ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ КОНВЕЄРНИХ ШТРЕКІВ В ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ ШАХТИ «КРАСНОЛИМАНСЬКА»

О. І. Дубовик

Державне підприємство «Вугільна компанія «Краснолиманська»

вул. Перемоги, м. Родинське, 985310, Донецька обл., Україна.

E-mail: nv.khozyaykina@gmail.com

Обґрунтування параметрів технологій, що забезпечують найбільш економічно доцільний видобуток вугілля є актуальною задачею сьогодення. Одним із таких напрямів технологічного прориву є повторне використання підготовчих виробок. У статті розглянуто різні критерії економічної доцільності такого використання і наведено розрахунок для гірничо-геологічних умов шахти «Краснолиманська». Використання рекомендацій, отриманих в результаті досліджень, дозволить отримати економічний ефект 5 314 065 гривень, або 3 640 гривень на 1 м виробки.

Ключові слова: шахта, штрек, лава, кріплення, ремонт, критерій, доцільність.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНВЕЙЕРНОГО ШТРЕКА В ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «КРАСНОЛИМАНСКАЯ»

А. И. Дубовик

Государственное предприятие «Угольная компания «Краснолиманская»

ул. Победы, г. Родинское, 985310, Донецкая обл., Украина.

E-mail: nv.khozyaykina@gmail.com

Обоснование параметров технологий, обеспечивающей наиболее экономически целесообразную добычу угля является актуальной задачей сегодняшнего дня. Одним из таких направлений технологического прорыва является повторное использование подготовительных выработок. В статье рассмотрены различные критерии экономической целесообразности такого использования и приведен расчет для горно-геологических условий шахты «Краснолиманская». Использование рекомендаций, полученных в результате исследований, позволит получить экономический эффект 5 314 065 гривен, или 3 640 гривен на 1 м выработки.

Ключевые слова: шахта, штрек, лава, крепления, ремонт, критерий, целесообразность.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Останніми роками світова громадськість все більше уваги приділяє економічним аспектам промислових технологій. Особливий наголос щодо означеної проблеми був зроблений на міжнародному форумі, що відбувся у 2018 році польському місті Катовіце [1]. особливо шкідливим в еко-

логічному плані є теплова генерація електричної енергії, що ґрунтується на спалюванні вугілля. Відзначається, що видобуток вугілля буде скорочуватись внаслідок того, що генерація електроенергії все ширше буде відбуватися за рахунок відновлюваних джерел енергії: сонце, вітер, тепло надр [2, 3, 4]. Відбувається цей процес переходу не за короткий проміжок часу. Спеціалісти стверджують, що для цього знадобиться 25-40 років. В час перехідного періоду ефективність теплової генерації електроенергії буде суттєво залежати від собівартості вугілля, що видобувається.

Таким чином, технологічні рішення, що направлені на удосконалення процесу видобутку, збагачення і спалювання вугілля є актуальною проблемою сучасності.

Аналіз існуючих досліджень і публікацій. Одним із напрямів удосконалення процесів видобутку вугілля є повторне використання підготовчих виробок, що оконтурюють стовпи, призначені для їх подальшого відпрацювання.

Останніми роками, у зв'язку з актуалізацією напрямку ресурсозбереження при підготовці виїмкових дільниць, для обґрунтування економічної доцільності повторного використання виробок низькою дослідників запропоновані відповідні критерії [5].

У роботах І. М. Поповича [6, 7] у якості критерія пропонується використовувати граничні зміщення контуру виробки, що забезпечують залишковий перетин штреку, достатній для подальшої безпечної експлуатації виробки після першого проходу лави. Розрахункова схема до визначення величини граничних зсувів контуру виробки наведено на рис. 1.

Рисунок 1 – Схема до визначення граничного значення втрати поперечного перерізу підготовчої виробки

При такому підході до оцінки доцільності повторного використання з урахуванням збереження перерізу виробки в межах 60 ... 70% від початкового, зміщення контуру U_0 повинні складати не більше 0,4 м за умови їх приблизно рівномірного наростання в покрівлі, боках і ґрунті.

У роботах О.О. Логунової [8, 9] в якості критерія економічної доцільності повторного використання підготовчої виробки пропонується граничне значення залишкової площі перетину, що більшою мірою відповідає гірничо-геологічними умовами шахт ДП «Селідовувугілля» і становить $S_{ocm} = 8,5 \text{ м}^2$.

У дослідженнях І. В. Дудки [10, 11] при обґрунтуванні можливості повторного використання виробок в умовах ДП «Антрацит» також розглядається економічна доцільність збереження виробок для повторного використання при стійких породах підшви і значних деформаціях порід в покрівлі і бортах, що викликають необхідність перекріплення виробки. Для розглянутих умов у якості критерія прийнято залишкову площу перетину виїмкових виробок – $S_{ocm} = 8,0 \text{ м}^2$.

В роботі Дубовика А. І. [12] в якості критерія економічної доцільності розглядається граничний рівень експлуатаційних витрат, визначення яких сформульовано як задачу про викиди випадкової функції за заданий рівень.

Розглянуті критерії по суті включають три умови, що є необхідними для доцільного повторного використання виробок:

- геомеханічна умова – взаємодія елементів кріплення і охорони виробки з породним масивом не повинні призводити до некерованих деформацій приконтурного масиву (наприклад, до перекріплення або систематичним підривам ґрунту);
- технологічна умова – площа виробки на сполученні з лавою повинна бути достатньою для розміщення обладнання і безпечного виконання робіт;
- економічна умова – сумарні витрати на проведення виробки і додаткові заходи, спрямовані на її збереження не повинні перевищувати вартість проведення нової.

Машуркой С. В. при виборі критерію доцільності повторного використання виробок для умов ШУ «Південнодонбаське №1» були враховані дані умови з урахуванням специфіки розвитку деформаційних процесів, до яких слід віднести наявність слабких порід, що вміщують в підшві виробки і необхідність їх неодноразової підривання (рис. 2).

Рисунок 2 – Схема зсувів породного контуру виробки при її підтримці поза зоною впливу очисних робіт

Здимання, а також опускання порід покрівлі, призводять до деформацій і руйнування кріплення, викликають необхідність підривання ґрунту і перекріплення виробки. Машуркой при визначенні вартості робіт на спорудження і підтримку виробок для повторного використання допускається, що протягом терміну служби виробки буде потрібно не більше однієї підривки порід підшви ($n \leq 1,0$), а зміщення покрівлі не викликає необхідності перекріплення. Запропонований показник ремонтності P_n , який враховує можливі зміщення покрівлі і ґрунту і необхідність проведення ремонтних робіт, повинен бути не більше 2,25, що може вважатися критерієм геомеханічної і економічної доцільності повторного використання виробок, закріплених металевою арковою конструкцією кріплення [13].

Метою роботи є технологічне і економічне обґрунтування повторного використання виробок, що призведе до зниження експлуатаційних витрат при їх утриманні.

Матеріал і результати досліджень. Шахта «Краснолиманська» є однією з найбільш перспективних підприємств вугільної галузі, що знаходяться у державній власності. Вугілля марки Ж (коксівне) на шахті видобувається на глибині 850-1087 м з пластів потужністю від 1,1 до 3,2 м. Вугільні пласти газонасичені, схильні до раптових викидів вугілля і газу.

На прикладі конвеєрного штреку 4-ї північної лави уклону № 1 пласт m^2_4 виконані розрахунки вартості підтримки підготовчої виробки із умов, що підтри-

Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. Випуск 1/2019(23).

мується у робочому стані 50 % її протяжності, як то впливає із розрахунків за критерієм [12] (табл. 1) та вартості спорудження нової (вентиляційної) виробки (табл. 2).

Схема кріплення і підтримки конвеєрної виробки наведена на рис. 3.

Рисунок 3 – Паспорт кріплення і охорони штреку на ділянці за лавою

Таблиця 1 – Витрати на підтримку 4-го північного конвеєрного штреку уклону № 1 пласта m_4^2

Показники	Од. вимір.	Підтримка (відновлення) 730 м
Норма виробітку		0,146
Вартість підтримки одного погонного метра	грн.	1 465
Об'єм гірської маси	m^3	8 030
Витрати всього	грн.	43 260 765
на 1 п.м.	грн.	29 631

ІННОВАЦІЇ, ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГІЙ ТА КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЯ НАУКОВИХ РОЗРОБОК

Таблиця 2 – Витрати на спорудження 4-го північного вентиляційного штреку
уклону № 1 пласта m_4^2

Показники	Од. вимір.	Підтримка (відновлення) 1460 м
Норма виробітку		0,202
Вартість підтримки одного погонного метра	грн.	1 139
Об'єм гірської маси	m^3	23 360
Витрати всього	грн.	48 594 831
на 1 п.м.	грн.	33 284

Із наведених у таблицях розрахунків витікає, що при прийнятій технології підтримки і кріплення 4-го північного вентиляційного штреку уклону № 1 пласта m_4^2 економічний ефект становить 5 314 065 гривень, або 3 640 гривень на 1 м виробки.

ВИСНОВКИ. Таким чином, при умові перекріплення і підживки 50 % довжини виробки технічні рішення, направлені на забезпечення її стійкості, є економічно доцільними.

ЛІТЕРАТУРА

1. XXIV конференция, проводимая в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата (COP 24) и 14-я в рамках совещания сторон по Киотскому протоколу (CMP-14)). Режим доступа: <http://infoclimate.org/sobytie/katowice-2018/>
2. Pivnyak G. G., Shashenko O. M. Trends of World Coal Mining Development and Thermal Power Generation. Materials of the International Scientific and Practical Conference "Physical and Chemical Geotechnologies - 2018". Дніпро: НТУ «ДП», 2018. С. 7–10.
3. Хозяйкина Н. В. Технологии Synchro-mining на базе угольных шахт, подлежащих закрытию. «Уголь Украины». Издатель: ГП «Институт» УкрНИИпроект». № 6. 2018 (738). С. 9–14.
4. Зинченко А., Михайленко А. «Зеленая» революция в Украине: для всех или для избранных. 16 февраля 2018. Режим доступа: <https://www.epravda.com.ua/rus/publications/2018/02/16/634141/>
5. Логунова А. О., Дубовик А. И., Король А. Ю. К вопросу о выборе критерия целесообразности повторного использования подготовительных выработок угольных шахт. Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників - 2018», 10.10 - 13.10.2018 р. Геомеханіка і геотехніка. Дніпро: Середняк Т.К.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. С. 125–127.
6. Попович И. Н. Исследование эффективности элементов крепления и охраны выемочных выработок в условиях шахты «Партизанская» ГП «Антрацит». Форум гірників-2014: Матеріали міжнародної наук.-техн. конференції. 1-4 жовтня 2016 р. Т. 2. Дніпропетровськ, РВК НГУ. 2014. С. 97–103.
7. Попович И. Н. Обоснование параметров способа охраны выработок для повторного использования на ОП «Шахта «Комсомольская» ГП «Антрацит».

Міжнародна наук.-техн. конференція «Сталий розвиток промисловості та суспільства» 21.05.2015 р. Т. 1. КНУ. 2015. С. 20–21.

8. Гапеев С. Н., Григорьев А. Е., Логунова А. О. Критериальная величина остаточного сечения конвейерного штрека, используемого повторно. *Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва*. Кременчук: КрНУ, 2015. Вип. 2 (16). С. 90–99.

9. Барабаш М. В., Дубовик А. И., Логунова А. О. Повторное использование подготовительных выработок угольных шахт. Днепропетровск: Литограф, 2015. 65 с.

10. Дудка И. В. Обоснование параметров охраны выемочных выработок при бесцеликовой отработке в условиях шахты «Партизанская» ГП «Антрацит». XI Міжнародна наук.-техн. конф. «Розробка, використання та екологічна безпека сучасних гранульованих та емульсійних вибухових речовин»: матеріали конференції. Кременчук-Свалява, 1-7 лютого 2015 р. Кременчук: КрНУ, 2015. С. 78–81.

11. Солодянкин А. В., Машурка С. В., Дудка И. В. К вопросу об эффективности повторного использования выработок в сложных геомеханических условиях. *Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва*. Кременчук: КрНУ, 2015, № 2 (16). С. 99–109.

12. Шашенко А. Н., Дубовик А. И. Обоснование критерия целесообразности повторного использования подготовительных выработок угольных шахт. *Вісник Донецького гірничого інституту*. 2016. № 1(38). С. 61–63.

13. O. Solodyankin, O. Hryhoriev, I. Dudka, S. Mashurka. Criterion to select rational parameters of supports to reduce expenditures connected with construction and maintenance of development working. *Scientific Bulletin of the National Mining University*. 2017. № 2, pp. 19–27.

THE ECONOMIC FEASIBILITY OF THE CONVEYOR DRIFT REUSE IN THE MINING AND GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE KRASNOLIMANSKA MINE

O. Dubovyk

State Enterprise «Coal Company» Krasnolimanskaya»

vul. Peremogy, Rodinskoe, 985310, Donetska obl., Ukraine.

E-mail: nv.khozyaykina@gmail.com

Purpose. Analysis of Ukrainian and the world coal industry suggest that, over time, alternative energy sources will replace thermal generation. According to experts, the period of transition to a fundamentally different energy sector is 30-50 years. During this time, the thermal generation efficiency of electric energy will significantly depend on the coal produced cost. In this way the justification of technical parameters, providing the most economical expediency coal mining, is a necessity of today. One of these areas of technological breakthrough is the reuse of development excavation. The article is shown various criteria for the economic expediency of such use and provided a calculation for the mining and geological conditions of the Krasnolimanska mine.

Methodology. The research methodology consists of numerical modeling of the excavation stability and the design of support with a set of such elements in which the con-

tour displacement of the excavation does not exceed 0.3-0.4 m. Each option is accompanied by an appropriate economic calculation, allowing to compare the cost of building a new drift with the repair of excavation reuse. **Results.** As a result of the search, a support option for development excavation was recommended, including two levels anchors, ductility support and a guard constructure. **Originality.** The calculations feature is a combination of analytical and in-situ measurements, which allowed to justify the parameters and support designs for the conveyor drift reuse in the mining and geological conditions of the Krasnolimanska mine. **Practical value.** Using of recommendations obtained as a research result will provide an economic effect of 5 314 065 UAH, or 3 640 UAH per 1 meter of mining excavation.

Key words: mine, drift, longwall, bolting, renovation, criterion, expediency.

REFERENCES

1. XXIV Conference, under the United Nations Framework Convention on Climate Change (COP 24) and the 14th Conference of the Parties to the Kyoto Protocol (CMP-14). Access Mode (2018): <http://infoclimate.org/sobytie/katowice-2018/>
2. Pivnyak, G. G., Shashenko, O. M. (2018), "Trends of World Coal Mining Development and Thermal Power Generation", *Materials of the International Scientific and Practical Conference "Physical and Chemical Geotechnologies - 2018"*, Dnipro University of Technology, pp. 7–10.
3. Khoziaikina, N. V. (2018), "Tekhnologii Synchro-miningna base ugolnykh shakht, podlehashchikh zakrytiyu" [Synchro-mining technologies based on coal mines to be closed], *Coal of Ukraine*, issue 6 (738), pp. 9–14.
4. Zinchenko, A., Mykhaylenko, A. (2018), "Zelenaia» revoliutsiia v Ukrainy: dlia vsekh yly dlia yzbrannykh" [The Green Revolution in Ukraine: for all or for the elect], *February 16, 2018*. Access mode: <https://www.epravda.com.ua/rus/publications/2018/02/16/634141>
5. Logunova, A. O., Dubovik, A. I., Korol, A. Yu. (2018), "K voprosu o vybore kryteriya tselesoobraznosti povtorno yspolzovaniia podgotovytelnykh vyrabotok uholnykh shakht" [On the question of the choice of the criterion of the feasibility of reuse of preparatory workings of coal mines], *Materials mizhnarodnoi konferezii "Forum Hirnikiv-2018", 10.10 - 13.10.2018*, Dnipro University of Technology, pp. 125–127.
6. Popovich, I. N. (2014), "Yssledovanye efektyvnosti elementov krepleniia y okhrany vyemochnikh vyrabotok v usloviakh shakhty «Partyzanskaia» HP «Antratsyt»" [Investigation of the effectiveness of fastening and protection elements of excavation workings in the conditions of the mine "Partizanskaya" of the state-owned enterprise "Anthracite"], *Materials mizhnarodnoi konferezii "Forum Hirnikiv-2014", 01.11-04.11.2014*, Dnipro University of Technology, pp. 97–103.
7. Popovich, I. N. (2015), "Obosnovaniye parametrov sposoba okhrany vyrabotok dlia povtorno yspolzovaniia na «Shakhta «Komsomolskaia» HP «Antratsyt»" [Justification of the parameters of the method of protection of workings for reuse at the "Mine Komsomolskaya" GP "Anthracite"], *Mizhnarodna naukovu-tekhnichna konferenziia "Stalii rozvitok promislovosti ta suspilstva"*, 21.05.2015, KNU-2015, Vol. 1, pp. 20–21.

8. Gapeev, S. N., Grigoriev, A. E., Logunova, A. O. (2015), "*Kryterialnaia velychyna ostatochnoho secheniya konveiernoho shtreka, yspolzuemoho povtorno*" [Criterion value of the residual cross section of the conveyor drift reused], *Suchasny resursoenergosberehauchy tekhnologii hirnichoho virobniztva*, Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, vol. 2, no. 16, pp. 90–99.
9. Barabash, M. V., Dubovik, A. I., Logunova, A. O. (2015), "*Povtornoe yspolzovanye podhotovitelnykh vyrabotok uholnykh shakht*" [Reuse of development excavation of coal mines], Dnepropetrovsk: Lithograph, 65 p.
10. Dudka, I. V. (2015), "*Obosnovanye parametrov okhrani vyemochnykh vyrabotok pry bestselykovoї otrabotke v usloviakh shakhty «Partyzanskaia» HP «Antratsyt»*" [Substantiation of parameters of protection of excavation workings during the purposeless mining in the conditions of the mine "Partizanskaya" of the state enterprise "Anthracite], *Mizhnarodna nauk.-tekhn. konf. «Rozrobka, vykorystannia ta ekolohichna bezpeka suchasnykh hranulovanykh ta emulsiinykh vybukhovyykh rehovyn»: materialy konferentsii*. Kremenchuk-Svaliava, 1-7 February 2015, Kremenchuk: KrNU, pp. 78–81.
11. Solodiankin, A. V., Mashurka, S. V., Dudka, Y. V. (2015), *K voprosu ob effektivnosti povtornoho yspolzovaniya vyrabotok v slozhnykh heomekhanicheskyykh usloviakh* [To the question of the effectiveness of reuse of excavation in difficult geomechanical conditions], *Suchasni resursoenergozberihaiuchi tekhnologii hirnychoho vyrobnytstva*. Kremenchuk: KrNU, № 2 (16), pp. 99–109.
12. Shashenko, A. N., Dubovyk, A. Y. (2016), "*Obosnovanye kryteria tselesoobraznosti povtornoho yspolzovaniya podhotovitelnykh vyrabotok uholnykh shakht*" [Rationale criterion reuse development excavation of coal mines], *Visti Donetskoho hirnychoho instytutu*. Issue 1(38), pp. 61–63.
13. Solodyankin, O., Hryhoriev, O., Dudka, I., Mashurka, S. (2017), "Criterion to select rational parameters of supports to reduce expenditures connected with construction and maintenance of development working", *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. Issue 2, pp. 19–27.

Стаття надійшла 29.05.2019.