

УДК 622.62:622.063.7.002.72

© Л.Н. Ширін, Є.А. Коровяка, Л.М. Посулько, В.О. Расцветаєв, В.С. Шаріна

ПОШИРЕННЯ ОБЛАСТІ ЕФЕКТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІДВІСНИХ МОНОРЕЙКОВИХ ДОРІГ В УМОВАХ ВІДПРАЦЮВАННЯ ПОХИЛИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ

© L. Shyrin, Ye. Koroviaka, L. Posunko, V. Rastsvietaiev, V. Sharina

WIDENING OF THE EFFICIENT APPLICATION AREA OF OVERHEAD MONORAILS WHILE INCLINED COAL SEAM MINING

Мета дослідження – розробка технології комплексного застосування дизельних підвісних монорейкових доріг в складних умовах відпрацювання похилих вугільних пластів, підготовки нових виїмкових стовпів та виконання монтажно-демонтажних робіт в комплексно-механізованих лавах. При цьому перемонтаж секцій механізованого кріплення та доставку допоміжних матеріалів і обладнання передбачається виконувати згідно запропонованої транспортно-технологічної схеми.

Методика дослідження полягає в критичному аналізі літературних джерел і огляді та систематизації досвіду використання відомих транспортних схем на базі застосування дизельних локомотивних підвісних монорейкових доріг для своєчасної підготовки запасів вугілля до очисного виймання. Аналіз підходів щодо вибору та теоретичного обґрунтування нової схеми перемонтажу очисного обладнання, яка зокрема враховує ключові техніко-економічні показники розробленої гірничотранспортної системи.

Результати. Виконано дослідження параметрів транспортно-технологічної схеми підготовки та відпрацювання похилих вугільних пластів, яка включає видобуток вугілля у діючому виїмковому стовпі з одночасним проведенням ярусних штреків нового виїмкового стовпа із застосуванням підвісних монорейкових доріг та спорудження монтажно-камери у кожному наступному стовпі. Згідно з запропонованою схемою підготовка кожного наступного стовпа супроводжується монтажем поставу підвісної монорейкової дороги із заведенням його в споруджену монтажну камеру, якою завершують період доопрацювання попереднього стовпа. За рахунок використання високої адаптаційної спроможності дизельної підвісної монорейкової дороги в зібраному стані секції транспортують до центральної частини підготовленої монтажно-камери і здійснюють їх одночасний монтаж у протилежних напрямках до відповідних ярусних штреків.

Наукова новизна. Дослідження виконані в межах виконання науково-дослідних робіт з держбюджетної тематики «Наукові основи формування єдиної системи збереження та генерації енергії об'єктів паливно-енергетичного комплексу України».

Практичне значення. Застосування підвісних монорейкових доріг замість надгрунтових видів транспорту поширює область їх ефективного застосування в умовах інтенсивного здимання гірських порід підосви підготовчих виробок і забезпечує високі темпи підготовки запасів до очисного виймання, а транспортування секцій демонтованого механізованого кріплення в зібраному стані підвищує ресурс очисного обладнання високого технічного рівня. Таким чином, рекомендована транспортно-технологічна схема перемонтажу секцій механізованого кріплення з відпрацьованого стовпа в підготовлену монтажну камеру наступного стовпа забезпечує підготовку нових виїмкових стовпів без видавання обладнання на поверхню для технічного огляду і збільшує термін безремонтної роботи механізованих комплексів до 3,5 – 5,0 років.

Ключові слова: дизельна підвісна монорейкова дорога, підготовка виїмкових стовпів, відпрацювання похилих вугільних пластів, ремонт секцій механізованого кріплення.

Вступ. Для підвищення ефективності використання механізованих очисних комплексів нового покоління на шахтах України, що відпрацьовують похилі вугільні пласти лавами по простяганню, необхідна випереджальна підготовка фронту очисних робіт. Швидкість посування очисних вибоїв, обладнаних високоефективними виїмковими комплексами досягає 6...7,2 м/добу або 150...190 м/місяць.

Відповідно до прийнятих схем відпрацювання запасів вугілля для підготовки нового виїмкового стовпа необхідно проходити понад 3000 м підготовчих виробок. Практика показала, що значне зростання навантажень на вибої, які обладнані високопродуктивними очисними комплексами, вимагає і відповідної координації технологічних схем і темпів проведення всіх підготовчих виробок в межах гірничого відводу шахти.

Постановка проблеми. Основною умовою своєчасної підготовки нової виїмкової ділянки (стовпа) є виконання необхідних обсягів прохідницьких робіт за той період часу, протягом якого відпрацьовується діюча виїмкова ділянка з урахуванням резерву часу (до 25%) на перевиконання плану видобутку вугілля, монтажних, пускових та налагоджувальних робіт [1].

Однак, як показала практика, такі вимоги прийнятні для комбайнового способу проведення виробок по пластах з сприятливими гірничо-геологічними умовами та при відповідності рівнів механізації підготовчих і очисних робіт. Аналіз типових проектів діючих шахт Західного Донбасу показав, що на більшості шахт з повною конвеєризацією основного вантажопотоку від очисних вибоїв до пристовбурного двору здійснюється суміщення з вантажопотоками підготовчих вибоїв.

За результатами оцінки виробничих ситуацій і втрат часу при комбайновому проведенні 88 підготовчих вибоїв встановлено, що 15...36% випадків їх зупинки класифікуються як нестабільна робота системи внутрішньошахтного транспорту [2, 3]. Хронометражні спостереження за роботою дільничних виробок, обладнаних надґрунтовими видами транспорту, показують, що на своєчасне забезпечення підготовчих вибоїв матеріалами і обладнанням, крім гірничо-геологічних умов (активне здимання порід підшоши), істотно впливає також пропускна здатність виробок. Альтернативою надґрунтовим видам транспорту може бути застосування дизельних підвісних монорейкових доріг, але це питання потребує додаткового обґрунтування, зокрема щодо підвищення ефективності застосування підвісних монорейкових доріг для умов підготовки та відпрацювання похилих вугільних пластів.

Дослідженнями параметрів підвісних монорейкових доріг в різних умовах експлуатації займалися провідні фахівці, зокрема у роботах [4 – 8] розглядаються питання вдосконалення і обґрунтування параметрів підвісних монорейкових доріг в межах параметрів взаємодій рухомого складу з кріпленням виробок, а також вплив на формування напружень в масиві гірських порід над вироб-

кою [9, 10]. Дослідження [11 – 20] присвячені моделюванню та динаміці шляху і його взаємодії з рухомим складом підвісних монорейкових доріг.

Метою проведення досліджень є розробка високоадативної транспортно-технологічної схеми комплексного застосування дизельних підвісних монорейкових доріг в складних умовах підготовки нових виїмкових стовпів та виконання монтажних-демонтажних робіт в комплексно-механізованих лавах. При цьому демонтаж секцій механізованого кріплення і їх доставку в монтажну камеру передбачається виконувати в зібраному стані, тобто без розбору на одиниці, транспортабельні для надгрунтових видів транспорту.

Основна частина. В умовах інтенсифікації гірничих робіт на шахтах України, що розробляють похилі вугільні пласти, переважно рекомендують панельну підготовку шахтного поля, з вийманням пластів по простяганню за схемою лава-ярус. Використання стовпових систем розробки передбачає попереднє проведення протяжних горизонтальних та похилих пластових виробок.

Оцінка стану гірничопідготовчих робіт показала, що особливості експлуатації похилих та горизонтальних виробок пов'язані з проблемами допоміжного транспорту, зокрема при виконанні монтажних-демонтажних робіт [21].

Враховуючи сукупність гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов вугільних шахт, нормативна тривалість перемонтажу обладнання видобувної ділянки з комплексно-механізованим очисним вибоєм, визначається згідно методики [22]:

$$T_n = ((T_{м.б} + t_{л.м} \cdot \Delta l_l) \cdot K_{1-2} \cdot K_{1-3} \cdot K_{1-4} \cdot T_{н.у}) \cdot K_{1-7}, \text{ діб}, \quad (1)$$

де $T_{м.б}$ – табличні (базові) значення нормативу, визначені для стандартної (табличної) довжини очисного вибою при відсутності гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов, які ускладнюють ведення робіт, діб; $t_{л.м}$ – поправка табличного значення нормативу при відхиленні довжини очисного вибою, що розраховується, від її базового значення на 1 метр, діб; Δl_l – відхилення довжини очисного вибою, що розраховується, від табличного (базового) значення $l_{л.б}$, м; K_{1-2} – поправочний коефіцієнт, що враховує кількість вологи для місця монтажних (демонтажних) робіт ($K_{1-2} = 1,1$); K_{1-3} – поправочний коефіцієнт, що враховує температуру повітря, яка вище за норму ($K_{1-3} = 1,1$); K_{1-4} – поправочний коефіцієнт, що враховує нестійку покрівлю ($K_{1-4} = 1,1$); $T_{н.у}$ – додатковий час, що витрачається на випробування обладнання, вихід комплексу з монтажної камери та приймання ділянки комісією ($T_{н.у} = 3$ доби); K_{1-7} – поправочний коефіцієнт, що враховує перемонтаж обладнання без видачі на поверхню (демонтаж і монтаж) з частковим ремонтом і встановленням дефектів у шахті ($K_{1-7} = 1,3$).

Згідно [21], кінцевий результат перемноження усіх поправочних коефіцієнтів у виразі (1) не повинен перебільшувати 1,5. Але складні умови підтримки технічного стану протяжних ярусних штреків і виконання монтажних-демонтажних робіт знижують експлуатаційні показники традиційних засобів допоміжного транспорту, що призводить до невідповідності наведених вимог. Як альтернативне рішення нами пропонується загальне зниження терміну виконання монтажних-демонтажних робіт за рахунок вдосконалення системи до-

поміжного транспорту на базі застосування дизельних локомотивних підвісних монорейкових доріг.

Слід зазначити, що подібні рішення свого часу були рекомендовані в технологічних схемах підземного транспорту виїмкових дільниць для похилих пластів з кутом падіння до 18° [23]. Запропонований спосіб підготовки запасів для підземного видобування вугілля з похилих пластів включає видобуток вугілля у діючому виїмковому стовпі з проведенням нових ярусних штреків, із застосуванням в дільничних виробках підвісних монорейкових канатних доріг вітчизняного виробництва БДМК як основного виду допоміжного транспорту (рис.1, об'єкт 1).

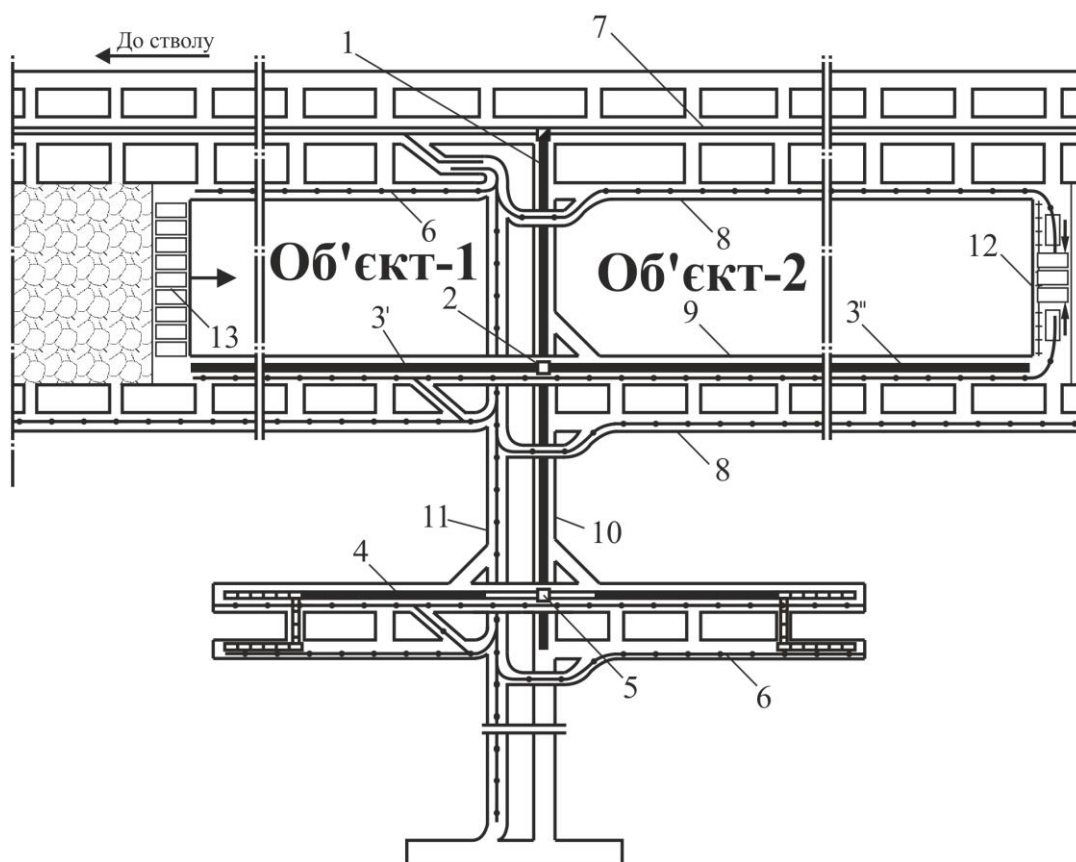


Рис. 2. Схема підготовки та відпрацювання запасів гірничого відводу шахти:
1 – магістральний стрічковий конвеєр; 2 – гірничий бункер-гезенк; 3' – ярусний стрічковий конвеєр (Об'єкта 1); 3'' – ярусний стрічковий конвеєр (Об'єкта 2); 4 – телескопічний стрічковий конвеєр наступного ярусу; 5 – вузол перевантаження з механізованим бункером; 6 – постав дизельної локомотивної підвісної монорейкової дороги; 7 – головний штрек; 8 – ярусний вентиляційний штрек; 9 – ярусний конвеєрний штрек; 10 – панельний конвеєрний ухил; 11 – панельний допоміжний ухил; 12 – монтажна камера; 13 – очисний вибій.

Основним недоліком наведеного способу була низька адаптаційна здатність монорейкових канатних доріг із-за втрати стійкості вантажів, що доставлялись до очисних і підготовчих вибоїв по підготовчим виробкам малого перерізу. Тому, згідно з нормами технологічного проектування підземного транспо-

рту, монорейкові дороги того покоління доцільно було використовувати в вентиляційних і конвеєрних виробках виїмкових діляниць з мало розгалуженими схемами та перерізом не менше $8,9 \text{ м}^2$. Низька продуктивність монорейкових доріг 6ДМК і ДМКМ та невисока фактична їх швидкість руху в підземних виробках (до $1,26 \text{ м/хв}$) вимагали значних витрат часу при виконанні монтажних-демонтажних робіт. За ствердженням науковців МакНДІ [24] забезпечити можливість експлуатації вітчизняних монорейкових доріг при високих швидкостях руху можливо було тільки шляхом зменшення відхилень посудин (вантажних одиниць), тобто значною зміною конструктивних параметрів існуючих доріг.

Необхідно відзначити, що оперативно вирішити цю проблему спромоглися відомі зарубіжні фірми гірничого машинобудування, такі як Ferrit (Чехія), Pioma (Польща), «Scharf» (Німеччина), які стали основними постачальниками перспективного обладнання для шахт Східного Донбасу («Стаханова», «Покровська №1» та ін.).

Проведені нами на цих шахтах дослідження дозволили обґрунтувати доцільність впровадження дизельних монорейкових доріг нового покоління в якості єдиного транспортного засобу при інтенсифікації гірничопідготовчих робіт та розробити рекомендації на їх використання при проведенні монтажних-демонтажних робіт в розрізних печах [25, 26] шахт Західного Донбасу.

З метою поширення області ефективного застосування дизельних монорейкових доріг нового покоління в умовах інтенсивного відпрацювання похилих вугільних пластів були запропоновані спосіб підготовки запасів до очисного виймання і транспортно-технологічна схема з застосуванням підвісних монорейкових доріг, як допоміжного транспорту при відпрацюванні виїмкових стовпів, проведенні підготовчих виробок та монтажної камери з подальшим монтажем очисного обладнання [27].

В основу запропонованої схеми поставлено завдання удосконалення відомого способу розробки похилих вугільних пластів, в якому введенням нових технологічних операцій досягається спрощення технологічного процесу і можливість керування його безперервністю, скорочення часу на проведення монтажних-демонтажних робіт, що сприяє підвищенню навантаження на очисні вибої і за рахунок цього збільшенню енергозбереження при зниженні сумарних витрат на підготовку запасів до виймання.

Задача вирішується тим, що у відомому способі розробки похилих вугільних пластів (рис.1, об'єкт 1), що включає видобуток вугілля у діючому виїмковому стовпі з проведенням ярусних штреків, із застосуванням підвісних монорейкових доріг, спорудження монтажної камери у кожному наступному стовпі, згідно із запропонованим способом, при підготовці кожного наступного стовпа монтують постав підвісної монорейкової дороги із заведенням його в споруджену монтажну камеру (рис.1, об'єкт 2), якою завершують період доопрацювання попереднього стовпа, в яку далі транспортують секції механізованого кріплення в зібраному стані дизельною підвісною монорейковою дорогою (Рис. 2) до центральної частини монтажної камери та здійснюють їх одночасний монтаж у протилежних напрямках до відповідних штреків.



Рис. 2. Транспортування секцій механізованого кріплення в зібраному стані

Спосіб пояснюється схемою підвищення ефективності застосування підвісних монорейкових доріг для умов підготовки та відпрацювання похилих вугільних пластів, яку наведено на рис. 1.

Згідно із запропонованою схемою, як вказано на рис. 1, одночасно з відпрацюванням запасів вугілля в діючому виїмковому стовпі (Об'єкт-1), ведуться гірничі роботи по підготовці наступного стовпа (Об'єкт-2). Згідно з діючими нормами проектування темпи проведення підготовчих виробок 8, 9 повинні не менше ніж на 25 % випереджати темпи посуювання очисного вибою 13. На момент відпрацювання запасів вугілля у виїмковому стовпі (Об'єкт-1) повинні бути проведені ярусні вентиляційний 8 і конвеєрний 9 штреки (Об'єкт-2) та розрізна піч для з'єднання ярусних штреків 8, 9 і сформовано монтажну камеру 12 (Об'єкт-2). Параметри розрізної печі задаються конструктивними параметрами прохідницького комбайна, а монтажної камери параметрами очисного та транспортного обладнання, що буде застосовуватись згідно з проектом.

При реалізації запропонованого способу визначено, що при доопрацюванні 80 – 85 % запасів діючого стовпа (Об'єкт-1) ярусні штреки 8, 9 вже проведені до меж нового виїмкового стовпа (Об'єкт-2) та в них змонтовані підвісні монорейкові дороги 6 і телескопічний стрічковий конвеєр 3". Прокіницький комбайн, який проводив ярусний конвеєрний штрек 9, повертає на 90 ° у бік ярусного вентиляційного штреку 8 і починає проведення розрізної печі нового очисного вибою, та розширення її до параметрів монтажної камери 12 (Об'єкт-2) у зворотному напрямку, тобто від вентиляційного штреку 8 до ярусного конвеєрного штреку 9. Слідом за посуюванням вибою розрізної печі виконується монтаж скребкового конвеєра нової лави (Об'єкт-2), за допомогою якого транспортується гірнична маса від прохідницького комбайна до телескопічного стрічкового конвеєра 3 та далі через гірничий бункер-гезенк 2 на магістральний стрічковий конвеєр 1, який змонтовано у панельному конвеєрному ухилі 10, і далі по головному штреку 7 до стволу. Транспортування необхідних допоміжних матеріалів, обладнання та людей до очисного вибою 13, що доробляється, та у монтаж-

ну камеру 12, яка споруджується, виконується за допомогою локомотивної дизельної підвісної монорейкової дороги 6, постав якої заведено і змонтовано в монтажній камері 12, по панельному допоміжному ухилу 11 та ярусним вентиляційному 8 і конвеєрному 9 штрекам (Об'єкт-2).

Так як ширина монтажної камери визначається геометричними розмірами очисного обладнання і зазвичай перевищує максимально можливу ширину розрізної печі, яка проводиться гірничопрохідницьким комбайном, то виникає необхідність двосторонньої схеми її проведення. Тобто параметри розрізної печі, яка проводиться від конвеєрного до вентиляційного штреку, у зворотному напрямку поширюються прохідницьким комбайном до проектних розмірів монтажної камери 12. При цьому гірнича маса при роботі прохідницького комбайна у зворотному напрямі навантажується на скребковий конвеєр лави, який змонтовано уздовж всієї довжини монтажної камери 12 при проведенні розрізної печі. Запропонована схема спорудження монтажної камери 12 доцільна також з точки зору управління гірничим тиском. На момент завершення поширення геометричних розмірів монтажної камери 12 до проектних показників починається демонтаж секцій механізованого кріплення з вже відпрацьованого очисного вибою 13 (Об'єкт-1) з послідовним транспортуванням їх у споруджену монтажну камеру 12 (Об'єкт-2) підвісною монорейковою дорогою 6. В цей період секції механізованого кріплення доставляють підвісною монорейковою дорогою з відпрацьованої лави 13 у монтажну камеру 12, обертають у підвішеному стані за допомогою монтажних лебідок та встановлюють згідно з проектною документацією. Монтаж секцій механізованого кріплення виконують одночасно у двох напрямках від центральної частини монтажної камери 12 у бік ярусного вентиляційного штреку 8 та у бік ярусного конвеєрного штреку 9.

Якщо висота монтажної камери перевищує потужність пласта, що готується до виймання, то після встановлення і розпору секцій механізованого кріплення викладають над ними дерев'яні «костри».

При переміщенні секцій механізованого кріплення на сполученнях виробок транспортування здійснюється без перевантажувальних операцій, так як постав дизельної локомотивної підвісної монорейкової дороги 6 обладнаний спеціальними стрілочними переводами.

З метою скорочення часу на ремонт секцій механізованого кріплення з відпрацьованого очисного вибою 13 (Об'єкт-1) в монтажну камеру 12 (Об'єкт-2) демонтаж секцій рекомендовано здійснювати одночасно з ярусного вентиляційного 6 і конвеєрного 9 штреків (Об'єкт-1) та переміщення їх в монтажну камеру 12 (Об'єкт-2) по паралельних маршрутах, якщо вони передбачені проектом та відповідають діючим нормативним документам (Рис.3).

Тобто безперервність транспортування та скорочення часу монтажних демонтажних робіт суттєво підвищує навантаження на очисні вибої. Фактично це дає можливість здійснювати керування безперервністю процесом підготовки видобутку вугілля.

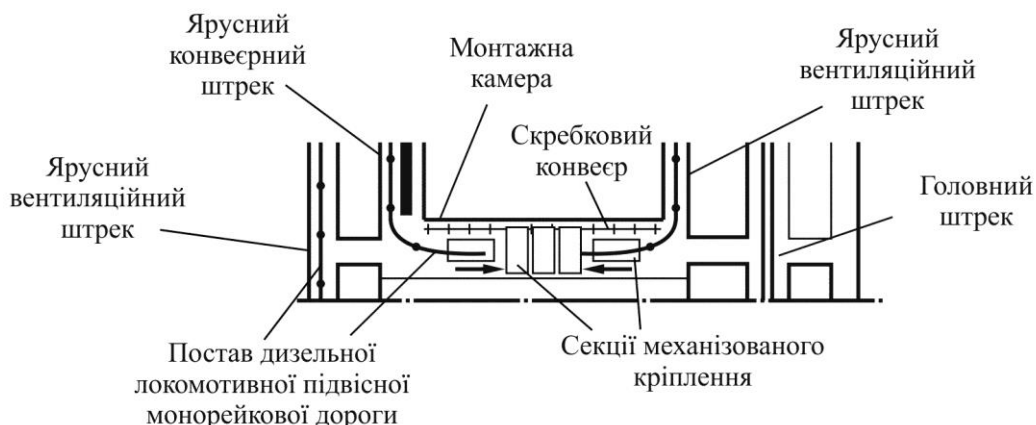


Рис. 3. Схема одночасного монтажу секцій механізованого кріплення з ярусного вентиляційного і конвеєрного штреків

За рахунок перемонтажу очисного обладнання з відпрацьованого очисного вибою 13 (Об'єкт-1) та монтажу секцій механізованого кріплення одночасно у двох напрямках від центральної частини монтажної камери 12 у бік ярусного вентиляційного штреку 8 та у бік ярусного конвеєрного штреку 9 (Об'єкт-2) скорочуються загальні витрати часу на підготовку запасів до очисного виймання та підвищується продуктивність ведення гірничопідготовчих робіт при видобутку вугілля з похилих пластів.

Висновки. Запропонований спосіб підвищення ефективності застосування підвісних монорейкових доріг для умов відпрацювання похилих вугільних пластів передбачає високі темпи підготовки запасів до очисного виймання, не зважаючи на наявність такого негативного явища як здимання гірських порід піддошви підготовчих виробок, яке у свою чергу знижує ефективність підготовчих робіт при використанні надґрунтових видів транспорту.

Таким чином, з урахуванням підвищеного ресурсу очисного обладнання високого технічного рівня термін безремонтної роботи механізованих комплексів збільшується до 3,5 – 5,0 років. Це передбачає можливість виконувати підготовку нових виїмкових стовпів без видавання обладнання на поверхню для технічного огляду, тобто шляхом перемонтажу з відпрацьованого стовпа в підготовлену монтажну камеру наступного стовпа.

Перелік посилань

1. Посунько, Л.Н. (2010). Резервы повышения темпов комбайнового проведения подготовительных выработок в условиях шахт Западного Донбасса. *Науковий вісник НГУ*, (5). 37-40.
2. Ширін, Л.Н. (2006). *Наукове обґрунтування продуктивності транспортно-технологічних схем і параметрів шахтного транспорту високого технічного рівня*. Звіт НДР: Національний гірничий університет. (0105U000520), 126 с.
3. Shyrin, A., Rastsvetaev, V. & Morozova, T. (2012) Estimation of Reliability and Capacity of Auxiliary Vehicles While Preparing Coal Reserves for Stopping. *Geomechanical Processes during Underground Mining: School of Underground Mining 2012*, 105-108.

4. Ширин, Л.Н., Посунько, Л.Н., Расцветаев, В.А. (2008). Оценка эксплуатационных параметров подвесных монорельсовых дорог. *Геотехнічна механіка: Збірник наукових праць інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України*. (76). 91-96
5. Расцветаев, В.А., Посунько, Л.Н., Дятленко, М.Г. (2010). Комплексная оценка транспортно-технологических схем комбайнового проведения подготовительных выработок в условиях шахт Западного Донбасса. *Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми горного дела и экологии горного производства»*. (36-41).
6. Ширин, Л.Н., Расцветаев, В.А., Лебедь, А.Л., Галушко, Н.Н. (2012). Перспективы совершенствования схем вспомогательного транспорта в условиях ОП шахта «1/3 Новогородовская». *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*, (38), 79-83.
7. Расцветаев, В.О. (2014). Особливості транспортного обладнання та його вплив на параметри підготовки запасів вугільних шахт Західного Донбасу. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*, (45). 43-50.
8. Расцветаев, В.О., Посунько, Л.М., Ширин, А.Л., Жеглов, С.С. (2015). Оцінка факторів обмеження ефективності транспортних схем при підготовці запасів вугілля в умовах шахт Західного Донбасу. *Розробка родовищ: Збірник наукових праць*, (9). 117-124.
9. Расцветаев, В.А. (2011). Особенности формирования дополнительных нагрузок на арочную крепь участковых выработок с подвесными монорельсовыми дорогами. *Науковий вісник НГУ*, (4). 35-38.
10. Расцветаев, В.О. (2014). Додаткові навантаження від підвісних монорейкових доріг на арочне кріплення виробок в умовах шахт Західного Донбасу. *Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць*, (117). 53-59.
11. Gutarevych, V. (2011). Dynamic processes during monorail locomotive rocking and their impact on draw gear characteristics. *Transport Problems: International scientific journal*, 6(2). 43-50.
12. Viktor Gutarevych, Nataliia Vodolaskaya, Esad Jakupović & Dragoljub Mirjanić (2016). Research on the Influence of Dynamic Load on Suspended Monorail. *Applied Mechanics and Materials: Trans Tech Publications Ltd*, 830. 23-29.
13. Гутаревич, В.О. (2015). Продольная динамика шахтной подвесной монорельсовой дороги. *Науковий вісник Національного гірничого університету*, (1). 83-88.
14. Gutarevych, V. (2014). Mathematical modeling of end carriage motion on the overhead monorail. *Metallurgical and Mining Industry*, (5). 51-55.
15. Gutarevych, V. (2012). A mathematical model study of suspended monorail. *Transport Problems: International scientific journal*, 7(3). 61-66.
16. Gutarevych, V. (2014). Dynamic model of movement of mine suspended monorail. *Transport Problems: International scientific journal*, 9(1). 13-18.
17. Гутаревич, В.О. (2012). Определение частот и форм свободных колебаний подвесного пути шахтной монорельсовой дороги. *Вісті Донецького гірничого інституту*, 1(30)-2(31). 225-230.
18. Гутаревич, В.О. (2013). Исследование упругих колебаний экипажа и подвесного пути шахтной монорельсовой дороги. *Наукові праці ДонНТУ: гірничо-електромеханічна серія*, 1(25). 72-78.
19. Гутаревич, В.О. (2013). Вертикальные колебания подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги. *Наукові праці ДонНТУ: гірничо-електромеханічна серія*, 2(26). 97-107.
20. Гутаревич, В.О. (2014). Боковые колебания подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, (6). 264-270.

21. Расцветаев, В.О. (2014). Перспективи вдосконалення транспортно-технологічних систем при виконанні монтажних-демонтажних робіт в умовах шахт Західного Донбасу. *Розробка родовищ: Збірник наукових праць*, (8). 143-148.
22. Борзых, А.Ф., Кузьменко, А.М., Сафонов, В.И., Рябичев, В.Д. (2008). *Монтаж и демонтаж очистных механизированных комплексов угольных шахт*. Донецк: Норд-Пресс, 265 с.
23. Гудалов, В.П., Котов, М.А., Антоновская, М.А., Ремизов, И.П., Волков, Ф.Ф., Вепринцев, С.Д. и др. (1972). *Технологические схемы подземного транспорта выемочных участков на угольных шахтах (для пологих пластов с углом падения до 18°)*. Москва: Институт горного дела им. А.А. Скочинского. 26-27.
24. Нос, В.С., Айзеншток, Л.И. (1982). О зазорах в выработках при монорельсовом транспорте. *Безопасность труда в промышленности*, 2(12). 47-48.
25. Ширин, Л.Н., Расцветаев, В.А. (2007). Совершенствование методики расчета эксплуатационных параметров подвесной монорельсовой дороги при доставке грузов в сложных горно-геологических условиях. *Науковий вісник НГУ*, (10). 17-20.
26. Ширін, Л.Н., Расцветаев, В.О., Лебідь, О.Л. (2013). *Спосіб розробки пологих вугільних пластів*. Патент № 100607, Україна.
27. Ширін, Л.Н., Расцветаев, В.О., Коваль, О.І., Посунько, Л.М., Ширін, А.Л., Коровяка, Є.А. (2017). *Спосіб розробки похилих вугільних пластів*. Патент № 118693, Україна.

АННОТАЦІЯ

Цель исследования – разработка технологии комплексного применения дизельных подвесных монорельсовых дорог в сложных условиях отработки наклонных угольных пластов, подготовки новых выемочных столбов и выполнения монтажно-демонтажных работ в комплексно механизированных лавах. При этом перемонтаж секций механизированной крепи и доставку вспомогательных материалов и оборудования предполагается выполнять согласно предложенной транспортно-технологической схемы.

Методика исследования заключается в критическом анализе литературных источников и осмотре и систематизации опыта использования известных транспортных схем на базе применения дизельных локомотивных подвесных монорельсовых дорог для своевременной подготовки запасов угля к очистной выемке. Анализ подходов к выбору и теоретическому обоснованию новой схемы перемонтажа очистного оборудования, что в частности учитывает ключевые технико-экономические показатели разработанной горнотранспортной системы.

Результаты. Выполнены исследования параметров транспортно-технологической схемы подготовки и отработки наклонных угольных пластов, которая включает добычу угля в действующем выемочном столбе с одновременным проведением ярусных штреков нового выемочного столба с применением подвесных монорельсовых дорог и сооружении монтажной камеры в каждом следующем столбе. Согласно предложенной схеме подготовка каждого следующего столба сопровождается монтажом става подвесной монорельсовой дороги с заводом его в сооруженную монтажную камеру, которой завершают период доработки предыдущего столба. За счет использования высокой адаптационной способности дизельной подвесной монорельсовой дороги секции в собранном состоянии транспортируют в центральную часть подготовленной монтажной камеры и осуществляют их одновременный монтаж в противоположных направлениях к соответствующим ярусным штрекам.

Научная новизна. Исследования выполнены в рамках выполнения научно-исследовательских работ по госбюджетной тематике «Научные основы формирования единой системы хранения и генерации энергии объектов топливно-энергетического комплекса Украины».

Практическое значение. Применение подвесных монорельсовых дорог вместо напочвенных видов транспорта распространяет область их эффективного применения в условиях интенсивного пучения горных пород почвы подготовительных выработок и обеспечивает высокие темпы подготовки запасов к очистной выемке, а транспортировка секций демонтированной механизированной крепи в собранном состоянии повышает ресурс очистного оборудования высокого технического уровня. Таким образом, рекомендованная транспортно-технологическая схема перемонтажа секций механизированной крепи из отработанного столба в подготовленную монтажную камеру следующего столба обеспечивает подготовку новых выемочных столбов без выдачи оборудования на поверхность для технического осмотра и увеличивает срок безремонтной работы механизированных комплексов до 3,5 – 5,0 лет.

Ключевые слова: дизельная подвесной монорельсовая дорога, подготовка выемочных столбов, отработка наклонных угольных пластов, перемонтаж секций механизированной крепи.

ABSTRACT

Objective is to develop a technique for integrated use of diesel monorails under complicated conditions of inclined coal seam mining, preparation of new extraction pillars as well as assembling and dismantling operations within fully-mechanized longwalls. In this context, relocation of the mechanized support sections, and delivery of auxiliary materials and facilities are proposed to implement according to the proposed transport and operation schedule.

Methods are to carry out critical analysis of scientific sources as well as to review and systemize the practices concerning the use of available transportation techniques based upon diesel locomotive overhead monorails to prepare coal for its mining in due time. Approaches concerning both selection and theoretical substantiation of a new schedule to relocate mining equipment, involving the key performance indicators of the developed mining and hoisting system, will be analyzed as well.

Findings. Parameters of the transportation and operation schedule to prepare and mine inclined coal seams have been studied. The schedule involves coal mining within operating extraction pillar with simultaneous construction of sub-panel entries of a new extraction pillar with the use of overhead monorails as well as assembling chambers within each following pillar. According to the proposed schedule, preparation of each successive pillar is followed by assembling of lines of overhead monorail with its building in the constructed assembling chamber being a final stage of the previous pillar development. Owing to high adaptation capability of the diesel overhead monorail when it is assembled, the sections are delivered to the central part of the prepared assembling chamber where they are assembled simultaneously and oppositely towards corresponding sub-panel entries.

Scientific novelty. The study is a part of state-financed Scientific background to form unified system to save and generate energy of objects of fuel and energy system of Ukraine research area.

Practical relevance. Use of overhead monorails instead of ground transport expands the area of their efficient application in terms of intense heaving of rock mass of mine working floor and provides high rates of deposit preparation for stoping. Moreover, transportation of the assembled sections of dismantled mechanized support prolongs the life of high-technology stoping equipment. Thus, the recommended transportation and technological scheme of mechanized-support sections remounting from the worked-out pillar into the prepared installation chamber of the next pillar will help prepare new extraction pillars without sending the equipment onto the surface for its maintenance and increases the period of maintenance-free operation of mechanized complexes up to 3.5-5.0 years.

Key words: *diesel overhead monorail, preparation of extraction pillars, inclined coal seam mining, remounting of mechanized-support sections.*