

АННОТАЦИЯ

8D07203 – «Тау-кен ісі» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін диссертацияға
ШАКЕНОВ АМАН ТӨЛЕГЕНҰЛЫ

ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ КӘСІП ШІГІ ЖОЛДАРЫ САПАСЫН БАҒАЛАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЖАҚСARTУ ЖОЛДАРЫ

Жұмыстың өзектілігі.

Тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарындағы көлік жүйелерінің энергия тиімділігінің жай-күйін талдау тау-кен және көліктік жұмыстардың энергетикалық сипаттамаларын анықтайтын негізгі параметрлерге карьерлік самосвалдардың қозғалыс жылдамдығының режимдері және олардағы жылжымалы кедергілерге тәуелді болатынын көрсетеді. карьер жол төсемінің жағдайы.

Әртүрлі зерттеулерге сәйкес, көлік құралдарының қозғалыс ағынының параметрлеріне сәйкес келетін жол және жол төсемінің жобаларын ұсыну және жолдарды неғұрлым мұқият салу және күтіп ұстау арқылы жекелеген объектілер үшін технологиялық көлік құнын 20-60% төмендетуге болады. Бұл ретте, автомобильді тасымалдау жұмыстарының құнының құрылымын ескере отырып, жол жағдайлары тау-кен массасын автосамосвалдармен тасымалдау шығындарының кем дегенде 23 - 27% құрайды.

Ашық кен өндіру кәсіпорындарының ғылыми қызметкерлері мен жұмысшылары өндіру әдісін қолдана отырып, ішкі карьер жолдарының жабынының сапасының нашарлауының автосамосвалдардың жұмыс жағдайына кері әсерін азайтудың әртүрлі жолдарын ұсынады, бірақ олар жүйелі емес және бұл мәселені түбегейлі шеше алмайды.

Бұл мәселені шешу олардың металл конструкцияларының жүктемелерін тіркеуге арналған датчиктер жүйесімен жабдықталған автосамосвалдар паркін кеңінен және үйлесімді жаңарту және карьерішілік технологиялық жолдардың сапа көрсеткіштерін, әсіресе бірігетін параметрлерді жақсарту арқылы жүзеге асырылуы тиіс. автосамосвалдарды пайдалану тиімділігі мен қауіпсіздігіне айтарлықтай әсер етеді, сондай-ақ жалпы тау-кен жұмыстарына шығындарды анықтайды.

Жоғарыда айтылғандар энергия тиімділігін айтарлықтай арттыратын зерттеулер жүргізу қажет деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді озық жабдықтарға негізделген заманауи бақылау әдістерін қолдана отырып, тау-кен және көлік машиналары .

Осылайша, диссертациялық зерттеу тақырыбы өзекті және тау-кен ғылымы мен өндірісіндегі ғылыми-техникалық прогреске сәйкес келетін мәселені шешеді.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты – карьерішілік технологиялық жолдардың жай-күйін сапалы бақылауды қамтамасыз ету, жедел басқару шешімдерін қабылдауға және пайдаланудың ұтымды параметрлеріне қол жеткізу үшін болжамды шараларды құруға мүмкіндік беру арқылы тау-кен және көлік техникасын пайдаланудың энергия тиімділігін арттыру. ашық әдіспен өндірудің тиімділігі.

Жұмыстың негізгі идеясы - ашық әдіспен өндірудің тиімділігінің ұтымды параметрлеріне қол жеткізу үшін жол төсемінің сапасының технологиялық көліктің пайдалану көрсеткіштеріне әсер ету заңдылықтарын белгілеу.

Зерттеу мақсаттары:

1. Жұмыс тиімділігіне әсер ететін тәуелділік пен факторларды анықтау үшін карьерішілік технологиялық жолдардың ағымдағы жағдайын және олардың жағдайын бақылау әдістерін талдау ашық әдіспен өндіруге арналған тау-кен көліктері;

2. Автосамосвалдардың металл конструкцияларының кернеулі-деформациялық күйін интеллектуалды талдау негізінде карьерлік көліктердің тау-кен және жол жұмысының жағдайын бағалау әдістемесін, самосвалдардың осьтеріндегі жүктердің сипаттамаларын және жол бөлігінің енін ғылыми негіздеу. карьерішілік технологиялық жолдардың жағдайына байланысты; Карьерішілік технологиялық жолдардың типтері мен ақауларының сипаттамаларын анықтау және тану әдістемесін жасау, оқыту. жол төсемінің сапасы, тау жыныстарының көтерілу (түсіру) биіктігі, жолдардың еңісі, жоспардағы маршруттың күрделілігі, қозғалыс режимдері және сындарлы – жүк тиеу және жол төсемінің ақауларынан қозғалу кезінде тау-кен автосамосвалдарының металл конструкцияларына түсетін жүктемені өлшеу арқылы автосамосвалдардың параметрлері;

Карьер ішілік технологиялық жолдардағы ақаулардың сипаттамаларына автосамосвалдардың металл конструкцияларын тиеудің регрессиялық тәуелділіктерін тәжірибе жүзінде белгілеу.

Зерттеу объектісі – технологиялық автомобиль көлігін пайдаланатын карьерлер.

Зерттеу пәні – карьерішілік технологиялық жолдардың жай-күйі көрсеткіштерінің өзгеру заңдылықтары және олардың тау-кен және көлік техникасының пайдалану сипаттамаларына әсері.

Зерттеу әдістері. Негізгі зерттеу әдісі ішкі карьерлік жолдардың техникалық жай-күйін анықтау мен бағалаудың кешенді тәсілі, самосвалдардың борттық бағдарламалық жүйесінің тиімділігін бағалау кезінде сенімділік теориясы, қателер теориясы, типті бағалау кезінде модельдеудің математикалық әдістері және интеллектуалды талдау. карьерлік жолдардағы ақаулар мен сипаттамалары, ықтималдық теориясы және өлшеу нәтижелерін өңдеу кезіндегі математикалық статистика.

Жұмыстың ғылыми принциптері мен нәтижелері:

1. Тау-кен автосамосвалдарының энергия тиімділігін арттыру

жұмсалатын еңбек шығындарын 8-10 есеге азайту, самосвалдардың жылдамдығын 24%-ға арттыру, жол жамылғысының жай-күйі туралы ақпарат негізінде дизельдік отынның жылдық шығынын азайту арқылы қамтамасыз етіледі. ;

2. Жол төсемінің сапасын, тау жыныстарының көтерілу (түсіру) биіктігін ескере отырып, карьерлік автосамосвалдардың металл конструкцияларының олардың қозғалысы кезінде олардың жүк көтергіштігінің өзгеруін талдау нәтижелері бойынша жолдардың көлбеулігі, трассаның жоспардағы күрделілігі, автосамосвалдардың қозғалыс режимдері мен жобалық параметрлері, карьердің тау-кен және жол жағдайларын ескере отырып, карьерлік көліктердің энергия тиімділігі мен өнімділігіне объективті баға қоюға болады.

3. Жүктеменің өзгеруін үздіксіз диагностикалау тау-кен автосамосвалдарының металл конструкциялары жүк тиелген тау-кен массасының бір бөлігінің орташа өлшемі 0,3-тен 0,6 м-ге дейін ұлғайған кезде, жүк тиеу кезінде және жүк тиеу кезінде самосвалдардың жүк көтергіш құрылымдарында максималды кернеу диапазоны болатынын анықтауға мүмкіндік береді. самосвалдардың қозғалысы 30-40%-ға артады. Автосамосвалдардың металл конструкцияларын тиеудің карьерлік жолдардағы ақауларға белгіленген регрессиялық тәуелділіктері төзімділік шегінен асатын металл конструкцияларының күрделі жүктерінің орташа амплитудалық диапазонын азайту арқылы карьерлік автосамосвалдардың металл конструкцияларының беріктігін арттыруға мүмкіндік береді. 2-2,5 есе шектейді.

Ғылыми жаңалық мынада:

- GPS жүйесін пайдалана отырып алынған нәтижелерді және борттық өлшеу және есептеу мәліметтерін синтездеу арқылы тау-кен автосамосвалдарының металл конструкцияларының жүктеме мәніне ішкі карьер жолдарының сапасы мен тау-кен автосамосвалдарының қозғалыс жылдамдығы режимдерінің әсерін анықтау. автосамосвалдар кешендері;

- анықтама жүк тиеу қаупін бағалауға мүмкіндік беретін ауыр жүкті автосамосвалдардың металл конструкцияларының тиеу параметрлері мен ұзақ мерзімділігіне кесектердің өлшемдері мен жүк тиеу шанағындағы жыныс массасының шамадан тыс жүктелу дәрежесінің әсері өндірушілердің нормативтік құжаттарында белгіленген рұқсат етілген шектен асатын параметрлер;

- автосамосвалдардың металл конструкцияларына түсетін жүктеме мен жылжымалы өлшеу жүйесімен тіркелген ішкі карьер жолдарының ақауларының параметрлері арасындағы аналитикалық тәуелділікті анықтау , бұл карьерлік автосамосвалдардың металл құрылымдарының беріктігін жылдам бағалауға және болжамды шараларды жасауға мүмкіндік береді. карьер жолдарын жөндеу.

Практикалық құндылығы:

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері нақты уақыт режимінде карьерлік жолдардағы анықталған ақаулардың даму қарқынын болжауға мүмкіндік береді. Бұл автосамосвалдардың металл құрылымдарына түсетін жүктеме деңгейін төмендетуді қамтамасыз етеді және тау-кен көліктерінің энергия тиімділігін арттыруға көмектеседі.

Зерттеу нәтижелерін апробациялау және жариялау. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері 9 жұмыста жарияланды, оның ішінде біреуі Scopus басылымдарында 41 пайыздық көрсеткішпен, үш жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Білім және ғылым комитеті ұсынған басылымдарда жарияланған. Халықаралық ғылыми конференцияларда бес баяндама. Сонымен қатар, жұмыс шеңберінде патенттік зерттеулер жүргізіліп, өнертабысқа бір патент алынды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Негізгі ғылыми нәтижелер, қорытындылар мен ұсыныстар төмендегідей:

1. Тау-кен және жол жағдайын бағалау және салыстыру
Карьердегі көліктерді пайдалану ұсынылады автосамосвалдардың карьерлік жолдардағы ақаулардан олардың қозғалысы кезінде олардың металл конструкцияларына түсетін жүктеменің өзгеруін есепке алудың статистикалық әдісі; оны үйретеді — жол жамылғысының жай-күйінің сапасы, тау массасының көтерілу (түсіру) биіктігі, жолдардың еңісі, жоспардағы маршруттың күрделілігі, қозғалыс режимдері Және сындарлы — опциялар самосвалдар.

2. Карьер жолдарының сапасын арттыру және қысқарту
тау-кен және көлік жұмыстарына арналған эксплуатациялық шығындарға карьер жолдарының түрлерінің, сипаттамалары мен ақауларының жай-күйін цифрлық бақылаудың әзірленген жаңа әдісін қолдану арқылы қол жеткізуге болады; карьерлік жолдардың жай-күйін бақылауға жұмсалатын еңбек шығындарын 8-10 есеге, самосвалдардың жылдамдығын 24%-ға арттыруды, жылдық тұтынуды тиісінше азайтуды қамтамасыз ету: дизельдік отын 14 тоннаға; нақты пайдалану жағдайларында бір самосвалға өнімділікті жылына 60 тоннаға арттыру (ҚР Патент № 36278, Бюллетень № 25, 23.06.23 ж.).

3. Регрессиялық талдау негізінде өзгерістің тәуелділіктері алынды жүктеме мәндері, карьердегі ақаулардың түрлері мен сипаттамаларын нақты уақыт режимінде автоматты түрде тануға мүмкіндік беретін самосвалдың серіппелі бөлігінде орнатылған қысым датчиктерін пайдалана отырып. жолдарды орнату, олардың параметрлерін орнату, жөндеу жұмыстарының көлемін жоспарлау және қауіпсіз пайдалану мерзімін болжау.

4. Карьерлік шахталардағы самосвалдардың жылдамдық режимдерін қадағалау
тиеудің сандық мәндерін үздіксіз тіркеу кезінде спутниктік позициялау жүйесі арқылы өлшеу орнына сілтеме жасай отырып, жол жағдайларының ақаулар санына әсер етуін көрсетті. автосамосвалдардың жүк көтергіш металл

құрылымдарында тау-кен массасын тиеу кезіндегі жағдайлардың әсерінен 2,2 есе көп.

5. Интеллектуалды аналитиканың электрондық үлгілері әзірленді Нейрондық желілерді пайдаланатын борттық бағдарламалық қамтамасыз ету деректері нақты уақыт режимінде карьерлік жолдардағы ықтимал ақаулардың түрлерін автоматты түрде тануға, жөндеу жұмыстарының көлемін жоспарлауға және тау-кен және көлік құралдарының қауіпсіз пайдалану мерзімін болжауға мүмкіндік береді.

6. Жұмыс бойынша ұсыныстарды қолдану көбінде мүмкін оларды әрекет ету тау-кен профиліндегі ғылыми-зерттеу, жобалау және оқу институттарында автомобиль көлігін пайдаланатын карьерлерді жобалайды.

АННОТАЦИЯ

к диссертационной работе на соискание ученой степени доктора философии (PhD) 8D07203 – «Горная инженерия»

ШАКЕНОВ АМАН ТУЛЕГЕНОВИЧ

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВНУТРИКАРЬЕРНЫХ ДОРОГ И СПОСОБЫ ИХ УЛУЧШЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Актуальность работы.

Анализ состояния энергетической эффективности транспортных систем на горных предприятиях показывает, что главными параметрами, определяющими энергетические характеристики горно-транспортных работ, являются скоростные режимы движения карьерных автосамосвалов и сопротивление качению по ним, которые зависят от состояния дорожного полотна карьеров.

По данным различных исследований за счет обеспечения конструкций дорог и дорожных одежд, соответствующих параметрам автотранспортного потока и более тщательного строительства и содержания дорог возможно снизить затраты на технологический транспорт по отдельным статьям на 20–60 %. В тоже время, учитывая структуру себестоимости автотранспортных работ дорожные условия определяют, по крайней мере 23 - 27 % затрат на перемещение горной массы автосамосвалами.

Исследователями и работниками горных предприятий с открытым способом добычи полезных ископаемых предлагают различные способы снижения негативного влияния снижения качества покрытия внутрикарьерных дорог на условия работы автосамосвалов, но они не являются системными и не могут кардинально решать эту проблему.

Решение такой задачи должно происходить за счет повсеместного и гармоничного обновления парка автосамосвалов, оснащенных системой датчиков регистрации нагрузок их металлоконструкций и улучшения качественных показателей внутрикарьерных технологических дорог, особенно тех их параметров, которые в совокупности существенно влияют на

экономичность и безопасность эксплуатации автосамосвалов, а также обуславливают затраты на горные работы в целом.

Изложенное позволяет сделать вывод о том, что необходимо проведение исследований, которые позволят существенно повысить энергоэффективность горно-транспортных машин, используя современные методы мониторинга на базе перспективной аппаратуры.

Таким образом тема диссертационного исследования актуальна и решает задачу, соответствующую научно-техническому прогрессу горной науке и производства.

Целью диссертационной работы - является повышение энергоэффективности эксплуатации горно-транспортного оборудования путем обеспечения контроля качества состояния внутрикарьерных технологических дорог, позволяющих оперативно принимать управленческие решения и составлять прогнозные мероприятия по достижению рациональных параметров эффективности открытых горных работ.

Основная идея работы заключается в установлении закономерностей влияния качества дорожного покрытия на эксплуатационные показатели технологического транспорта по достижению рациональных параметров эффективности открытых горных работ

Задачи исследования:

2. Анализ современного состояния внутрикарьерных технологических дорог и методов контроля их состояния по выявлению зависимостей и факторов, влияющих на эффективность работы горно-транспортных машин открытых горных работ;

2. Научно обосновать методику оценки горнотехнических и дорожных условий эксплуатации карьерного автотранспорта, особенностей нагрузок на оси автосамосвалов и ширину дорожного полотна на основе интеллектуального анализа напряженно-деформированного состояния металлоконструкций автосамосвалов в зависимости от состояния внутрикарьерных технологических дорог;

3. Разработать метод обнаружения и распознавания характеристик видов и дефектов внутрикарьерных технологических дорог, учитывающий качество состояния дорожного покрытия, высоту подъема (спуска) горной массы, уклон автодорог, сложность трассы в плане, режимы движения и конструктивные параметры автосамосвалов, путем измерения величины нагруженностей металлоконструкций карьерных автосамосвалов при их погрузке и движении от дефектов дорожного покрытия;

4. Экспериментально установить регрессионные зависимости нагруженности металлоконструкций автосамосвалов от характеристик дефектов внутрикарьерных технологических дорог.

Объект исследования - карьеры с применением технологического автомобильного транспорта.

Предмет исследования - закономерности изменения показателей состояния внутрикарьерных технологических дорог и их влияние на эксплуатационные характеристики горно-транспортного оборудования.

Методы исследования. Основным методом исследования является комплексный подход к выявлению и оценке технического состояния внутрикарьерных автомобильных дорог, теория надежности при оценке эффективности бортовых программных комплексов автосамосвалов, теория ошибок, математические методы моделирования и интеллектуального анализа при оценке вида и характеристик дефектов карьерных дорог, теория вероятностей и математической статистики при обработке результатов измерений.

Научные положения и результаты работы:

2. Повышение энергоэффективности работы карьерных автосамосвалов обеспечивается снижением трудозатрат на контроль состояния карьерных дорог в 8-10 раз, увеличением скорости движения автосамосвалов на 24 %, снижением годового расхода дизельного топлива на основе информации о состоянии дорожного покрытия;

2. По результатам анализа изменения величины нагруженности металлоконструкций карьерных автосамосвалов в процессе их движения, учитывающего качество дорожного покрытия, высоту подъема (спуска) горной массы, уклон автодорог, сложность трассы в плане, режимы движения и конструктивные параметры автосамосвалов, возможно устанавливать объективную оценку энергоэффективности и производительности карьерного автотранспорта с учетом горнотехнических и дорожных условий карьера.

4. Непрерывное диагностирование изменения величины нагруженности металлоконструкций карьерных автосамосвалов позволяет установить, что при увеличении среднего размера куска загружаемой горной массы от 0.3 до 0.6 м, максимальные размахи напряжений в несущих конструкциях автосамосвалов в процессе их погрузки и в движении автосамосвалов возрастают на 30-40 %..

4. Установленные регрессионные зависимости нагруженности металлоконструкций автосамосвалов от дефектов карьерных дорог, позволяют повысить долговечность металлоконструкций карьерных автосамосвалов, путем снижения среднего размера размаха амплитуд сложных нагружений металлоконструкций, превышающих предел выносливости в 2-2.5 раза.

Научная новизна заключается в:

- установлении влияния качества внутрикарьерных дорог и скоростных режимов движения карьерных автосамосвалов на величину нагруженности металлоконструкции карьерных автосамосвалов путем синтеза результатов, полученных с использованием системы GPS и данных бортовых измерительно - вычислительных комплексов автосамосвалов;

- определении влияния размеров кусков и степени перегрузки горной массы в кузове автосамосвала на параметры нагружения и долговечность

металлоконструкций большегрузных автосамосвалов, позволяющего оценивать риски выхода параметров нагруженностей за допустимые пределы, установленные нормативными документами заводов изготовителей;

-выявлении аналитических зависимостей между нагруженностью металлоконструкций автосамосвалов и параметрами дефектов внутрикарьерных дорог регистрируемых мобильным измерительным комплексом, позволяющих оперативно оценивать долговечность металлоконструкций карьерных автосамосвалов и составлять прогнозные мероприятия по ремонту карьерных автодорог.

Практическая ценность:

Результаты выполненных исследований позволяют прогнозировать скорость развития выявленных дефектов карьерных дорог в реальном режиме времени. Это обеспечивает снижение уровня нагруженностей на металлоконструкции автосамосвалов и способствует повышению энергоэффективности горно-транспортных машин.

Апробация и публикации результатов исследований. Результаты диссертационной работы опубликованы в 9 работах, из которых одна опубликована в изданиях Scopus с процентилем 41, три работы в изданиях рекомендованных ККСОН МНВО РК, пять докладов на Международных научных конференциях. Помимо этого, в рамках работы проведены патентные исследования и получен один патент на изобретение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты, выводы и рекомендации сводятся к следующему:

4. Оценку и сравнение горнотехнических и дорожных условий эксплуатации карьерного автотранспорта рекомендуется проводить статистическим методом регистрации изменения нагруженности металлоконструкций автосамосвалов в процессе их движения от дефектов карьерных дорог, учитывающему качество состояния дорожного покрытия, высоту подъема (спуска) горной массы, уклон автодорог, сложность трассы в плане, режимы движения и конструктивные параметры автосамосвалов.

5. Повышение качества карьерных автодорог и снижение эксплуатационных затрат на горно-транспортные работы может быть обеспечено путем использования разработанного нового способа цифрового мониторинга состояния видов , характеристик и дефектов карьерных дорог, обеспечивающего снижение трудозатрат на контроль состояния карьерных дорог в 8-10 раз, увеличение скорости движения автосамосвалов на 24 %, снижение годового расхода, соответственно : дизельного топлива на 14 т.; увеличение производительности на 60 т. в год на один автосамосвал в конкретных условиях эксплуатации (Патент РК № 36278, бюл. № 25, от 23.06.23 г.).

6. На основе регрессионного анализа получены зависимости изменения значений нагруженности металлоконструкций автосамосвалов при их

движении от дефектов дорожного покрытия, посредством датчиков давления, установленных на неподрессоренной части автосамосвала, что позволяет автоматически в реальном режиме времени распознавать виды и характеристики дефектов карьерных дорог, устанавливая их параметры, планировать объемы ремонтных работ и прогнозировать ресурс безопасной работы.

4. Мониторинг скоростных режимов работы автосамосвалов на карьерных дорогах при непрерывной записи численных значений нагруженности металлоконструкций автосамосвалов от дефектов и неровностей карьерных дорог с привязкой их по месту измерения спутниковой системой позиционирования показал, что влияние дорожных условий на количество отказов в несущих металлоконструкциях автосамосвалов в 2.2 раза больше, чем влияние условий при погрузке горной массы.

5. Разработанные электронные модели интеллектуальной аналитики данных бортовых программных средств с использованием нейронных сетей, позволяют автоматически в реальном режиме времени распознавать виды возможных дефектов карьерных дорог, планировать объемы ремонтных работ и прогнозировать ресурс безопасной работы горно-транспортных машин.

6. Использование рекомендаций работы возможно на большинстве действующих и проектируемых карьеров, использующих автомобильный транспорт, в научно-исследовательских, проектных и учебных институтах горного профиля.

ANNOTATION

for a dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) 8D07203
– “Mining Engineering”

SHAKENOV AMAN TULEGENOVICH

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF IN-PIT ROADS AND WAYS TO IMPROVE THEM USING DIGITAL TECHNOLOGIES

Relevance of the work.

An analysis of the state of energy efficiency of transport systems at mining enterprises shows that the main parameters that determine the energy characteristics of mining and transport operations are the speed modes of movement of quarry dump trucks and the rolling resistance on them, which depend on the condition of the quarry road surface.

According to various studies, by providing road and pavement designs that meet the parameters of vehicle traffic flow and more careful construction and maintenance of roads, it is possible to reduce the cost of technological transport for individual items by 20–60%. At the same time, taking into account the structure of the cost of road transport work, road conditions determine at least 23 - 27% of the costs of moving rock mass by dump trucks.

Researchers and workers of open-pit mining enterprises using the method of mining, they offer various ways to reduce the negative impact

of the deterioration in the quality of pavement of in-pit roads on the operating conditions of dump trucks, but they are not systematic and cannot radically solve this problem.

The solution to this problem should occur through the widespread and harmonious renewal of the fleet of dump trucks equipped with a system of sensors for recording the loads of their metal structures and improving the quality indicators of in-pit technological roads, especially those parameters that together significantly affect the efficiency and safety of operation of dump trucks, and also determine costs for mining operations in general.

The foregoing allows us to conclude that it is necessary to conduct research that will significantly increase energy efficiency mining and transport machines, using modern monitoring methods based on advanced equipment.

Thus, the topic of the dissertation research is relevant and solves a problem corresponding to scientific and technological progress in mining science and production.

The purpose of the dissertation work is to increase the energy efficiency of the operation of mining and transport equipment by ensuring quality control of the condition of intra-quarry technological roads, allowing for prompt management decisions and drawing up forecast measures to achieve rational parameters for the efficiency of open-pit mining.

The main idea of the work is to establish patterns of influence of the quality of the road surface on the operational performance of technological transport to achieve rational parameters for the efficiency of open-pit mining.

Research objectives:

3. Analysis of the current state of intra-quarry technological roads and methods for monitoring their condition to identify dependencies and factors affecting work efficiency mining transport vehicles for open-pit mining;

2. To scientifically substantiate the methodology for assessing the mining and road operating conditions of quarry vehicles, the characteristics of loads on the axles of dump trucks and the width of the roadway based on an intelligent analysis of the stress-strain state of metal structures of dump trucks depending on the condition of intra-quarry technological roads;

a method for detecting and recognizing the characteristics of types and defects of intra-quarry technological roads, learning the quality of the road surface, the height of the ascent (descent) of the rock mass, the slope of the roads, the complexity of the route in plan, driving modes and constructive parameters of dump trucks, by measuring the load on the metal structures of mining dump trucks during loading and movement from road surface defects;

4. Experimentally establish regression dependencies of the loading of metal structures of dump trucks on the characteristics of defects in intra-quarry technological roads.

The object of the study is mining pits using technological road transport.

The subject of the study is the patterns of changes in indicators of the condition of intra-quarry technological roads and their impact on the operational characteristics of mining and transport equipment.

Research methods. The main research method is an integrated approach to identifying and assessing the technical condition of internal quarry roads, the theory of reliability when assessing the effectiveness of on-board software systems of dump trucks, the theory of errors, mathematical methods of modeling and intellectual analysis when assessing the type and characteristics of defects in quarry roads, the theory of probability and mathematical statistics when processing measurement results .

Scientific principles and results of work:

3. Increasing the energy efficiency of mining dump trucks is ensured by a reduction in labor costs for monitoring the condition of quarry roads by 8-10 times, an increase in the speed of dump trucks by 24%, a reduction in annual diesel fuel consumption based on information about the condition of the road surface;

2. Based on the results of the analysis of changes in the load value of metal structures of quarry dump trucks during their movement, taking into account the quality of the road surface, the height of the ascent (descent) of the rock mass, the slope of roads, the complexity of the route in plan, driving modes and design parameters of dump trucks, it is possible to establish an objective assessment of energy efficiency and productivity of quarry vehicles, taking into account the mining and road conditions of the open pits.

5. Load changes metal structures of mining dump trucks allows us to establish that with an increase in the average size of a piece of loaded rock mass from 0.3 to 0.6 m, the maximum stress ranges in the load-bearing structures of dump trucks during their loading and during the movement of dump trucks increase by 30-40%.

4. The established regression dependencies of the loading of metal structures of dump trucks on defects in in-pit roads make it possible to increase the durability of metal structures of quarry dump trucks by reducing the average amplitude range of complex loads of metal structures that exceed the endurance limit by 2-2.5 times.

Scientific novelty lies in:

- establishing the influence of the quality of in-pit roads and speed modes of movement of mining dump trucks on the load value of the metal structures of mining dump trucks by synthesizing the results obtained using the GPS system and data from on-board measuring and computing complexes of dump trucks;

- definition the influence of the size of the pieces and the degree of overload of the rock mass in the body of a dump truck on the loading parameters and durability of metal structures of heavy-duty dump trucks, which makes it possible to assess the risks of load parameters exceeding the permissible limits established by the regulatory documents of the manufacturers;

- identifying analytical dependencies between the load on metal structures of dump trucks and the parameters of defects in internal quarry roads recorded by a mobile measuring system, which allows one to quickly assess the durability of metal

structures of quarry dump trucks and draw up predictive measures for the repair of in-pit roads.

Practical value:

The results of the performed studies make it possible to predict the rate of development of identified defects in quarry roads in real time. This ensures a reduction in the level of load on the metal structures of dump trucks and helps to increase the energy efficiency of mining transport vehicles.

. **Approbation and publication of research results.** The results of the dissertation work were published in 9 works, of which one was published in Scopus publications with a percentile of 41, three works in publications recommended by the Committee for Education and Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, five reports at International scientific conferences. In addition, as part of the work , patent research was carried out and one patent for an invention was received.

CONCLUSION

The main scientific results, conclusions and recommendations are as follows:

7. Assessment and comparison of mining and road conditions.

Operation of quarry vehicles is recommended to be carried out a statistical method for recording changes in the load on metal structures of dump trucks during their movement from defects in quarry roads, teaches him quality of road surface condition , height of ascent (descent) of rock mass, slope of roads, complexity of the route in plan, driving modes And constructive _ options dump trucks .

8. Improving the quality of quarry roads and reducing operating costs for mining and transport work can be achieved by using a developed new method for digital monitoring of the condition of the types, characteristics and defects of quarry roads, ensuring a reduction in labor costs for monitoring the condition of quarry roads by 8-10 times, an increase in the speed of dump trucks by 24%, a reduction in annual consumption, respectively: diesel fuel by 14 tons; increase in productivity by 60 tons per year per dump truck under specific operating conditions (RoK Patent No. 36278, Bulletin No. 25, dated 06/23/23).

9. Based on regression analysis, the dependences of the change were obtained load values of metal structures of dump trucks when they move from defects in the road surface, using pressure sensors installed on the unsprung part of the dump truck, which allows you to automatically recognize in real time the types and characteristics of defects in quarry roads, set their parameters, plan the volume of repair work and predict the safe operation life .

4. Monitoring the speed modes of dump trucks in quarry mines roads while continuously recording the numerical values of the loading of metal structures of dump trucks from defects and unevenness of quarry roads with their reference to the location of measurement by a satellite positioning system showed that the influence of road conditions on the number of failures in load-bearing metal structures of dump trucks is 2.2 times greater than the influence of conditions during loading of rock mass.

5. Developed electronic models of intelligent analytics

Data from on-board software using neural networks make it possible to automatically recognize in real time the types of possible defects in quarry roads, plan the volume of repair work and predict the safe operation life of mining and transport vehicles.

6. Using job recommendations is possible on most act them and designed quarries using road transport in research, design and training institutes of mining profile.