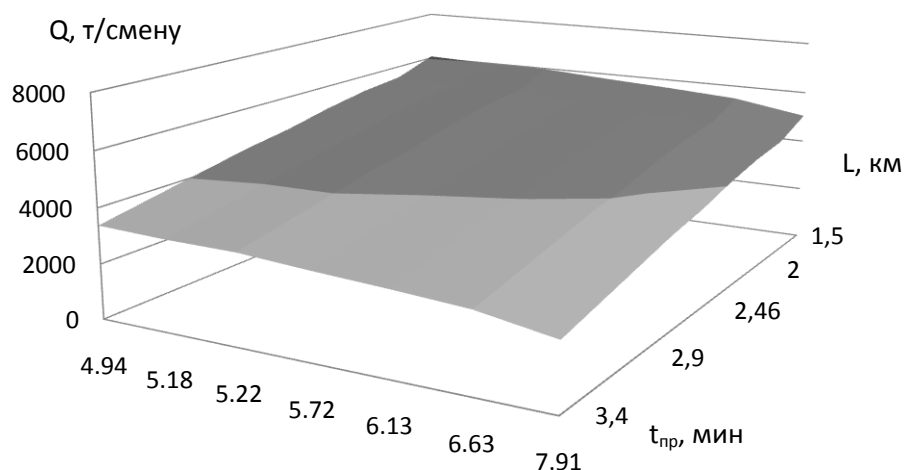
$t_{\text{опер}}$ – самосвалдың жүкті түсіру, жүк тиеу, түсіру, жүктеуді күту операцияларын орындауға жұмсалған уақыт, мин.

Алынған регрессиялық модельдерді талдау, самосвал жүк тиеу-түсіру жұмыстарын жүргізуге жұмсалған уақытты ұлғайтумен, тиеу, түсіру, жүктеуді күтіп тұру, самосвалдардың жұмысын азайту. Жүк тиеу-түсіру жұмыстарының уақытын өзгерту осы фактордың белгілі бір шамасында жүк машинасының өнімділігін анықтауға мүмкіндік береді.

Тау-кен массасының көліктік қашықтығының бірлескен әсерінің тәуелділіктерінің графикалық көрінісі және самосвалдың жүк тиеу-түсіру жұмыстарына арналған уақыт 2, 3, 4-суретте келтірілген.



2-сурет - БелАЗ-7514 самосвалының жұмыс істеу өнімділігінің тасымалдау қашықтығына және жүктеу-түсіру жұмыстарының уақытына тәуелділігінің графикалық көрінісі



3-сурет - БелАЗ-75131 самосвалының жұмыс істеу өнімділігінің тасымалдау қашықтығына және жүктеу-түсіру жұмыстарының уақытына тәуелділігінің графикалық көрінісі

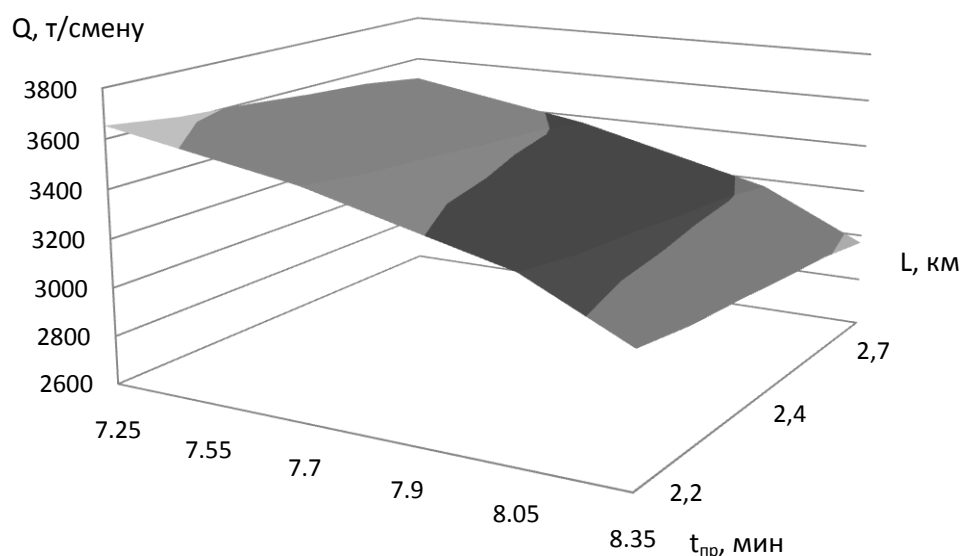


Рисунок 4 - САТ-777, НД-785 самосвалдарының жұмыс істеу өнімділігінің тасымалдау қашықтығына және жүктеу-түсіру жұмыстарының уақытына тәуелділігінің графикалық көрінісі

Регрессиялық теңдеудің параметрлерін анықтағаннан кейін және, самосвал жұмыс істеу өнімділігінің көліктік қашықтық пен уақыттың басқа әрекеттерге бірлесіп әсер етудің математикалық модельдері келесі түрде кетірілді (5, 6, 7, 8):

$$Q_{\text{БелАЗ-7514}} = 5676,712 - 682L - 97t_{\text{оп}}, \quad (5)$$

$$Q_{\text{БелАЗ-7513}} = 9888 - 1415L - 344t_{\text{оп}}, \quad (6)$$

$$Q_{\text{САТ-777}} = 6115,74 - 671L - 136t_{\text{оп}}, \quad (7)$$

$$Q_{HD-785}^{HD-785} = 6115,74 - 671L - 136t_{оп}. \quad (8)$$

Алынған үлгілерді зерттеу самосвалдардың жұмысын тасымалдау қашықтығына және жүктеу және түсіру жұмыстарына кеткен уақытқа кері тәуелділікті көрсетті: қарастырылған факторлардың артуымен, самосвалдардың жұмыс істеу өнімділігінің төмендеуі байқалады.

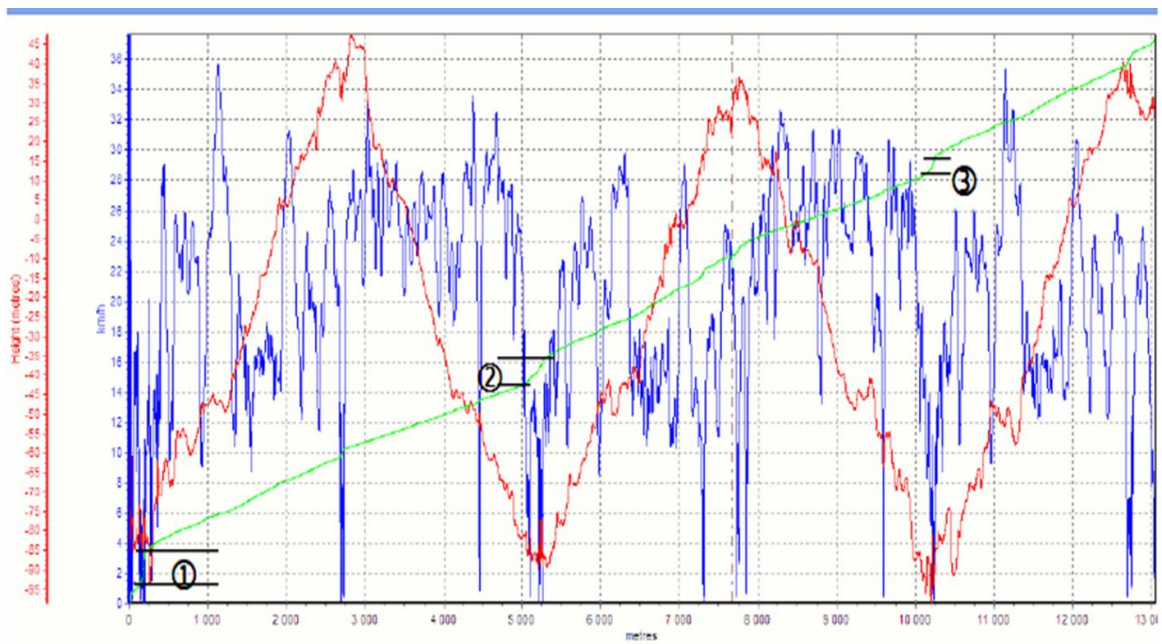
Тасымалдағыш көліктерінің жұмыс істеу қарқындылығының төмендеуінің себебі, рейс кезіндегі үзіліс және смен арасындағы үзіліс болып табылады, бұл үзілістердің негізі ұйымдастырушылық және техникалық себептермен туындаған тоқтау уақыттары болып табылады. Қозғалыс көлемінің төмендеуін және уақытша жүктемені азайту үшін, яғни уақытша жүктеу және көлік құралдарының күнтізбелік қорын толығымен толық пайдалану тау-кен техникасының жұмысын бақылау жүйесін қолданады.

Қозғалыстың толық циклі 4960 м; Цикл уақыты - 17 минут 30 сек .; Жүктеменің орташа жылдамдығы 15,6 км / сағ; жүктеменің максималды жылдамдығы - 29,8 км / сағ; орташа салмағы - 19,95 км / сағ; ең жоғары жылдамдық жүктемесі - 32,6 км / сағ; трассаның орташа бұрышы - 8.45%.

Самосвалда орнатылған контроллер жүктемесі көмегімен, самосвалдың жол жүрген кезіндегі күтіп тұрға кеткен уақыты , 5-суретте көрсетілген (суретте, жасыл желі - уақыт шкаласы).

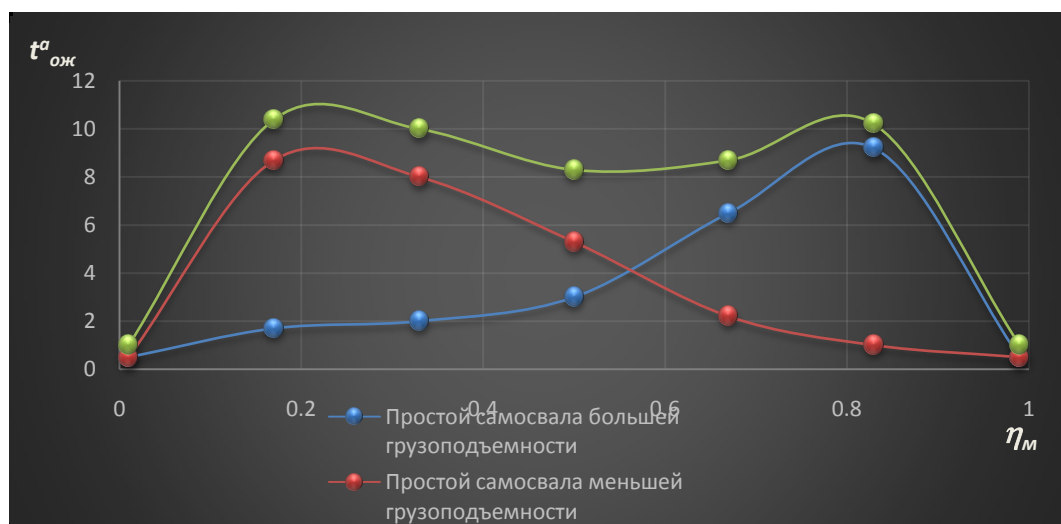
Тоқтау аймақтары 1, 2 және 3 секциялардағы суретте көрсетілген. Сонымен қатар тоқтау уақыттары, бірінші аймақта қарапайым самосвал 258 сек, екінші аймақта - 88 сек, ал үшінші аймақта - 60 сек. Бірінші аймақтағы бос тұрудың көбірек болуы жүктеу нүктесінде қалыптасқан кезекпен түсіндіріледі (5-сурет). Жүк түсіру кезіндегі уақыт жоғалуы шамалы, себебі оңтайлы ені түсіру платформасы пайда болды. Жүктеу нүктесінде тоқтауды келесі себептермен түсіндіруге болады. Жүк таситын машиналардың паріктегі санын анықтаған кезде, машиналардың саны бүтін емес, бөлшек болып табылады. Самосвалдардың бос күйінде күту уақытының пайда болуы, самосвал санын көбірек алу себебінен, ал самосвал санын азайту экскаватордың бос тұруына алып келеді.

Статистикалық деректер мен жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша, бір самосвалға арналған экскаватордың жүктеуді алдын-ала болжау кезінде уақыт жоғалуы кең ауқым бойынша өзгеруі мүмкін және жүктеме үшін 10 минутқа жетеді, ал жылына орта есеппен 498 сағат. Машиналардың тоқтап қалуының салдарынан экспортталатын тау-кен массасының жалпы көлемі азаяды, нәтижесінде тұтастай тау-кен өндірісі кәсіпорындары үшін экономикалық шығындардың немесе экскаватордың жұмыс істемей тұрған кезде төменгі санына әкеледі.



5-сурет Қозғалыс кезінде жылдамдықтың, биіктік пен жүру уақыттына тәуелділігі Качар карьерінде

Нәтижелерге сүйене отырып, бір экскаваторға жіберілген машиналардың әртүрлі типтері үшін бос көлік құралдарының кестесі жасалды, сондай-ақ ауыр жүк таситын машиналар үлесінің түрлі мәндері үшін самосвалдардың түрлі паркінің құрылымы үшін жалпы бос уақыт кестесі жасалған (6-сурет).



6-сурет –Самосвалдар паркінің жалпы жұмыс істемейтін уақыт $t_{ож}^a$ самосвалдар құрылымын қатынасына тәуелділігі η_m

5-суреттегі кестелердің деректерін талдай отырып, келесі қорытындыларды шығара аламыз: біріншіден, жүктеуді күтетін самосвалдардың жоғалуы нөлге тең болады, $\eta_m = 0$ и $\eta_m = 1$, яғни парк құрылымының бір түрі; екіншіден, η_m 0 ден 1-ге дейінгі көрсеткіштің нақты мәндерінде әртүрлі типтегі самосвалдар санының ұтымды қатынасы бар,

оларда экскаватордың нақты түрімен жұмыс жүктемені болжау кезінде барлық самосвалдардың ең аз жалпы шығыны сипатталады.

Жалпы, экскаваторға арналған әртүрлі сыйымдылықтағы самосвалдардың оңтайлы бекітілуін қалыптастыру моделі төмендегідей болуы мүмкін:

$$s(t_{ож}^a) = \{A_m, \eta_m\} \longrightarrow Opt, \quad (9)$$

мұндағы $s(t_{ож}^a)$ – экскаватордың артындағы самосвалдардың ең аз уақыт $t_{ож}^a$ жоғалуларын қамтамасыз ететін оңтайлы параметрлердің векторы;

A_m – жолдағы жүк машиналарының саны.

Дегенмен, теңдеу (9) бойынша оңтайлы шешімді практикада әрқашан қол жеткізе бермейді, себебі самосвалдардың әрбір түрінің қажетті саны кәсіпорын үшін қол жетімді болмауы мүмкін. Сондықтан, бұл міндет парк құрылымында шектеулер болуы мүмкін және кемшіліктерді жою үшін экскаваторларға арналған самосвалдардың рационалды бекітілуін іздейді.

Әр түрлі типтегі A_{mij} самосвалдарын және экскаваторларға барынша тиімді бекіту міндеті келесідей тұжырымдалған: самосвал парк құрылымының коэффициентінің жиынтығынан осындай вектор s^* санын табу керек, осылайша барлық самосвалдардың экскаваторына $T_{ож}^{*a} = F(s^*, t_{ож}^a(s^*))$ кез келген басқа үшін $s \in S$:

$$T_{ож}^{*a} = F(s^*, t_{ож}^a(s^*)) \longrightarrow \min, \quad \text{при } \sum_{j=1}^m A_{mij} \leq A_{mi}. \quad (10)$$

«Соколов-Сарыбай тау-кен байыту комбинаты» АҚ-ның Качарск кен орнына арналған самосвалдардың қайта бөлінуі: автокөлікпен ашық карьерде 8 түрлі экскаваторлар (ЭКГ - 8, SAT - 993К, Hitachi 3600, Hitachi 5500) жұмыс істейді; Жүк таситын автокөліктер паркі әр түрлі типтегі 35 түрлі көліктен (БелАЗ - 7513, БелАЗ - 7514, SAT - 777 және Hitachi EN 3500) тұрады, олар әртүрлі тасымалдау қашықтығы бар екі жүк тиеу қоймасына барады. Қозғалыс жоспарланған интервал SAT - 777 үшін t_p мәніне сәйкес белгіленеді. Барлық қажетті индикаторлар есептелді және самосвалдарға экскаваторларға ақылға қонымды түрде қондыру шешімін тапты. Алынған ерітінді рұқсат етілген болып табылады, бірақ оны іске асыру барлық көлік құралдарының айналымының бір айналымы үшін 11,1 минут көлеміндегі самосвалдардың толығымен үзілуімен байланысты. Сондай-ақ, самосвалдар паркінің қолданыстағы құрылымымен алынған шешім, машиналардың жетіспеушілігіне байланысты мерзімді үзілістерге жол ашады. Экскаватордың жұмыс үзілісін болдырмау үшін SAT-777 ашық карьердегі самосвалдардың санын 15 бірлікке арттыру ұсынылды. Сонымен бірге, Соколов-Сарыбай тау-кен байыту комбинаты кәсіпорындарында жүк тиеу операциялары кезінде жүктемені төмендету және тау-кен массасының экономикалық шығындарын азайту есебінен жалпы экономикалық өндірістік тиімділік жылына 203334 мың теңгені құрайды.

Карьерде жұмыс істейтін ашық карьердегі паркінің құрылымын талдау көрсеткендей, жөндеу уақытының айтарлықтай бөлігі машиналардың рамалары мен суспензияларының жөндеуге жұмсалады.

7-суретте 2017 жылға арналған карьерде жұмыс істейтін БелАЗ-75131 брендінің 15 автомобилі мен әртүрлі брендтерінің 20 автокөлігін қамтитын БелАЗ-7555, БелАЗ-7514, САТ-777 және Hitachi EH 3500 самосвалдардың парк құрылымы көрсетілген. Парктің үзіліске кеткен уақыт деректерін өңдеу нәтижелері бойынша мәліметтер келтірілген.

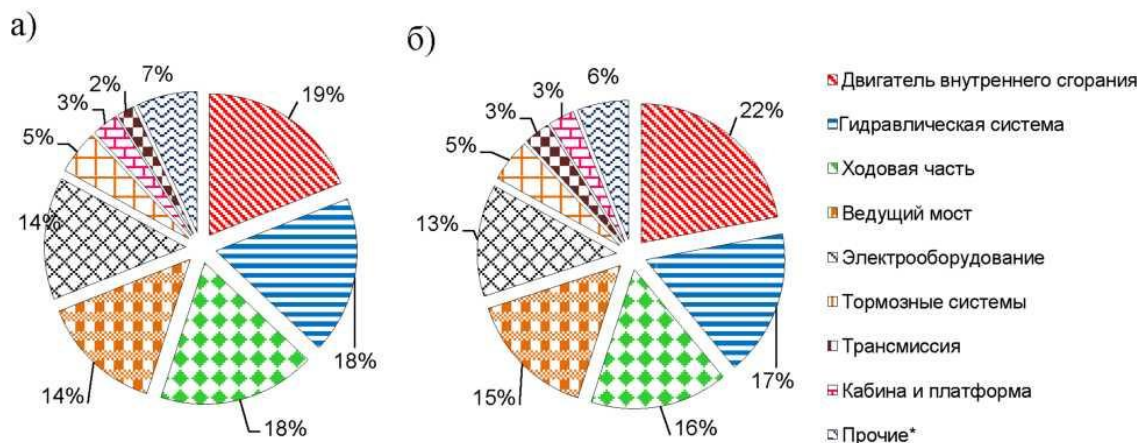


Рисунок 7 - Структура простоев парка автосамосвалов на Качарском карьере за 2017 год а) распределение отказов б) время простоя на ремонте

7-сурет - Качар кен орнындағы самосвалдар паркінің 2017 жылға арналған тоқтауының құрылымы а) бұзылу себептері уақыты бойынша б) жөндеу жұмыстарына тоқтау уақыты бойынша

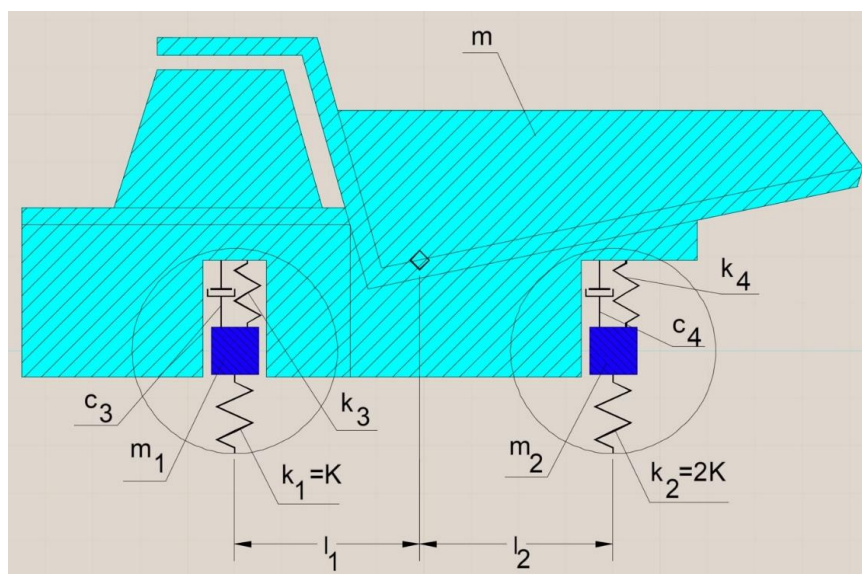
Бұл суреттен көріп отырғанымыздай, уақыттың 18% -ы шассиге түседі, сонымен қатар басқа жөндеу жұмыстарының құрылымында уақыттың төрттен біріне дейін дәнекерлеу жұмыстары жүргізіледі. Тұтастай алғанда, барлық жөндеу жұмыстары кезіндегі уақыттың 25 пайызын құрайтын металлдарды жөндеу.

Металл конструкцияларының бұзылу себептерінің негізгі конструкцияларының ең көп жүктелген учаскелерінде сызаттардың пайда болуы болып табылады.

БелАЗ самосвалдарының конструкцияларының жүктеу кезде элементтерінің ауытқуларын сипаттайтын математикалық модельдер әзірленді. Есептеу үшін мақалаға сәйкес автомобильдің динамикасының оңайлатылған үлгісін 4 дәрежелі еркіндікпен қолданамыз. Бұл схема 8-суретте келтірілген. Бұл схема үшін келесі осьтердің орналасуы таңдалады: X осі көлік құралының қозғалыс бағытына, көлденең бағытта Y осіне, ал Z осі тік бағытта бағытталсын. Осы схемаға сәйкес, көліктің негізгі бөлігі тасымалданатын жүктің көмегімен (мысалы, ашылатын) жүктелетін және әртүрлі биіктіктен бөліктерге түсе алатын m-дан шоғырланған, демпферлік машинаны жүктеу кезінде модельдеуге болады. Белгіленген массасы m тік

ығысуына, сондай-ақ Y осі айналасында айналу мүмкіндігіне ие болуы мүмкін.

«Әмбебап механизмі» бағдарламалық буманы пайдалана отырып, динамика мәселелерді шешуде зерттеу үшін жобалық схемасы (сурет 8) негізделген. Бағдарлама мүлдем қиын жүйелі механикалық заттарды немесе кинематикалық және күш элементтері қосылған, серпімді органдарды тергеу процесін автоматтандыруға арналған. Құрылымдарға жүк тиеу кезінде түсетін динамикалық жүктемені төмендету ықтимал бір жолы, тау массасын жүктеу кезінде, гидравликалық домкраттарды пайдалануы ұсынылады. Жүктеу операциясы біткен соң, домкрат қайта жиналып, самосвалдың тіреу конструкцияларына күш баяу түсіріледі.



8- сурет БелАЗ 4555В самосвалының есептік диаграммасы

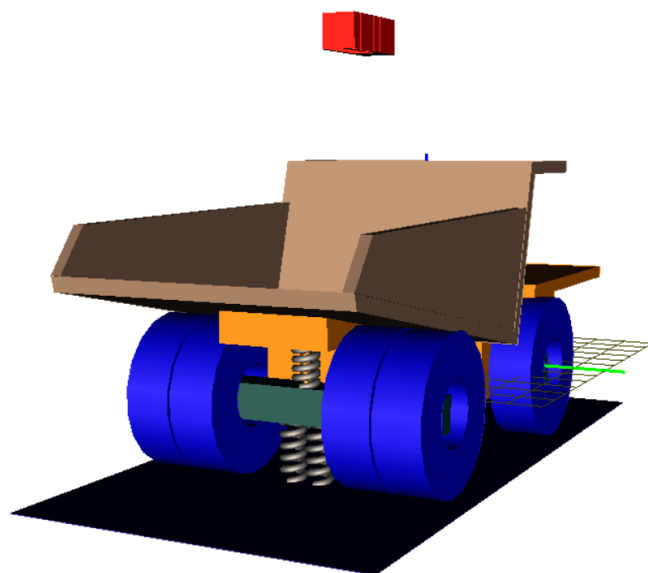
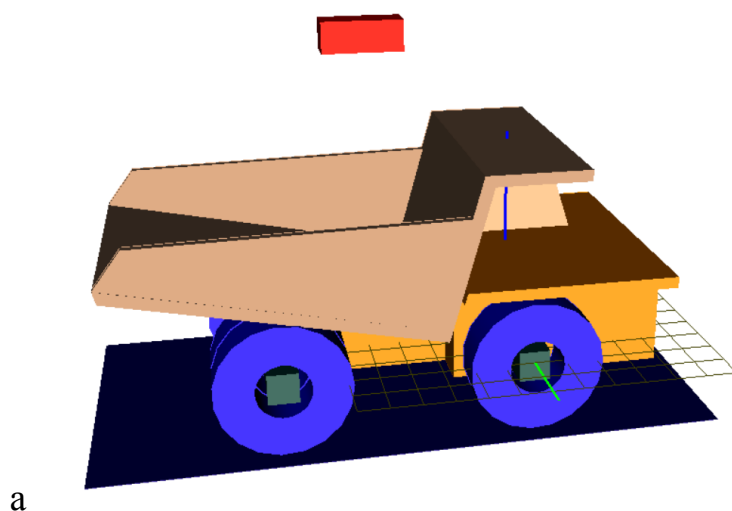
Үлгі самосвал құрастыру үрдісі төмендегідей болды:

- самосвал үлгісінің сипаттамасы: модельдің графикалық суреттері, дене құрылды, деректер ілмектер, биполярлық күштер, байланыс күштері ретінде сұралды;

- модель қозғалыс теңдеулерін синтездеу: модель толығымен UM Simulation бағдарламасында жасалғаннан кейін, координаттардың бастапқы шарттары самосвалдың тепе-теңдік жағдайына қатысты есептеледі.

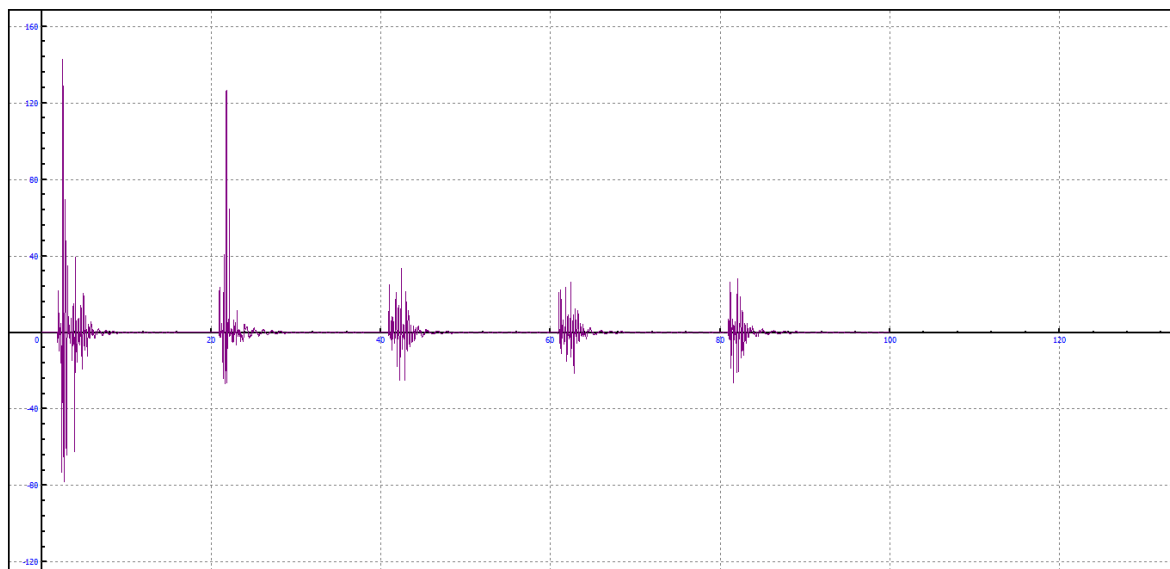
9-суретте суспензияның массасы бар есептелген модель көрсетілген. Суспензияның конструктивтік және сандық параметрлері тірек тіреулерге жүктемелерді қалыптастырудың маңызды факторларының бірі болып табылады. Суспензия автокөлік жолының бұзылуының кездейсоқ процесін және суспензияның бекіту нүктелерінде рамамен тікелей қабылдайтын кездейсоқ процестің тиісті реактивтік кездейсоқ процесін түрлендіреді. Динамикалық процестер самосвалдың негізгі түйіндерінің төмен жиілікті тербелістерінің сипаттамасына дейін азаяды (10-сурет).

Экскаватор жүктелу процесінде динамикалық жүктеменің мәнін теориялық тұрғыда анықтауға мүмкіндік беретін, УМ динамикалық талдау модулін тау жыныстарының тіркемелеріндегі тірек конструкциялар элементтерінің жай-күйінің динамикалық жүктемелерін есептеу үшін пайдалану. Мойынтіректегі металл конструкцияларындағы тербелістерді талдау үрдісін талдау, кернеулердің экспериментальды түрде алынған соңғы саны мен динамикалық модельдеу әдісімен алынған 10-15% -дан ерекшеленетін жүктеме циклдерінің санын анықтауға мүмкіндік берді. Бұл есептік және компьютерлік модельді құру кезінде көптеген болжамдар мен оңайлықтардың қабылдануымен түсіндіріледі.



9-сурет Жүк көтеру процесінің динамикасын зерттеу үшін БелАЗ 7555В модельдік самосвал

P (кН)



t(сек)

10-сурет. Жүктеме кезінде алдыңғы суспензияға түсетін жүкте көрсеткіші

1-кестеде ЭКГ-10 және ЭКГ 12.5 экскаваторларымен жүктеу процесінде самосвалдар суспензиясына күштің түсу нәтижесі көрсетілген.

1-кесте Самосвал жүк тиеу процесінде динамикалық жүктеме көрсеткіші

Экскаватор типтері	Ковш.№	Динамикалық күш әсері, кН	
		Алдыңғы суспензия	Артқы суспензия
ЭКГ 10	1	135	138
	2	134	125
	3	20	38
	4	28	28
	5	40	26
ЭКГ 12,5	1	150	145
	2	144	139
	3	60	38

БеЛАЗ-75131 самосвалының жақтауының ҚҚС статистикалық есептеуі жүйеге қолданылатын тұрақты күштердің әсерінен кернеу-штамм күйін анықтау және рұқсат етілген кернеулердің конструкциясын жобалау.

11-суретте тасты массаны самосвалдың корпусына жүктеу кезінде рамаға әсер ететін ең қарқынды аудандар көрсетілген.

ҚҚС шеңберін имитациялау және тіреуішсіз модельдеу нәтижелері 2-кестеде келтірілген. Есептелген деректерге сәйкес тіректерді пайдалану кадрдағы кернеулерді азайтатынын айтуға болады.

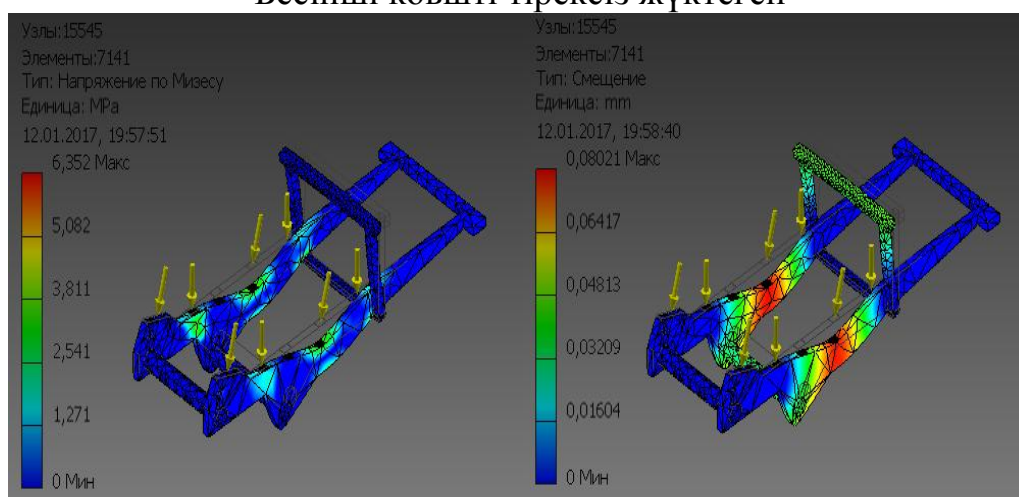
2-кесте Қойма жүкшығының кернеуі тиеу тәртібі бойынша

Экскаватор	№ ковша	Кернеу, МПа	
		Тіреусіз	Тіреімен
ЭКГ-12,5	1	3.4	3.1
	2	5.1	2.8
	3	11.3	5.8
	4	12	6.4
	5	19.4	10.6

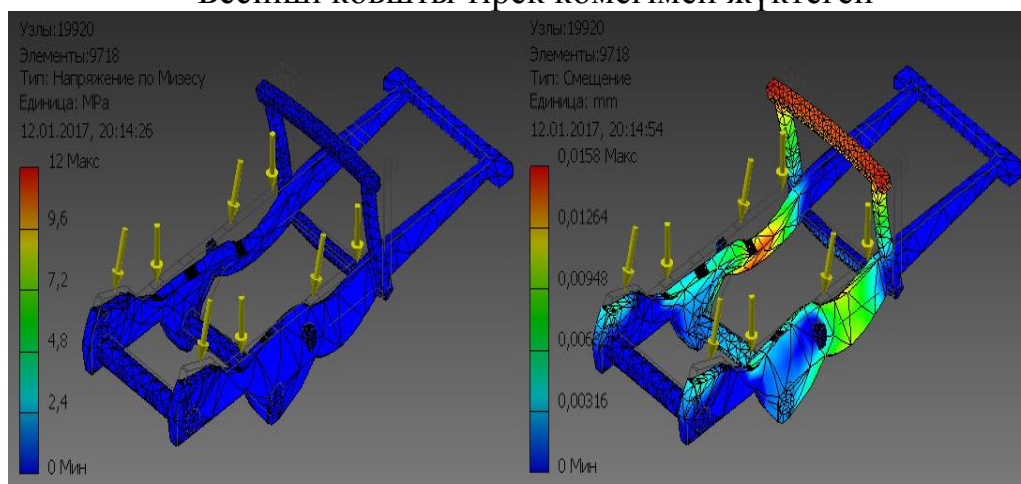
Тау кен массасын жүктеу кезінде көтергіш металл ең жүктемедегі аудандардың жақтауын жатқан ақауларды туындауын болдырмау және динамикалық жүктемені азайтуға мүмкіндік береді дамп орган туралы жеңіл-баж дамп жеңілдік жиынтығы тірегі ұштастыра отырып, жоғары қуат экскаваторлар пайдаланып динамикалық жүктемені азайту үшін, осылайша өнімділігін арттыру экскаватор- автомобиль кешенін қолдануға болады.

Қуатты және тиімді экскаваторлармен бірге жоғары өнімділігі төмен қуатты тау-кен самосвалдарын пайдаланудың негізгі кедергісі динамикалық жүктеме болып табылады.

Бесінші ковшті тірексіз жүктеген



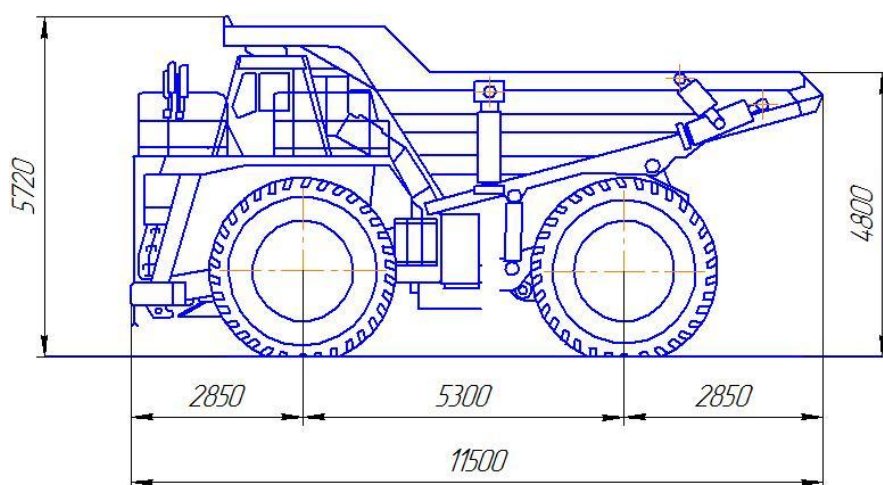
Бесінші ковшты тірек көмегімен жүктеген



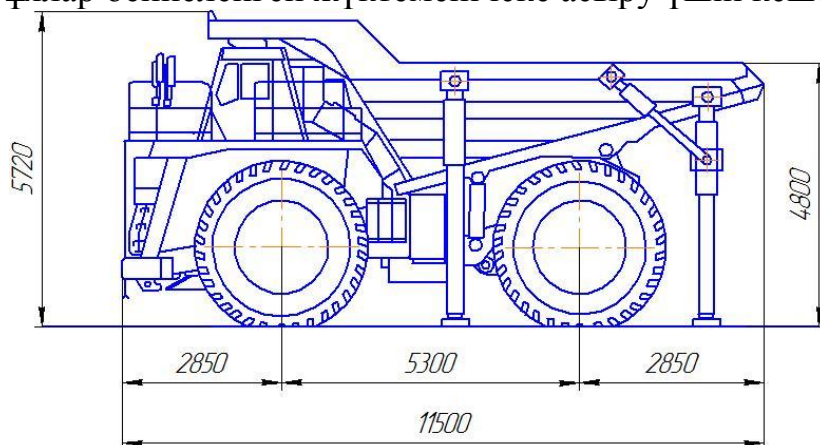
11- сурет - демпферлік жүк көлігіндегі тау массасын тіреу көмегімен және тіреу көмегізсіз жүктеген кездегі жақтауды ҚҚС анализы

Деректер кадрдың тірек ҚҚС есебінсіз ең қарқынды компоненттерін, металды аталу, статикалық жүктеме жағдайларда, 2 және 3-ші қорабының көлденең балка арасындағы аймақтағы кадр бойлық рангоуте үшін ең тиелген бағыттарын анықтады; подрубре, 3-ші кросс мүшесі; корпустың көзі мен қолын бекітуге арналған.

Әдіс жүктеу үдерісінде жүк тиеу процесінде беткі қабаттың топырақ бетіне сүйенеді және экскаватор шкафынан тау массасынан түсетін жүктемені қабылдауды қарастыратын тіркемелі гидравликалық телескопиялық куштерді қолдайтын құрылғы бар. Самосвалдың корпусын жүктегеннен кейін, түйіспелер тұтас жүктемені самосвалдың тірек конструкцияларына ауыстырып жібереді. (12-13 сурет)



12-сурет - Бастапқы (жұмыс істемейтін, көліктік) позицияда гидравликалық ұялар бейнеленген жүктемені іске асыру үшін кешеннің жалпы көрінісі



13-сурет - Жұмыс жүктемесінде жүк тиеу машиналарының жалпы көрінісі.

Осындай сындарлы шешім өз жұмысының сенімділігін арттыру үшін самосвалдың тірек конструкцияларына жүктемені азайтады. Жүктемелерді азайту нәтижесінде тіреуіш аркалықтардың көлденең қималарын азайтуға, металл тұтынуды, ыдыстың коэффициентін және машинаның құнын төмендетуге болады.

Бұдан басқа, қосалқы бөлшектерді пайдалану қуатты экскаваторлармен бірге жұмыс істеуге арналған самосвалдарға мүмкіндік береді. Жоғары қуатты экскаваторлары бар шағын қуатты самосвалдардың жұмысы тау-кен жұмыстарына дайындық жұмыстарының көлемін және карьердегі барлық көлік инфрақұрылымын құрудың күрделі шығындарын азайтады.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу жұмыстың келесі негізгі нәтижелерін тұжырымдауға мүмкіндік берді.

1. Тау-кен кәсіпорнында автокөлік қозғалысын басқаруға мүмкіндік беретін тау жыныстарының самосвалдарының әрбір түрі үшін өндірістік факторлардың өнімділікке әсер етуінің бірыңғай және көп факторлы модельдері ұсынылған.

2. Жүк көтергіш машиналардың паркін әртүрлі типтегі құрылымымен жұмыс істейтін факторлардың әсер ету тәуелділігі белгіленді, бұл әр самосвал үшін әр самосвалдың минималды болуы үшін әртүрлі техникалық сипаттамалары бар самосвалдардың осындай комбинациясын таңдауға мүмкіндік береді.

3. ЭҚГ-12.5 экскаваторымен жүктелген кезде БелАЗ-7555В самосвалының жүк көтергіш металл конструкцияларының элементтерін есептеуге мүмкіндік беретін, самосвал жүкшығыршақты тасты массасын жүктеу процесінде компьютерлік есептеу модельдері ұсынылады. Алдыңғы суспензиядағы 150 кН-ға дейінгі динамикалық күштер және артқы суспензияның рұқсат етілгеннен әлдеқайда жоғары екендігі анықталды. Қуатты экскаваторлармен бірге жоғары өнімділігі төмен қуатты тау-кен қазғыш машиналарын пайдалануда негізгі кедергі болып, 30-40% -дан асатын тау жыныстарының массасын жүктеу кезінде пайда болатын динамикалық күштер болып табылады және осы жағдайда туындайтын кернеулердің шамасы 2-2,5 рет.

БелАЗ-7547 самосвалының жақтауының ҚҚС-ның статикалық есептелуі жүргізілді және қаптама 10,57 МПа 0,14 мм-де белгіленді, ал 19.39 МПа-да тіреуішті төмендетті 0,025 мм-ге дейін.

5. Жүк тиеу машинасының корпусына бекітілген тиісті сыйымдылықтағы телескопиялық ұялармен бірге тиеу үшін әзірленген кешен ЭАК тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді, соның арқасында қолданыстағы көліктік құрамның құрамымен салыстырғанда 15-20% -ға артып, жылдық экономикалық тиімділікке ие болады. Качардың мансабына 230 миллион теңгеден астам қаржы жұмсалды.