

Біріктірілген рамасы бар тау-кен тиеу-жеткізу машиналарының топсалы түйіндерінің құрылымын жетілдіру

^{1*}**МЫРЗАБЕКОВА Динара Мырзабекқызы**, аға оқытушы, MDinara0812@mail.ru,

¹**МУЗДЫБАЕВ Мурат Сеитович**, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, mmuzdybaev@mail.ru,

¹**МУЗДЫБАЕВА Альфия Сеитқызы**, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, amuzdybaeva@mail.ru,

¹«Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Өскемен, А.К. Протозанов көшесі, 69,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Мақалада авторлар бұрылу гидравликалық цилиндрінің өзегін алдыңғы жарты рамаға бекіту түйінінің мысалында біріктірілген рамасы бар тау-кен тиеу-жеткізу машиналарының топсалы түйіндерінің құрылымын жетілдіруді ұсынады. Жерасты кеніштерінде пайдалану жағдайларында топсалы түйіннің тозуы бойынша зерттеу нәтижелері ұсынылған. Тозған топсалы түйіннің бөлшектелуінің діріл сипаты туралы гипотеза эксперименталды түрде расталды. Топсалы түйіннің құрылымын жақсарту үшін техникалық шешім ұсынылды. Бұл топсаның сыртқы шаң-тозаңның әсерінен ластануынан қорғалуын арттыруға және сол арқылы топсаның жұмысқа қабілеттілігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: тиеу-жеткізу машиналары, топсалы түйін, саусақ, төлке, тозу, діріл, стенд, сынау, эксперимент, жартылай рама.

Кіріспе

Доңғалақты тиеу-жеткізу машиналарының жұмысқа қабілеттілігін қамтамасыз ету ерекше өзектілікке ие, өйткені ол қиын өндірілетін пайдалы қазбаларды жерасты өндірудің технологиялық процесінің қауіпсіздігі мен тиімділігін анықтайды [1]. Тиеу-жеткізу машиналары құрылымы бойынша топсалы біріктірілген жартылай рамалардың модульдік сұлбасы бойынша жасалған, ал рульдік басқару топсалы түйіндермен жартылай рамаларға бекітілген бұрылу гидравликалық цилиндрлерінің көмегімен жартылай рамалардың бұрылуы арқылы жүзеге асырылады [2].

Зерттеу нысаны – топсалы біріктірілген рамасы бар доңғалақты тиеу-жеткізу машиналарының бұрылу гидравликалық цилиндрін бекітудің топсалы түйіні.

Зерттеу пәні – топсалы біріктірілген рамасы бар доңғалақты тиеу-жеткізу машиналарының бұрылу гидравликалық цилиндрін бекітудің топсалы түйінінің жұмыс қабілеттілігі мен бақылау жарамдылығын құрылымдық қамтамасыз етудің әдістері мен тәсілдері.

Зерттеудің мақсаты – топсалы түйіннің сыртқы шаң-балшық әсерлерінен қорғалуын арттыру және пайдалану кезінде жұмыс қабілеттілігін қамтамасыз ету үшін оның құрылымын жетілдіру бойынша техникалық шешімді әзірлеу, сондай-ақ

топсалы түйіннің тұтастығын бақылауды жүзеге асыру.

Мәселенің теориясы

Тиеу-жеткізу машиналарының жұмысқа қабілеттілігі мен дайындығын арттыруды зерттеуге [3-6] жұмыстар арналған. Жоспарлы-алдын алу жөндеулер шегінде тез тозатын түйіндерді ауыстыру үшін қосалқы бөлшектер қорларын басқару арқылы тиеу-жеткізу машиналарын пайдалану кезінде олардың техникалық әзірлігін арттыруға [3] жұмыс арналған. Бұл ретте тез тозатын түйіндердің қатарына тиеу-жеткізу машиналарының топсалы түйіндері жатады. Пайдалану процесінде олардың тозуы бірқатар факторлар жиынтығының әсерінен болады [4, 5]. Тиеу-жеткізу машиналарының құрылымында топсалы түйіндерді майлаудың автоматты жүйесі қарастырылған [4], бірақ олардың жай-күйін бақылайтын құрылғылардың болуы көзделмеген. Тиеу-жеткізу машиналарын пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, тозған топсалы түйіндерде саусақтар өз салмағына қарамастан тік бағытта қозғалуға бейім [6]. Саусақтың мұндай қозғалысының нәтижесі – топсалы жинақты бөлшектеу, бұл 5.5.6-тармақтың әрекетін тудырады [7]. Топсалы түйіннің жұмыс процесін зерттеу міндеті және оның бөлшектелу себептерін табу, сонымен қатар топсалы түйіннің

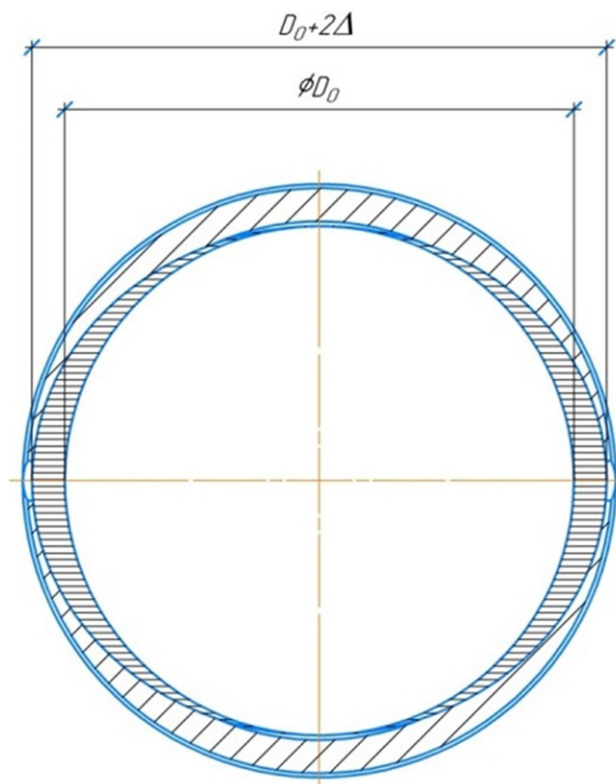
құрылымын жақсарту үшін техникалық шешім әзірлеу туындайды. Осылайша, топсалы түйіндердің тозуын зерттеу және олардың жоғары деңгейде жұмысқа қабілеттілігі мен бақылау жарамдылығын қамтамасыз ету шараларын әзірлеу өзекті болып табылады.

Көбінесе, тиеу-жеткізу машиналарын пайдалану кезінде төлкенің шамадан тыс тозуына байланысты бұрылу гидравликалық цилиндрінің сырғалық тесігінде шамадан тыс үлкен люфт пайда болады. Сонымен қатар, біраз уақыт ішінде бұрылу гидравликалық цилиндрі өзегінің ілгерілемелі қозғалысы тиісті бағытта жартылай рамалардың бұрылуымен бірге болмайды. Осыған байланысты уақытша басқарудың болмау жағдайлары туындайды.

Төлкенің ішкі беті бойынша өлшеу майлау жүйесінің арналары орналасқан қимасында оның тозу эпюрасын салуға мүмкіндік берді (1-сурет). Төлкенің жұмыс бетінің жергілікті тозуы өзіне тән сопақша пішінге ие екенін көруге болады.

Топсадағы саусақтың ось бойымен тік бағытта жоғары немесе төмен бағытта сызықты жылжуын қарастырамыз. Топсалы түйіннің төменгі сырғалық тесігінің құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты саусақ төмен қарай жылжи алмайды, ал жоғары қарай саусақ өзінің массасының әсерінен қозғалмауы тиіс. Тиеу-жеткізу машиналарын пайдалану барысында саусақтың тігінен жоғары қарай өздігінен қозғалу жағдайлары [6] тіркелді. Саусақтың жоғары қарай жылжуын тежеу және жоспарлы алдын алу жұмыстарын жүргізгенге дейін жұмыс қабілеттілігін қамтамасыз ету үшін саусақтың үстіндегі жартылай раманың корпусына болат шыбық пісіріледі (2-сурет).

Топса төлкесінің тозу сипаты саусақтың бұрылу гидравликалық цилиндрі өзегінің әсерінен ығысып шығады деген болжамды негіздеуге себеп болмайды. Осылайша, саусақтың топсадан жоғары қарай шығуы нәтижесінде топсаның өзі-



1-сурет – Бұрылу гидравликалық цилиндрінің сырғалық тесігі төлкесінің тозу эпюрасы

нен өзі бөлшектелуіне әкелетін топсалы түйінге әсер ету факторын табу және тәжірибе жүзінде растау қажет.

Материалдар мен талдау әдістерінің сипаттамасы

Топсалы түйіннің саусағы 3-суретте көрсетілген. Саусақты жасау үшін пайдаланылған материалды талдау оның химиялық құрамы бойынша 38ХА МЕСТ 4543-71 маркалы хромды болатқа



2-сурет – Бұрылу гидравликалық цилиндрінің топсалы бекіту түйінінің өздігінен шығып кетуіне кедергі келтіретін болат шыбық



3-сурет – Бұрылу гидравликалық цилиндрі өзегінің бекіту топсасының CAT 163-5837-06 DX18H0401 саусағы

жақын жоғары сапалы легірленген болаттан жасалғанын көрсетті.

Бұрылу гидравликалық цилиндрі өзегінің сырғалық тесігіне орнатылатын төлкенің майлау материалын үйкеліс аймағына жеткізуге арналған арналары мен науалары болады (4-сурет). Төлкені жасау үшін пайдаланылған материалды талдау оның химиялық құрамы бойынша ШХ15 МЕСТ 801-78 маркалы болатқа жақын болаттан жасалғанын көрсетті.

Саусақ пен төлке материалдарының маркасын анықтау кезінде рентгенофлуоресценттік талдау әдісі және Hitachi X-MET8000 модельді портативті РФА анализаторы пайдаланылды.

Зерттеу нәтижелерінің дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз ету үшін эксперименттік стендте жоғары дәлдіктегі өлшеу жабдықтары қолданыл-



4-сурет – Бұрылу гидравликалық цилиндрі өзегінің сырғалық тесігінің 7J-9346 төлкесі

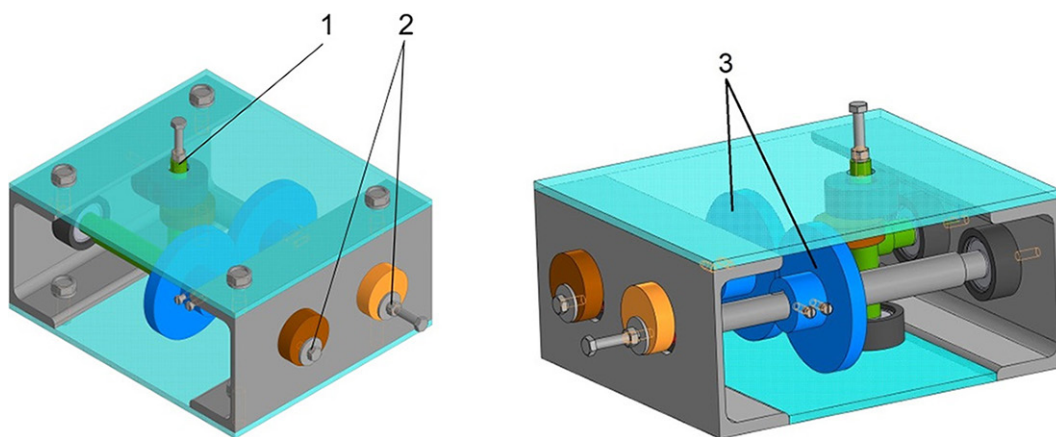
ды. Стендте сынау режимдерін өлшеу үшін $\pm 0,05\%$ көрсеткіш дәлдігімен DT-2234c+ үлгісінің электронды байланыссыз цифрлық тахометрі пайдаланылды. Туындаған діріл процестерінің режимдерін жоғары дәлдікті діріл өлшегіш BALTECH VP-3470 модельді құрылғысымен тіркелді. Виброметр датчигінде стендте бекітуді жеңілдету үшін бекіту магниті бар, салмағы аз және габариттік өлшемдері үлкен емес. Көрсетілген өлшеу құрылғыларының қосымша артықшылығы – сынақ стендінің жұмысына әсер етпейді.

Діріл процестерін эксперименттік модельдеу

Бұл зерттеуде топсалы біріктірілген жартылай рамалы тиеу-жеткізу машиналарының бұрылу гидравликалық цилиндрінің өздігінен бөлшектелуіне әкелетін фактордың діріл сипаты туралы гипотеза қабылданды. Келесі алғышарттар ескерілді. Топсалы біріктірілген рамасы бар тиеу-жеткізу машиналары құрылымдық түрде дизельді электр қондырғысымен және гидромеханикалық беріліспен жабдықталуы мүмкін. Бұл ретте күш құрылғысы жұмысының теңгерімсіздігі және трансмиссия элементтерінің айналымы тербелістері орын алады. Қозғалтқыштың айналу жиілігіне сәйкес келетін шектеулі жиілік диапазонын тербелістің негізгі көзі ретінде қарастыруға болады. Тиеу-жеткізу машиналарының дизельді қозғалтқыштары көбінесе өтпелі режимдерде жұмыс істейді (бос жүрістен бастап максималды қуат режиміндегі иінді біліктің жиілігіне дейін). Мысалы, Caterpillar R1300G жерасты тиегішінің Cat ® 3306B DITA [8] қозғалтқышы 123 кВт (SAE J1995) толық қуатын 2200 айн/мин. жылдамдықпен (36,6 Гц) дамытады. Сонымен қатар, тиеу-жеткізу машиналары қозғалатын жолдың кедір-бұдырлығынан болатын тербелістер машинаның жақтауына беріледі. Жұмыс аймағындағы жол төсемі әрдайым талаптарға сәйкес келмейді [9]. Осылайша, тиеу-жеткізу машиналарындағы діріл процестері – бұл агрегаттардың жұмысынан және жол бетінің кедір-бұдырлығынан болатын тербелістердің құрамы болып табылады.

Белгілі бір жағдайларда қатты цилиндрлік денелер діріл процесінің әсерінен өз салмағына қарамастан тігінен жоғары қарай жылжи алатындығы белгілі. Дірілмен орын ауыстырудың ұқсас процестері [10-12] еңбектерінде сипатталған. Қабылданған гипотезаны тексеру үшін тиеу-жеткізу машиналарының дизельді қозғалтқышының иінді білігінің айналу жиілігіне сәйкес келетін жиілік диапазонындағы тербелмелі процестерді модельдеуге арналған діріл стенді жасалды. Діріл тербелістердің әсерінен болатын топсалы түйіннің әрекетін модельдейтін діріл стенді 5-суретте көрсетілген.

Стендтің құрылымы бұрын жасалғаннан [13] ерекшеленеді, өйткені көлденең жазықтықта тербелістерді қоздыру үшін сынақ стендінде теңгеріммен айналатын 1тік білік бар, ал тік жа-



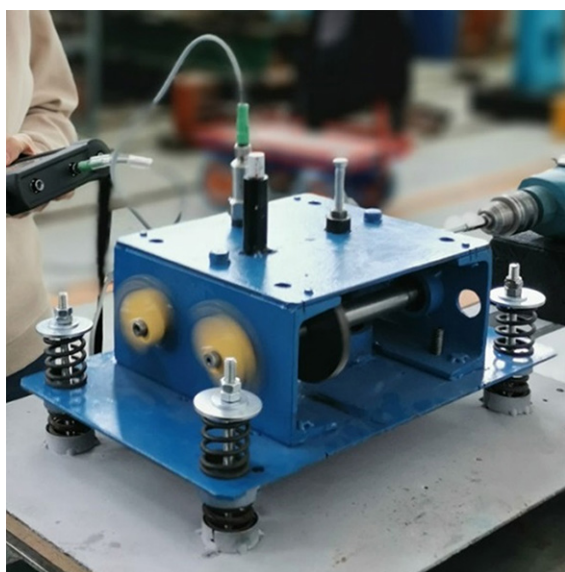
5-сурет – Дірілді сынау стендінің моделі

зықтықта тербелістерді қоздыру үшін теңгеріммен айналатын 2 көлденең біліктер бар. Көлденең біліктердің айналуын үйлестіру үшін 3 тісті доңғалақтар қолданылады. Стендтің корпусы амортизаторлары жоқ доңғалақты тиеу-жеткізу машиналары құрылымының ұқсастығын қамтамасыз ету мақсатында төрт серіппелі тіректерге орналастырылған (6-сурет).

Саусақтың төлкемен топсалы қосылу моделі стенд платформасына тігінен орнатылған төлкеде орналасқан цилиндрлік өзек түрінде орындалған. Модельдің 1:8 масштабты өлшемі құрылымдық тұрғыдан және сынақ стендін жасаудың технологиялық мүмкіндіктері ескеріле отырып қабылданды.

Эксперименттік зерттеулердің нәтижелерін талқылау

Сынақ стендінде топсалы түйіннің жұмысын модельдеу Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университетінің зертханасы

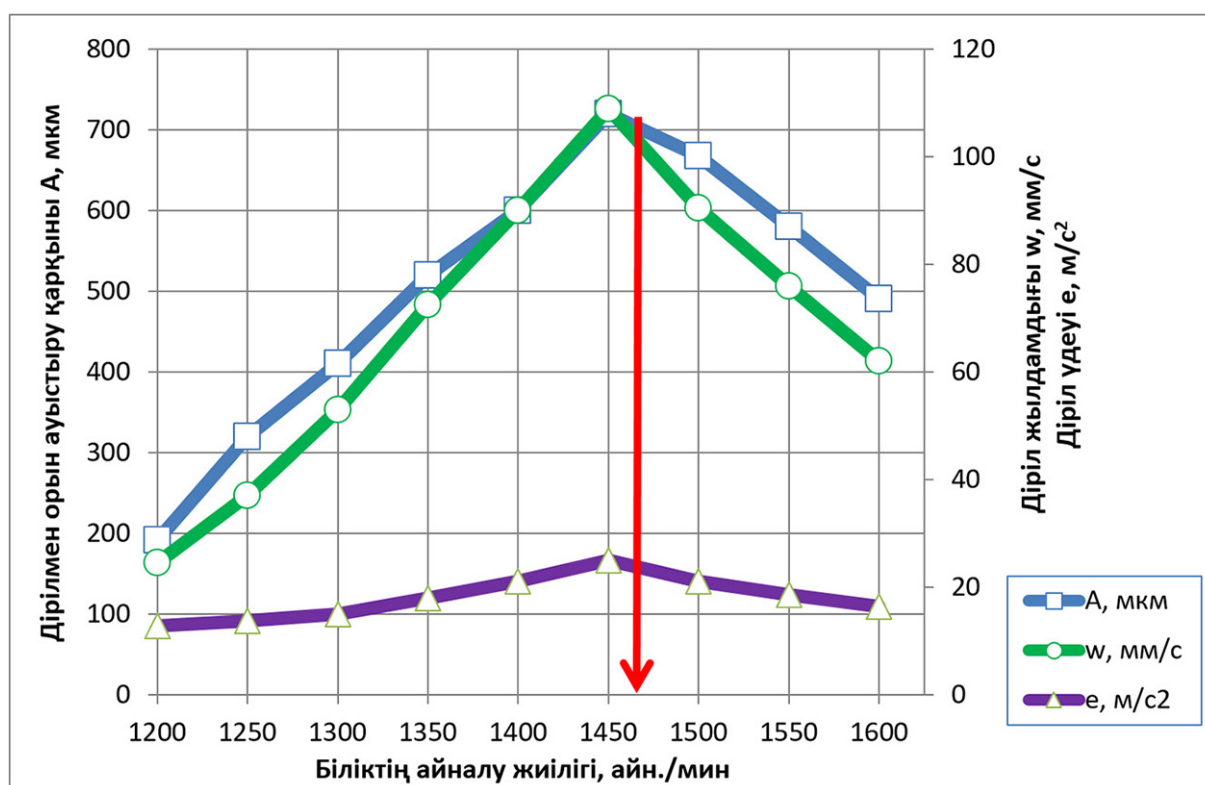


6-сурет – Дірілді сынау стенді

жағдайында орындалды. Алынған нәтижелердің графикалық түсіндірмесі 7-суретте көрсетілген.

Жоғарыда көрсетілгендей, стенд біліктерінің айналу жиілігінің зерттелетін диапазонында 1200-ден 1450 айн./мин. дейін діріл жылдамдығының (5 есе), діріл қозғалысының (4 есе) және діріл үдеуінің (2 есе) мәндерінің күрт жоғарылауы байқалады. Стендтің 1250 айн/мин. тербеліс жиілігінен бастап, саусақ өз осінен айналады. Біліктің айналу жылдамдығы 1400 айн/мин. жоғары болған кезде, төлке бойымен тігінен жоғары қарай 1...2 мм-ге көтеріліп, қосымша қозғалысқа ие болды. Саусақтың 4...6 мм-ге көтерілетін ең жоғарғы қозғалысы 1450 айн/мин. айналу жиілігінде тіркелді. Бұл кезде діріл жылдамдығы, діріл үдеуі және діріл қозғалыстарының қарқыны ең үлкен мәндерге жетті. Біліктің айналу жиілігінің 1600 айн/мин. дейін артуы діріл жылдамдығы (1,8 есе), дірілмен орын ауыстыру қарқыны (1,5 есе) және діріл үдеуі (1,5 есе) мәндерінің төмендеуіне әкелді. Сонымен қатар, 1500 айн/мин. режимінде саусақтың тік бағыттағы қозғалысы 1-2 мм-ге дейін төмендеді, ал 1600 айн/мин. кезінде саусақтың төлкеде жоғары бағытта көтерілуі тоқтады. Осылайша, тербелмелі процестің белгілі бір режимдеріне қол жеткізген кезде саусақтың өз салмағына қарамастан төлкеде тік қозғалуы мүмкін екендігі эксперименталды түрде негізделді.

Топсалы түйіннің жұмысқа қабілеттілігі мен бақылау жарамдылығын арттыру мәселесін шешу техникалық шешімді әзірлеу арқылы жүзеге асырылды [13]. Топсалы түйінді агрессивті орта мен абразивті бөлшектердің енуінен, олар тудыратын тозудан қорғауға арналған құрылғы жасалды, нәтижесінде түйіннің жұмысы қамтамасыз етіледі. Топсалы қосылыстың күйін бақылауға саусақтың осьтік ығысу датчигі арқылы қол жеткізіледі. RCM (Reliability Centered Maintenance) Maintenance 4.0 жүйесіне сигнал беру үшін іске қосылатын құрылғыға қосылатын Wi-Fi сигнал модулі түрінде қорғаныс құрылғысы датчигінің құрылымын жетілдіру бойынша әзірleme жасалды.



7-сурет – Сынақ стендіндегі эксперименттік зерттеулердің нәтижелері

Тұжырымдар

Эксперименттік зерттеулер нәтижесінде мыналар анықталды:

1) бұрылу гидравликалық цилиндрінің топсалы түйіні механикалық және коррозиялық тозуға ұшырайды;

2) тозу нәтижесінде топсалы түйін төлкесінің ішкі цилиндрлік беті сопақша болады;

3) тозған топсалы түйіннің саусағы дірілдің әсерінен жоғары шығуға бейім;

4) қосымша қорғаныс құрылғысы топсалы түйінді агрессивті орта мен абразивті бөлшектердің енуінен қорғауды қамтамасыз етеді;

5) саусақтың орналасу датчигі топсалы түйіннің күйін бақылауды қамтамасыз етеді.

Қорытынды

Эксперименталды түрде анықталған дірілмен орын ауыстыру құбылысы діріл процестерінің топсалы түйіндердің күйіне тигізетін әсері мен олардың өздігінен бөлшектелу мүмкіндігі туралы гипотезаны растады. Бұл топсалы түйіннің құрылысын жақсартуға негіз болды. Тау-кен машиналарын пайдалану кезінде топсалы түйіндердің жұмысқа қабілеттілігі мен бақылау жарамдылығын қамтамасыз ететін техникалық шешім әзірленді. Бұл топсалы біріктірілген рамамен тау-кен машиналарының топсалы түйіндерінің өздігінен бөлшектелуінің алдын алуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. SME MINING ENGINEERING HANDBOOK. Third Edition / Edited by Peter Darling. Published by Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. – 2011. – 1912 p. – ISBN 978-0-87335-264-2. Ebook 978-0-87335-341-0
2. Machinery's Handbook. 29th Edition. – NEW YORK, INDUSTRIAL PRESS, 2012. – 3915 p. – ISBN 978-0-8311-2905-7
3. Масляков Н.С. Обоснование и разработка метода повышения технической готовности при эксплуатации погрузочно-доставочных машин: Дис. ... канд. техн. наук: 05.05.06. / Масляков Никита Сергеевич; науч. рук. А.П. Вержанский; ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». – Москва, 2016. – 169 с.
4. Grzegorz Wszelaczyński, Dymitry Capanidis, Maciej Paszkowski, and Tadeusz Leśniewski. Operating Problems of Lubrication of Friction Nodes in Mining Machines Working in an Aggressive Environment / Advances in Hydraulic and Pneumatic Drives and Control 2020 (pp.228-240). NSHP 2020, LNME, pp. 228–238, 2021. DOI:10.1007/978-3-030-59509-8_20
5. Болотнев А.Ю., Батудаев П.Ю., Башелханов В.И. К вопросу восстановления пальцев поворотных гидроцилиндров на погрузочно-доставочных машинах / Новая наука: проблемы и перспективы, 2016. № 6-2 (85). С. 127-130. ISSN 2412-9704.
6. Дудкин М.В., Муздыбаев М.С., Муздыбаева А.С., Мырзабекова Д.М., Marek Młyńczak Concept of Preventive Maintenance in the Operation of Mining Transportation Machines. Springer Nature Switzerland AG, Engineering in Dependability of Computer Systems and Networks, 2019. Volume 987. P. 349-357. ISSN 2194-5365.

7. ГОСТ 55153-2012 Оборудование горно-шахтное. Машины погрузочно-доставочные шахтные. Требования безопасности и методы испытаний: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2014-01-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 24 с.
8. Линейка машин Cat® для подземных горных работ с твердыми породами. © Caterpillar, 2015 г.
9. Инструкция по безопасному применению самоходного (нерельсового) оборудования в подземных рудниках. – М.: «Недра», 1973. – 32 с. (Госгортехнадзор СССР).
10. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т. / Ред. совет: В.Н. Челомей (пред.). – М.: Машиностроение, 1979 – Т.2. Колебания нелинейных механических систем / Под ред. И.И. Блехмана. 1979. 351 с., ил.
11. Блехман И.И. Вибрационная механика. – М.: Физматлит, 1994. – 400 с. ISBN 5-02-014283-2
12. А.С. СССР №277613, МПК В 65 G 27/20. Вибровозбудитель эллиптических колебаний для вертикальных конвейеров (его варианты) / Брумберг Р.М., Якубович В.И.; заявитель и патентообладатель ВНИТИП. – SU 1046171 А; заявл. 04.01.82; опубл. 07.10.83, Бюл. №37.
13. Пат. 35087 Республика Казахстан, МПК В64D 29/06 (2006.01). Соединительное устройство для соединения первого и второго элементов, шарнирно поворотных относительно друг друга [Текст] / Мырзабекова Д.М.; Муздыбаев М.С.; Муздыбаева А.С.; Мухамедова А.И.; Млынчак М.Я.; Кадыров Ж.Н., патентообладатель Кадыров Жаннат Нургалиевич. – № 2020/0273.1; заявл. 28.04.2020; опубл. 28.05.2021, Бюл. № 21. – 4 с.

Совершенствование конструкции шарнирных узлов горных погрузочно-доставочных машин с сочлененной рамой

^{1*}**МЫРЗАБЕКОВА Динара Мырзабекқызы**, старший преподаватель, MDinara0812@mail.ru,

¹**МУЗДЫБАЕВ Мурат Сеитович**, к.т.н., ассоциированный профессор, mmuzdybaev@mail.ru,

¹**МУЗДЫБАЕВА Альфия Сеитқызы**, к.т.н., ассоциированный профессор, amuzdybaeva@mail.ru,

¹НАО «Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева», Казахстан, Усть-Каменогорск, ул. А.К. Протозанова, 69,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Авторами в статье предлагается совершенствование конструкции шарнирных узлов горных погрузочно-доставочных машин с сочлененной рамой на примере шарнирного узла крепления штока гидроцилиндра поворота к передней полураме. Представлены результаты исследований по изнашиванию шарнирного узла в условиях эксплуатации в подземных рудниках. Экспериментально подтверждена гипотеза о вибрационном характере демонтажа изношенного шарнирного узла. Предложено техническое решение по совершенствованию конструкции шарнирного узла. Оно позволяет повысить защиту шарнира от внешних пылегазовых воздействий и тем самым обеспечить работоспособность шарнирного узла.

Ключевые слова: машины погрузочно-доставочные, узел шарнирный, палец, втулка, износ, вибрация, стенд, испытание, эксперимент, полурама.

Improving the Design of the Hinge Unit of Mining Loading and Unloading Machines with a Articulated Frame

^{1*}**MYRZABEKOVA Dinara**, Senior Lecturer, MDinara0812@mail.ru,

¹**MUZDYBAEV Murat**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, mmuzdybaev@mail.ru,

¹**MUZDYBAYEVA Alfiya**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, amuzdybaeva@mail.ru,

¹NCJSC «D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University», Kazakhstan, Oskemen, A.K. Protozanov Street, 69,

*corresponding author.

Abstract. The authors of the article propose to improve the design of articulated units of mining loading and delivery machines with an articulated frame on the example of a hinge assembly for attaching a hydraulic cylinder rod to the front half frame. They presented the results of research on the wear of the hinge assembly under operating conditions in underground mines. They experimentally confirmed the hypothesis about the vibrational nature of the dismantling of a worn hinge assembly. They proposed a technical solution to improve the design of the hinge assembly. It allows you to increase the protection of the hinge from external dust and dirt. This makes it possible to ensure the operability of the hinge assembly.

Keywords: loading and delivery machines, hinge assembly, pin, sleeve, wear, vibration, stand, test, experiment, half-frame.

REFERENCES

1. SME MINING ENGINEERING HANDBOOK. Third Edition / Edited by Peter Darling. Published by Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. – 2011. – 1912 p. – ISBN 978-0-87335-264-2. Ebook 978-0-87335-341-0
2. Machinery's Handbook. 29th Edition. – NEW YORK, INDUSTRIAL PRESS, 2012. – 3915 p. – ISBN 978-0-8311-2905-7
3. Masljakov N.S. Obosnovanie i razrabotka metoda povyshenija tehnikeskoj gotovnosti pri jekspluatacii pogruzochno-dostavochnyh mashin: Dis. ... kand. tehn. nauk: 05.05.06. / Masljakov Nikita Sergeevich; nauch. ruk. A.P. Verzhanskij; FGAOU VO «Nacional'nyj issledovatel'skij tehnologicheskij universitet «MISiS». – Moskva, 2016. – 169 p.
4. Grzegorz Wszelaczyński, Dymitry Capanidis, Maciej Paszkowski, and Tadeusz Leśniewski. Operating Problems of Lubrication of Friction Nodes in Mining Machines Working in an Aggressive Environment / Advances in Hydraulic and Pneumatic Drives and Control 2020 (pp. 228-240). NSHP 2020, LNME, pp. 228-238, 2021. DOI:10.1007/978-3-030-59509-8_20
5. Bolotnev A.Ju., Batudaev P.Ju., Bashelhanov V.I. K voprosu vosstanovlenija pal'cev povorotnyh gidrocilindrov na pogruzochno-dostavochnyh mashinah / Novaja nauka: problemy i perspektivy, 2016. No. 6-2 (85). pp. 127-130. ISSN 2412-9704.
6. Dudkin M.V., Muzdybayev M.S., Muzdybayeva A.S., Myrzabekova D.M., Marek Młyńczak Concept of Preventive Maintenance in the Operation of Mining Transportation Machines. Springer Nature Switzerland AG, Engineering in Dependability of Computer Systems and Networks, 2019. Volume 987. pp. 349-357. ISSN 2194-5365.
7. GOST 55153-2012 Oborudovanie gorno-shahtnoe. Mashiny pogruzochno-dostavochnye shahtnye. Trebovanija bezopasnosti i metody ispytaniy: nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii: data vvedenija 2014-01-01 / Federal'noe agentstvo po tehnikeskomu regulirovaniju i metrologii. – Izd. oficial'noe. – Moscow: Standartinform, 2014. – 24 p.
8. Linejka mashin Cat® dlja podzemnyh gornyh rabot s tverdymi porodami. © Caterpillar, 2015 g.
9. Instrukcija po bezopasnomu primeneniju samohodnogo (nerel'sovogo) oborudovanija v podzemnyh rudnikah. – Moscow: «Nedra», 1973. – 32 p. (Gosgortehnadzor SSSR).
10. Vibracii v tehnike: Spravochnik. V 6-ti t. / Red. sovet: V.N. Chelomej (pred.). – Moscow: Mashinostroenie, 1979 – T.2. Kolebanija nelinejnyh mehanicheskikh sistem / Pod red. I.I. Blehmana. 1979. 351 p., il.
11. Blehman I.I. Vibracionnaja mehanika. – Moscow: Fizmatlit, 1994. – 400 p. ISBN 5-02-014283-2
12. A.S. SSSR No. 277613, MPK B 65 G 27/20. Vibrovzbuditel' jelipticheskikh kolebanij dlja vertikal'nyh konvejerov (ego varianty) / Brumberg R.M., Jakubovich V.I.; zajavitel' i patentoobladatel' VNITIP. – SU 1046171 A; zajavl. 04.01.82; opubl. 07.10.83, Bjul. No. 37.
13. Pat. 35087 Respublika Kazahstan, MPK B64D 29/06 (2006.01). Soedinitel'noe ustrojstvo dlja soedinenija pervogo i vtorogo jelementov, sharnirno povorotnyh otnositel'no drug druga [Tekst] / Myrzabekova D.M.; Muzdybayev M.S.; Muzdybayeva A.S.; Muhamedova A.I.; Mlynchak M.Ja.; Kadyrov Zh.N., patentoobladatel' Kadyrov Zhannat Nurgalievich. – No. 2020/0273.1; zajavl. 28.04.2020; opubl. 28.05.2021, Bjul. No. 21. – 4 p.