

© Л.Н. Ширін¹, А.О. Герасименко¹, О.М. Коптовець¹, С.В. Фелоненко¹

¹ Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

ТЕХНОЛОГІЯ КОМБІНОВАНОГО КРІПЛЕННЯ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПІДВІСНИХ МОНОРЕЙКОВИХ ДОРІГ

© L. Shyrin¹, A. Herasymenko¹, O. Koptovets¹, S. Felonenko¹

¹ Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

TECHNOLOGY OF COMBINED FIXING OF PREPARATORY PRODUCTS FOR EFFICIENT USE OF SUSPENDED MONORAIL ROADS

Мета. Обґрунтування параметрів і конструкції системи комбінованого кріплення монорейкового ставу підвісних монорейкових доріг (ПДМ) в пластових підземних виробках для зниження динамічних навантажень на елементи аркового кріплення і гірничий масив при доставці великотоннажних вантажів і обладнання до підготовчих вибоїв і монтажних камер.

Методика. Рекомендована методика обґрунтування технологічних схем допоміжного транспорту, орієнтованих на використання багатофункціонального гірничого обладнання нового покоління, адаптованого до сучасних умов виконання монтажно-демонтажних робіт і підготовки нових виїмкових стовпів до очисного виймання, яка базується на моделюванні параметрів взаємодії рухомого складу ПДМ з елементами аркового кріплення і бічними породами при транспортуванні великотоннажних вантажів.

Результати. За результатами досліджень експлуатаційних параметрів ПДМ у складі високоадаптивної транспортно-технологічної системи доставки великотоннажних вантажів, встановлено, що для зниження динамічних навантажень на елементи аркового кріплення і гірничий масив в специфічних умовах шахт Західного Донбасу найбільш перспективним є варіант дворівневого анкерного кріплення монорейкового ставу і підготовчих виробок.

Наукова новизна. Обґрунтовано інноваційні технічні рішення щодо підвищення експлуатаційної надійності аркового кріплення при транспортуванні великотоннажних вантажів та зниження динамічних навантажень на гірничий масив шляхом перерозподілу їх на суміжні ланки монорейкового ставу та модернізації транспортно-технологічної системи.

Практична значимість. Доведено, що при інтенсифікації очисних і підготовчих робіт обґрунтовані техніко-технологічні рішення відповідають вимогам своєчасної підготовки нових виїмкових стовпів і розглядаються як перспективний напрям удосконалення діючих схем допоміжного транспорту для шахт регіону та забезпечення експлуатаційних параметрів гірничотранспортного обладнання високого технічного рівня в специфічних умовах шахт ЗД.

Ключові слова: анкерне кріплення, великотоннажний вантаж, дворівневе рамно-анкерне кріплення, дизельний локомотив, допоміжний транспорт, підготовка виїмкових стовпів, підйомно-транспортна підсистема, слабометаморфізовані породи.

Вступ. Впровадження на шахтах Західного Донбасу (ЗД) механізованих очисних комплексів нового покоління та інтенсифікація гірничих робіт обумовили необхідність удосконалення транспортно-технологічних схем допоміжного транспорту. В специфічних умовах шахт ЗД для підвищення темпів комбайнового проведено підготовчих виробок з породами підосви, здібними до здимання, рекоме-

ндовано використовувати дизельні ПДМ [1]. Практикою підтверджено, що при проведенні пластових дільничних виробок в слабометаморфізованих гірничих породах [2] особливу увагу необхідно звернути на кріплення транспортних дільничних виробок. У зв'язку з цим при проведенні пластових дільничних виробок з використанням ПДМ особливі вимоги пред'являються до вибору засобів кріплення їх покрівлі та монорейкового ставу.

Актуальність теми. Дослідженнями ІГТМ НАН України ім. М.С. Полякова та НТУ «ДП» для специфічних умов шахт ЗД розроблено і впроваджено у виробництво технологія рамно-анкерного кріплення підготовчих виробок. Наукові напрацювання [3–5] щодо рамно-анкерного кріплення враховані в типових проектах проведення пластових виробок з використанням традиційних для шахт регіону надгрунтових транспортних засобів. При проведенні пластових виробок з використанням ПДМ виникають проблеми кріплення їх покрівлі та забезпечення технічного стану монорейкової дороги.

Дослідженнями [6] встановлено, що в умовах інтенсифікації гірничих робіт традиційне кріплення ставу ПДМ до верхняків рам аркового кріплення негативно впливає на умови їх взаємодії з породами покрівлі та технічний стан транспортно-технологічної системи.

Для безпечного транспортування великотоннажних вантажів ПДМ рекомендовано удосконалити поширену в ЗД технологію рамно-анкерного кріплення виробок шляхом введення нових конструктивних елементів, що знижують динамічні навантаження на рами аркового кріплення і безпосередню покрівлю, яка переважно представлена слабкими нестійкими породами.

Важливість використання такого технічного рішення обумовлена вимогами основних положень по проектуванню підземного транспорту нових і діючих шахт. Згідно з [6, 7] транспортні засоби, задіяні на етапі проведення підготовчих виробок, повинні бути максимально адаптованими до умов експлуатації на подальших етапах життєвого циклу виробок, тобто на етапах монтажу і демонтажу очисного обладнання та при виконанні очисних робіт.

Доцільність удосконалення діючої технології кріплення підготовчих виробок і монорейкового ставу ПДМ та обґрунтування параметрів взаємодії їх елементів особливо актуальна при експлуатації транспортних виробок, які забезпечують розробку вугільних пластів біля меж шахтних полів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В нормативних документах [8] приведені обмеження щодо швидкості руху ПДМ при транспортуванні вантажів дільничними виробками до монтажних камер. При розробці газоносних вугільних пластів вводяться додаткові обмеження швидкості руху ПДМ, які враховують фактори [9], що впливають на безпеку транспортування і суттєво впливають на темпи проведення виробок та підготовки нових виїмкових стовпів.

В роботах [1, 6] визначається, що при підвищенні швидкості монорейкової системи посилюються динамічні навантаження на несучі рами аркового кріплення, що провокує порушення умов взаємодії їх з бічними породами. Наведені негативні явища особливо визначаються при перевезенні великотоннажних вантажів та при екстремому гальмуванні.

Слід відзначити, що аналогічні питання щодо регулювання меж швидкості ПДМ в підземних виробках розглядаються у зарубіжних наукових виданнях. Дослідженнями [10, 11] встановлено, що залежно від профілю шляху, маси вантажу, що перевозиться, і швидкості руху екстрене гальмування може призвести до динамічних перевантажень, які суттєво впливають на технічний стан кріплення пластових дільничних виробок. Автори відмічають, що при динамічному навантаженні початок руху податливих елементів аркового кріплення відбувався при меншому зусиллі, ніж потрібно при статичному навантаженні. Доведено також, що максимальна швидкість удару, не повинна перевищувати $v = 1,4$ м/с. Швидкість удару $v \geq 2,8$ м/с призводить до втрати стійкості кріплення, провокує обвалення покрівлі гірничої виробки та аварійні ситуації при транспортуванні великотоннажних вантажів. Аналогічні випробування були проведені для анкерного кріплення.

Спираючись на результати досліджень [1, 10] можна стверджувати, що для безпечного транспортування вантажів по монорейковому ставу зі швидкостями $V_{\max} > 2$ м/с, необхідно обґрунтовувати тип і параметри кріплення транспортних виробок, які відповідатимуть умовам використання ПДМ нового покоління.

Для поширення області ефективного використання ПДМ в специфічних умовах шахт ЗД рекомендовано процес взаємодії рухомого складу з кріпленням підготовчих виробок і бічними породами розглядати як складну динамічну транспортно-технологічну систему «ПДМ – кріплення виробки – гірничий масив» («ПДМ-КВ-ГМ»). Згідно з структурно-логічною схемою дослідження сполучною ланкою між рухомим складом ПДМ і гірничим масивом слід вважати кріплення гірничої виробки, параметри якого повинні зберігати її переріз і стійкість на всіх етапах експлуатації. Для забезпечення раціональних параметрів функціонування транспортно-технологічної системи (ТТС) в специфічних умовах шахт ЗД рекомендовано спосіб дворівневого рамно-анкерного кріплення пластових підготовчих виробок і монорейкового ставу ПДМ.

Завдання досліджень. Означені загальні вимоги потребують виконання спеціальних досліджень і удосконалення технологічних схем рамно-анкерного кріплення пластових підготовчих виробок для доставки великотоннажних вантажів за допомогою ПДМ та методики розрахунків експлуатаційних параметрів підвісних монорейкових доріг для ефективного їх використання в умовах інтенсифікації гірничих робіт.

Для обґрунтування раціональних параметрів транспортно-технологічних схем кріплення підготовчих виробок, оснащених ПДМ нового покоління, програмою та методикою досліджень передбачено виконати наступні завдання:

- обґрунтувати раціональні параметри технологічних схем комбінованого рамно-анкерного кріплення пластових підготовчих виробок для використання ПДМ в якості основного транспортного засобу при доставці великотоннажних вантажів;
- визначити очікувані навантаження на монорейковий став та покрівлю дільничних виробок в нетипових умовах експлуатації.

Основна частина. В зарубіжній практиці розробки вугільних родовищ своєчасна доставка допоміжних матеріалів, обладнання і людей при швидкісному про-

веденні підготовчих виробок вирішується шляхом впровадження високопродуктивних ПДМ з дизельним локомотивом. Для шахт ЗД проблема використання підвісного транспорту обумовлена низькою несучою здатністю порід покрівлі та недосконалістю традиційних способів кріплення монорейкового ставу до верхняків металевих арок.

Для забезпечення стійкості підготовчих виробок вугільних шахт розроблена низка інноваційних технічних рішень щодо удосконалення традиційних технологічних схем аркового кріплення. До ефективних напрямів сьогодення слід віднести технологічні схеми поетапного анкерного та рамно-анкерного кріплення підготовчих виробок. За результатами досліджень [12] технологія поетапного анкерного кріплення дозволяє знизити до 50% час прохідницького циклу та відповідно збільшити на 25% темпи проведення виробок. Але застосування її ефективно при використанні традиційних рейкових засобів транспорту, які не впливають на стійкість порід покрівлі підготовчих виробок.

Наслідки впливу динамічних навантажень на покрівлю виробок і вузли кріплення ланцюгів монорейкового ставу ПДМ детально розглянуто у роботі [1]. Експериментально встановлено, що значні порушення стійкості порід покрівлі і технічного стану верхняків аркового кріплення відбувається в межах рам, до яких через підвіси кріпиться монорейковий став ПДМ (рис. 1).



Рис. 1. Стан траси ПДМ та кріплення підготовчої виробки в зонах активного руху порід покрівлі

Означені на рис. 1 негативні явища переважно виникають на важких ділянках підземних виробок, тобто в зонах з неоднорідною структурою масиву, а також в місцях порушень стикових з'єднань ланцюгів монорейкового ставу. Доведено також, що левова доля динамічних навантажень виникає в стикових з'єднаннях монорейкового ставу при переміщенні вантажів масою понад 4000 кг по знакозмінному профілю траси на швидкостях $V_{\max} > 2$ м/с. За цих умов транспортно-технологічна система провокує динамічні навантаження на породи покрівлі, зменшує несучу здатність аркового кріплення і пропускну здатність підготовчих виробок.

Для підвищення стійкості покрівлі транспортних виробок при динамічних навантаженнях та досягнення експлуатаційних показників дизельних ПДМ нового покоління розроблено комбіновану технологічну схему дворівневого рамно-анкерного кріплення елементів транспортно-технологічної системи «ПДМ-КВ-ГМ». На рис. 2 наведено технологічну схему комбінованого дворівневого рамно-анкерного кріплення покрівлі вентиляційної виробки, в якій монорейковий став ПДМ, як правило, кріпиться по центру. В транспортних виробках місце кріплення монорейкового ставу до верхняків аркового кріплення визначається видом основного транспортного засобу та місцем його розташування щодо перерізу виробки.

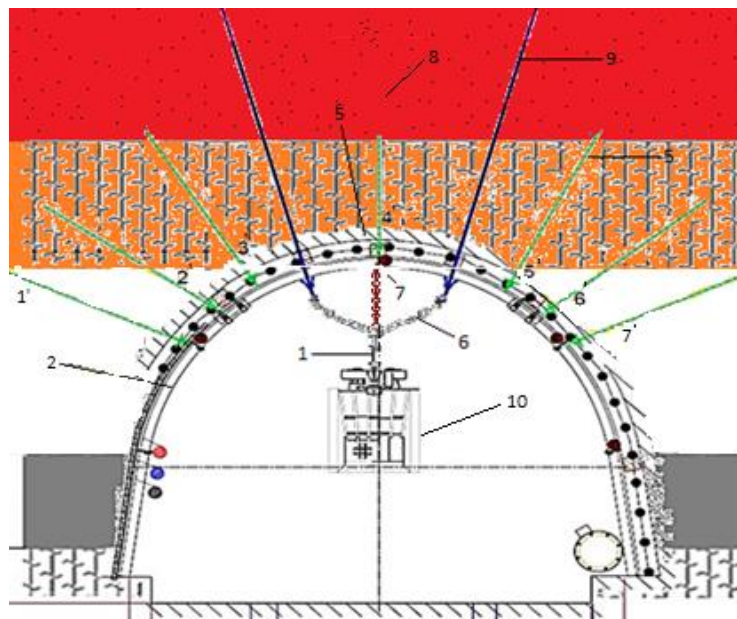


Рис. 2. Технологічна схема комбінованого дворівневого рамно-анкерного кріплення покрівлі та монорейкового ставу ПДМ: 1 – монорейковий став; 2 – несуча рама; 5 – безпосередня покрівля; 6 – підвіси; 7 – верхняк аркового кріплення; 8 – основна покрівля; 1' -7' – анкери першого рівня; 9 – анкери другого рівня; 10 – рухомий склад ПДМ.

Сутність технології комбінованого кріплення полягає в використанні анкерів двох рівнів. Анкери першого рівня призначені для забезпечення стійкості неоднорідного масиву покрівлі підготовчої виробки. Для згладжування процесів деформації верхняків аркового кріплення та зміщення порід покрівлі від дії динамічних навантажень, що виникають при проходженні рухомих складом ПДМ стикових з'єднань монорейкового ставу, анкери другого рівня (глибокого залягання) закріплюються у стійких породах покрівлі, тобто за межами склепіння природної рівноваги. При цьому нестійкі породи покрівлі, закріплені анкерами першого рівня, скріплюються з стійкими породами анкерами глибокого залягання, формуючи таким чином єдиний масив, здібний протистояти динамічним навантаженням від ПДМ.

Комбінована технологічна схема дворівневого рамно-анкерного кріплення елементів транспортно-технологічної системи «ПДМ-КВ-ГМ» враховує резуль-

тати попередніх досліджень [1, 6] і вносить інноваційні рішення по розподілу динамічних навантажень від рухомого складу ПДМ як на несучі рами, які приймають їх і одночасно передають в масив, так і на анкери другого рівня, які розподіляють частину навантажень безпосередньо на основну покрівлю.

Застосування зазначених інноваційних рішень, щодо комбінованого закріплення ланцюгів монорейкового ставу ПДМ до анкерів другого рівня та верхняків аркового кріплення дозволить досягти експлуатаційних показників дизельних ПДМ нового покоління в специфічних умовах шахт ЗД з слабометаморфізованими породами покрівлі.

Принципова схема формування динамічної транспортно-технологічної системи «ПДМ-КВ-ГМ» з дворівневим рамно-анкерним кріпленням передбачає операції: встановлення рам аркового кріплення КШПУ; закріплення боків виробки металевою сіткою анкерами першого рівня; встановлення анкерів другого рівня для додаткового кріплення ланцюгів монорейкового ставу, а також закріплення ланцюгів ПДМ до верхняків несучих арок (рис. 3).

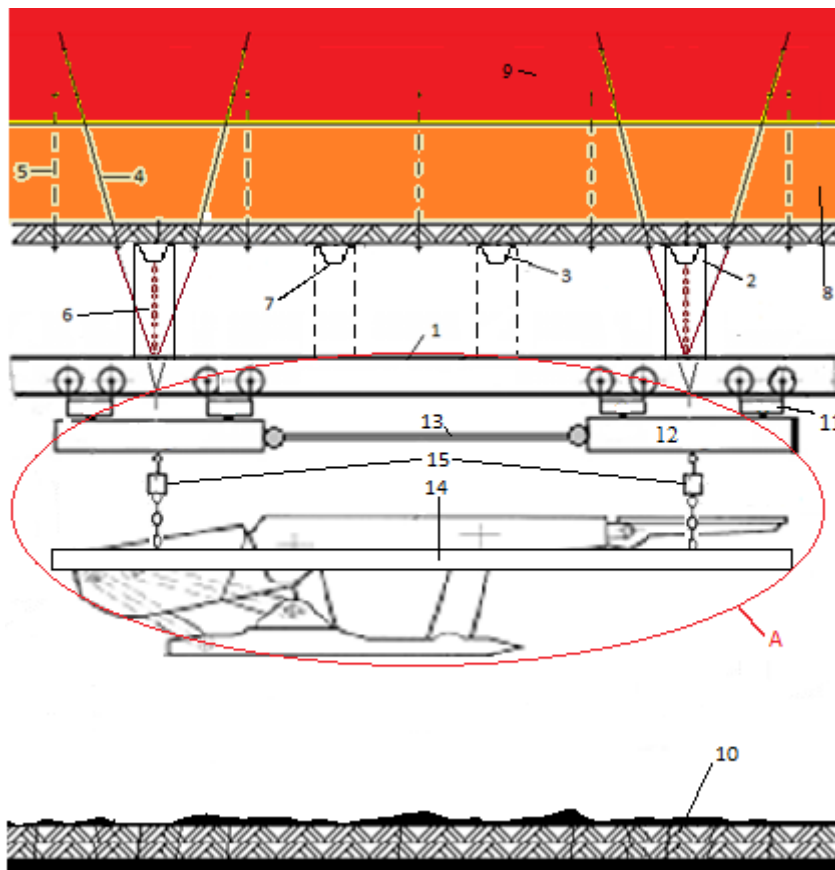


Рис. 3. Транспортно-технологічна система «ПДМ-КВ-ГМ» для доставки великотоннажних вантажів: А – підіймно-транспортна підсистема; 1 – ланцюг монорейкового ставу; 2 – несучі рами; 3 – проміжні рами; 4 – анкери другого рівня; 5 – анкери першого рівня; 6 – підвіс; 7 – верхняк аркового кріплення; 8 – безпосередня покрівля; 9 – основна покрівля; 10 – підодшва; 11 – ходові візки; 12 – вантажні платформи; 13 – штанга; 14 – система VARIO; 15 – гідродомкрат

Комбіноване дворівневе рамно-анкерне кріплення покрівлі виробок і монорейкового ставу надає можливість ефективно експлуатувати дизельні ПДМ в якості єдиного транспортного засобу на всіх етапах життєвого циклу підготовчої виробки, тобто на стадії її проведення та експлуатації, а також рекомендувати їх при виконанні монтажних-демонтажних робіт (МДР) та підготовці нових виїмкових стовпів до очисного виїмання.

З метою поширення області ефективного використання ПДМ нового покоління було проведено моделювання умов взаємодії складових елементів транспортно-технологічної системи «ПДМ-КВ-ГМ» з використанням методів математичного аналізу технічних систем та програмного комплексу SolidWorks Simulation.

В процесі моделювання були виявлені особливості навантажень на аркове кріплення та деформування неоднорідного породного масиву навколо виробки при транспортуванні великотоннажних вантажів. Для перерозподілу динамічних навантажень на суміжні ланцюги монорейкового ставу та елементи аркового кріплення і гірничий масив ходові візки 11 були об'єднані в вантажні платформи 12, які за допомогою шарнірно-рухомих штанг 13, дозволили сформувати високоадаптивну підйомно-транспортну підсистему (рис. 3, позиція А), параметри якої розглядаються в комплексі з рамно-анкерним кріпленням і гірським масивом.

Означені інноваційні технічні рішення та результати моделювання дозволили аргументувати програму подальших досліджень щодо обґрунтування принципу дії і параметрів транспортно-технологічної системи для доставки секцій МК до монтажних камер без повузлової їх розборки [13].

Доцільність виконання останнього обумовлено вимогами [8]. В умовах інтенсифікації гірничих робіт проведення дільничних виробок і монтажних камер, а також введення механізованого комплексу в експлуатацію потрібно здійснювати відповідно до графіка організації робіт у мінімально короткі строки з мінімальними обсягами вантажно-розвантажувальних робіт. Специфічні умови експлуатації шахт ЗД характеризуються нетиповими та критичними ситуаціями, що спонтанно виникають в пластових дільничних виробках (здимання порід підосви, прориви води та ін.) і призводять до порушень режимів роботи системи транспорту і втрат робочого часу. У зв'язку з цим основною вимогою до безпечного функціонування ПДМ в підземних виробках складної конфігурації є висока їх адаптаційна спроможність і надійність - здатність витримувати максимальні навантаження і тривалий час працювати без зниження вихідних параметрів.

Тривалість вимушених простоїв транспортно-технологічної системи рекомендовано визначати коефіцієнтом її простоїв, який є відношенням тривалості h_{np} простоїв ПДМ за певний проміжок часу до суми тривалості фактичної роботи транспортного обладнання h_{ϕ} і тривалості його простоїв за той же період часу.

Таким чином коефіцієнт простоїв k_{np} системи «ПДМ-КВ-ГМ» (інакше коефіцієнт пошкодження чи відмови ПДМ) характеризується наступним виразом:

$$k_{np} = \frac{h_{np}}{h_{\phi} + h_{np}} = \frac{1}{1 + \frac{h_{\phi}}{h_{np}}}. \quad (1)$$

В специфічних умовах експлуатації шахт ЗД, що постійно змінюються, тривалість продуктивної роботи системи «ПДМ-КВ-ГМ» рекомендовано оцінювати коефіцієнтом її адаптації k_{ad} – справної роботи ПДМ у нетипових та близьких до критичних умов експлуатації:

$$k_{ad} = \frac{h_{\phi}}{h_{\phi} + h_{np}} = 1 - k_{np}, \quad (2)$$

де h_{ϕ} – тривалість фактичної роботи транспортного обладнання за певний проміжок часу, хв/зм; k_{np} – тривалість вимушених простоїв обладнання за цей самий період, хв/зм.

Отриманий по результатам теоретичного моделювання, коефіцієнт адаптації транспортно-технологічної системи є важливою умовою своєчасної підготовки запасів до очисного виймання при інтенсифікації гірничих робіт.

Висновки та перспективні напрямки подальших досліджень. Широке впровадження на вугільних шахтах високопродуктивної техніки нового покоління та інтенсифікація гірничих робіт висувають нові вимоги щодо підготовки нових виїмкових стовпів.

Для своєчасної доставки допоміжних матеріалів і технологічного обладнання до монтажних камер нових виїмкових стовпів рекомендовано використовувати дизельні ПДМ та комбіновану технологію дворівневого рамно-анкерного кріплення їх монорейкового ставу до покрівлі підготовчих виробок.

Результати моделювання умов взаємодії сполучних ланок монорейки з елементами аркового кріплення при проходженні рухомого складу показали, що процес переміщення укрупнених вантажних одиниць з використанням ПДМ у виробках, закріплених рамно-анкерним кріпленням, необхідно розглядати як складну динамічну транспортно-технологічну систему «ПДМ-КВ-ГМ».

Комплексними дослідженнями доведено, що поведінка цієї системи і її надійність визначаються станом порід покрівлі, несучою здатністю кріплення, параметрами рухомого складу та способом закріплення монорейкового ставу до покрівлі підготовчої виробки та верхняків несучих арок. Останнє зумовлено тим, що на несучі елементи комбінованої системи дворівневого рамно-анкерного кріплення з одного боку діють статичні сили гірського тиску, а з іншого сили, викликані динамікою руху рухомого складу монорейкової дороги.

Встановлено також, що залежно від характеру прояву гірського тиску та поведінки елементів системи «ПДМ-КВ-ГМ» при динамічних навантаженнях визначається її адаптаційна спроможність і надійність – тобто здатність витримувати максимальні навантаження і тривалий час працювати без зниження вихідних параметрів в реальних умовах шахтного середовища.

Згідно з цим перспективним напрямком подальших досліджень слід вважати визначення надійності транспортно-технологічної системи в типових, нетипових і екстремальних умовах експлуатації.

Подальші теоретичні та експериментальні дослідження повинні бути спрямовані на вивчення дії впливу аварійного гальмування на комбіноване дворівневе рамно-анкерне кріплення та допустимих швидкостей при транспортуванні великотоннажних вантажів. Результати цих досліджень дозволять визначити потенційні резерви для поширення області ефективного використання дизельних ПДМ в специфічних умовах шахт ЗД.

Перелік посилань

1. Ширин, Л.Н., Расцветаев, В.А., & Коваль, А.И. (2014). *Повышение эффективности работы монорельсовых дорог при подготовке запасов угля к очистной выемке. Монография.* Нац. горн. ун-т.
2. Булат, А.Ф., Усаченко, Б.М., & Яланский, А.А. (1999). *Руководство по геофизической диагностике состояния системы "крепь - породный массив" вертикальных стволов: Дополнение к «Пособию по восстановлению крепи и армировки вертикальных стволов. РД 12.18.073-88».* ООО "Лебедь".
3. Егоров, С.И., Халимендик, Ю.М., & Курченко, Є.П. (2002). Обобщение опыта крепления и охраны подготовительных выработок. *Уголь Украины*, 5, 19–21.
4. Бондаренко, В.И., Ковалевская, И.А., Симанович, Г.А., & Черватюк, В.Г. (2012). *Геомеханика нагружения крепи очистных и подготовительных выработок в слоистом массиве слабых пород. Монография.* ЛізуновПрес.
5. Виноградов, В.В., Круковський, А.П., & Хворостян, В.А. (2010). Опорно-анкерне кріплення гірничих виробок вугільних шахт України. *Геотехнічна механіка*, 88, 170–179.
6. Ширін, Л. Н., Коровяка, Є. А., Посунько, Л. М., Расцветаев, В. О., & Шаріна, В. С. (2018). Поширення області ефективного застосування підвісних монорейкових доріг в умовах відпрацювання похилих вугільних пластів. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*, 55, 255–266. http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpngu_2018_55_27
7. Денищенко, А. В. (2011). *Шахтные канатные дороги. Монография.* Национальный горный ун-т. <https://tst.nmu.org.ua/ua/MONOGRAFIA.pdf>
8. НПАОП. *Вимоги безпеки до технології виконання робіт з монтажу та демонтажу механізованих комплексів для пологих та похилих пластів.* (2011). М-во вугільної промисловості України. "Вуглемеханізація". http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=210138
9. Ahaiev, R., Dudlia, K., & Prytula, D. (2019). Establishing the interrelation of the main influencing factors on the safety of methane-air mixture transportation. *E3S Web of Conferences*, 109, 00002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910900002>
10. Tokarczyk, J. (2017) *Metodyka identyfikacji wybranych zagrożeń mechanicznych w pomocniczym transporcie podziemnych zakładów górniczych.* Instytut Techniki Górniczej.
11. Pytlik, A. (2019). Tests of steel arch and rock bolt support resistance to static and dynamic loading induced by suspended monorail transportation. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 41(2), 81–92. <https://doi.org/10.2478/sgem-2019-0009>
12. Терещук, Р.Н. (2015). *Обеспечение устойчивости подготовительных выработок глубоких угольных шахт. Монография.* Национальный горный ун-т.
13. Ширін, Л.Н., Герасименко, А.О., Ширін, А.Л., Єгорченко, Р. Р., Коптовець, О.М., Дьячков, П.А., & Інюткін, І.В. (2022). *Підйомна-транспортна система для доставки ванта-*

жів (Україна/Дніпро Заявка на винахід а2022 02487 від 14.07.22). Національний технічний університет «Дніпровська політехніка».

ABSTRACT

Purpose. Justification of the parameters and design of the system of combined fastening of the monorail pond of the suspended monorail roads in formation underground workings to reduce dynamic loads on the elements of the arch fastening and the mining massif during the delivery of large-tonnage loads and equipment to preparatory pits and assembly chambers.

The methods. The recommended method of substantiating the technological schemes of auxiliary transport, focused on the use of multifunctional mining equipment of the new generation, adapted to the modern conditions of performing assembly and dismantling works and preparing new mining pillars for cleaning extraction, which is based on the modeling of the parameters of the interaction of the rolling stock of suspended monorail roads with arch fastening elements and side rocks during transportation of large-tonnage cargoes.

Findings. According to the results of research into the operational parameters of suspended monorail roads as part of a highly adaptive transport and technological system for the delivery of large-tonnage cargo, it was established that to reduce dynamic loads on the elements of the arch fastening and the mining massif in the specific conditions of the mines of Western Donbass, the most promising option is the two-level anchor fastening of the monorail stand and preparatory product.

The originality. Innovative technical solutions to increase the operational reliability of the arch attachment during the transportation of large-tonnage loads and reduce dynamic loads on the mining massif by redistributing them to adjacent links of the monorail pond and modernizing the transport and technological system are substantiated.

Practical implementation. It has been proven that during the intensification of cleaning and preparatory work, reasonable technical and technological solutions meet the requirements for the timely preparation of new mining pillars and are considered as a promising direction for improving the current schemes of auxiliary transport for the mines of the region and ensuring the operational parameters of mining transport equipment of a high technical level in the specific conditions of the mines of the Western Donbass.

Keywords: *anchor fastening, heavy-tonnage cargo, two-level frame-anchor fastening, diesel locomotive, auxiliary transport, preparation of excavation pillars, lifting and transport subsystem, weakly metamorphosed rocks.*