

УДК 622.271.012.3

С.А. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф., Криворожский национальный университет
 А.Н. КОСТЯНСКИЙ, канд. техн. наук, НИГРИ ГВУЗ «КНУ»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАСШИРЕНИЯ ГРАНИЦ КАРЬЕРА ПРИ РАЗРАБОТКЕ КРУТОПАДАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ПРОСТЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Цель. Целью данной работы является оценка расширения границ карьера с помощью максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши для обоснования рациональной глубины карьера.

Методы исследований. Для решения поставленной задачи в статье используется аналитический метод исследований. При этом, в качестве показателя, определяющего глубину карьера на данном этапе в конкретных горно-геологических условиях принимается максимальный эксплуатационный коэффициент вскрыши, в формуле которого учитываются затраты необходимые для дальнейшего развития карьера и фактический текущий коэффициент вскрыши. Величину максимального коэффициента вскрыши определяют исходя из условия, что после подхода рабочих бортов к проектным контурам, добыча производится уже без расширения конечных контуров карьера на поверхности.

Научная новизна. Обоснован показатель для определения глубины очередного этапа отработки карьера, который позволил во взаимосвязи учитывать основные технико-экономические особенности производства товарной продукции из добываемой руды. При этом кроме традиционных показателей (таких как глубина карьера, себестоимость вскрышных работ, величина затрат на производство единицы товарной продукции) учитывается необходимость финансирования мероприятий для дальнейшего развития карьера, таких например, как перенос перегрузочных пунктов магистрального транспорта на нижележащие горизонты вслед за понижением горных работ, углы откосов бортов на конечном контуре карьера и фактический коэффициент вскрыши.

Практическое значение. Учитывая обобщающий характер методики расчета можно утверждать, что изложенные рекомендации приемлемы в условиях применения любых принципов оконтуривании карьера. Данный подход позволяет установить возможность и целесообразность как расширения карьера, так и его безубыточной доработки и получить технологический и экономический эффект.

Результаты. В карьере, глубину которого определяют по предлагаемой методике, значение текущего коэффициента вскрыши не будет превышать максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши в период нормальной эксплуатации карьера. Данный подход позволяет установить возможность как расширения карьера, так и его безубыточной доработки. Технический эффект при расчете очередного этапа отработки карьера заключается также в оперативности определения рационального варианта его дальнейшей отработки.

Ключевые слова: карьер, максимальный эксплуатационный коэффициент вскрыши, глубина карьера, этап расширения и углубки карьера.

doi: 10.31721/2306-5451-2018-1-46-126-131

Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями. По мере дальнейшего перехода к отработке глубоких горизонтов проявляются технологические и экономические проблемы отработки месторождений, в то же время применение известных методов и показателей не всегда решает задачи перспективного развития открытых горных работ. Как известно, при разработке наклонных и крутых залежей основные параметры карьера определяются его конечной глубиной.

До настоящего времени для значительной части карьеров отсутствуют общие технические решения на весь период отработки из-за неопределенности в связи с предельной глубиной отработки месторождения. В тоже время необоснованное уменьшение глубины карьеров может привести к преждевременному погашению рабочих уступов, прекращению горных работ на верхних уступах, приближению угла откоса рабочего борта к углу откоса нерабочего борта и как следствие к невозможности дальнейшего расширения карьера. Это неизбежно скажется ухудшением технико-экономических показателей работы карьера в целом.

Анализ исследований и публикаций. Как известно, определение границ карьеров в конкретных условиях может осуществляться сравнением граничного коэффициента вскрыши ($K_{гр}$) с контурным, средним и эксплуатационным [1]. Данные методы основаны на следующих принципах: $K_{гр} \geq K_k$, где K_k - контурный коэффициент вскрыши [2, 3]; $K_{гр} \geq K_t$, где K_t - текущий коэффициент вскрыши [4,5,6]; $K_{гр} \geq K_{ср}$, где $K_{ср}$ - средний коэффициент вскрыши [2,7]; $K_{гр} \geq K_0 + K_{м.эк}$ - приравнивание граничного коэффициента сумме первоначального коэффициента вскрыши (K_0) и максимального усредненного по периодам работы карьера эксплуатационного коэффициента вскрыши- $K_{м.эк}$ [8,9].

В отдельных исследованиях показано, что технология горных работ в современных условиях, должна базироваться ... на наличии участков, позволяющих вести отработку месторождения с различным значением текущего коэффициента вскрыши [10]. На основе этих принципов горняки производят технико-экономическую оценку границ карьеров.

В то же время, при определении глубины карьера в сложных природных условиях широкое применение в практике проектирования получили также метод вариантов и графический метод, поскольку аналитический метод не всегда обеспечивает требуемую точность. Однако в простых горно-геологических условиях применение аналитического метода вполне оправдано.

Постановка задачи. Исходя из вышеизложенного, задача оценки очередного этапа отработки карьера в простых горно-геологических условиях с помощью принятого показателя (максимального коэффициента вскрыши), который обосновывает глубину карьера, допускает в расчете учет влияния расширения размеров карьера на себестоимость товарной продукции, а также основных доступных технико-экономических данных ГОКа, является весьма актуальной. Под этапами понимаются периоды работы карьера с существенно различающимися объемами вскрышных работ [5]. При этом, для обоснования очередного этапа отработки железорудных месторождений представляется интересным использование принципа $K_{гр} \geq K_{м.эк}$, т.е. значение расчетного максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши $K_{м.эк}$ не должно превышать величины граничного коэффициента вскрыши.

В этой связи, целью данной работы является установление зависимости определяющей величину максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши при обосновании рациональной глубины карьера в последующих этапах его разработки.

Для этого необходимо решить задачи:

1. Проанализировать известные показатели и критерии оценки эффективности расширения карьера в последующих этапах его отработки.

2. Установить основные параметры и показатели определяющие рациональность расширения границ карьера в простых горно-геологических условиях на последующих этапах развития карьера.

3. Обобщить основные факторы влияющие на формирование границ карьера при их расширении в последующих этапах разработки карьера.

4. Предложить зависимость, обосновывающую рациональность расширения глубоких железорудных карьеров при условии их безубыточной отработки.

Изложение материала и результаты. В случае, когда разработка месторождения возможна только открытым способом, оценка рациональности увеличения глубины карьера, разрабатывающего крутую залежь основана на сопоставлении текущего- K_t и граничного- $K_{гр}$ коэффициентов вскрыши [1], а конечная глубина H карьера будет достигнута, когда значение текущего коэффициента вскрыши станет равным граничному, т.е. $K_{гр} = K_t$ [1]. При определении $K_{гр}$ в выражении используют допустимую себестоимость руды- C_d , под которой понимают максимально возможное значение себестоимости руды, обеспечивающее работу карьера с нормальной экономической эффективностью [1]

$$K_{гр} = (C_d - C_a) / C_b, \quad (1)$$

где C_d - допустимая себестоимость руды, грн./т; C_a - себестоимость добычи открытым способом 1 м^3 полезного ископаемого без вскрыши, грн./т; C_b - себестоимость выемки 1 м^3 вскрышных пород, грн./ м^3 .

В формуле (1) используется допустимая себестоимость руды C_d , в формировании которой при расширении границ карьера требуется учитывать инвестиции $П$, необходимые для дальнейшего развития карьера, грн./т

$$C_d = C_a + K_t C_b + П. \quad (2)$$

Данное условие применимо в основном для предварительных расчетов, так как учитывает только производственные затраты и не принимает во внимание эффективность капитальных вложений в извлекаемую ценность товарной продукции.

Решение задачи по реконструкции и перевооружению производственных мощностей горного предприятия при понижении горных работ производится за счет капитальных затрат- $П$. Для современных глубоких железорудных карьеров характерно, что транспортные затраты в себестоимости добычи руды иногда достигают 50% и имеют тенденцию к увеличению с ростом

глубины карьера. Как правило, проектами предусматривается вслед за понижением горных работ перенос перегрузочных пунктов на нижележащие горизонты и соответственно удлинение коммуникаций магистрального транспорта (железнодорожного или конвейерного), приобретение горнотранспортного оборудования и ввод новых сооружений. При этом удобно использовать удельные затраты, определяемые на основе действующих цен.

При работе горнодобывающего предприятия в режиме самофинансирования возможные капиталовложения в его развитие из прибыли от реализации товарной продукции на единицу данной продукции определяются по формуле, грн./т

$$П = (Ц - C_{п.и.}) \times K_p, \quad (3)$$

где $Ц$ – цена 1 т полезного ископаемого (грн./т); $C_{п.и.}$ – себестоимость добычи полезного ископаемого с учетом вскрыши, грн./т; K_p – коэффициент развития предприятия, в качестве которого может быть принята известная норма прибыли (от 0 до 30 %) [11].

Для горно-обогатительных комбинатов Кривбасса (СевГОК, 2013 г.) возможная величина $П$ с учетом выхода (φ) товарной продукции из одной т руды при $K_p=0,15$, будет равна, грн./т

$$П = (Ц_k - C_k) \times K_p \times \varphi = (830 - 540) \times 0,15 \times 0,45 = 19,6,$$

где $Ц_k$ C_k – соответственно цена и себестоимость товарной продукции ГОКа, грн./т.

Решение задачи по определению глубины очередного этапа развития карьера при разработке наклонных и крутых залежей в ряде случаев производится аналитическим методом. Используя известный принцип [8,9] и полагая, что для карьеров с длительным сроком эксплуатации, а продолжительность работы большинства криворожских карьеров на сегодняшний день от 40 до 60 лет, влияние первоначального коэффициента вскрыши минимально, т.е. $K_0 \rightarrow 0$, получим неравенство для оценки рациональности следующего этапа углубки: $K_{м.эк.} \geq K_t$.

Проведенные ранее исследования показали, что величину максимального коэффициента вскрыши можно определить как сумму текущего коэффициента вскрыши и его приращения, полученного за счет разницы между ценой и себестоимостью товарной продукции отнесенной на 1 т добытой руды. Придерживаясь этого принципа определим значение максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши ($K_{м.эк.}$), которое рассчитывается по формуле [12], м³/т

$$K_{м.эк.} = K_m + \Delta K_m = \frac{(Ц_k - C_k) \cdot \varphi}{C_e} + K_m, \quad (4)$$

где φ – выход концентрата, доли ед.

Однако в этой формуле не учтено, что при расширении границ карьера меняются объемы вынимаемой горной массы, соответственно ее себестоимость, а также себестоимость выпускаемой товарной продукции. В этой связи, для оценки расширения границ карьера с помощью максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши получена зависимость определяющая величину этого коэффициента вскрыши с учетом изменения себестоимости продукции при расширении карьера. При этом, величина данного коэффициента вскрыши определяется при условии безубыточности производства товарной продукции.

При определении максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши [13] используются легкодоступные технологические показатели ГОКов, а также учитывается показатель $П$ с заданной внутренней нормой прибыльности около 15 %, м³/т

$$K_{м.эк.} = \frac{\varphi + \sqrt{\varphi^2 + 4C_e^2 \cdot d_{у.пер.} \cdot (1-i) \cdot K_m^2 (1-d_{у.пер.}) - 2П \cdot d_{у.пер.} \cdot \delta \cdot (1-i)}}{2C_e d_{у.пер.} \cdot \delta (1-i)}, \quad (5)$$

где $\varphi = (Ц_k - C_k) \cdot \varphi(1-i) + C_e \cdot K_m \cdot (d_{у.пер.} \cdot (2-i) - 1)$, $d_{у.пер.}$ – условно-переменные затраты в себестоимости товарной продукции, доли ед.; φ – выход товарной продукции при переработке 1 т полезного ископаемого, доли ед.; δ – объемный вес вскрышных пород, i – налог на прибыль, доли ед. Если доля условно- постоянных затрат на продукцию горно-обогатительных комбинатов по исследованиям [14,15] составляет 0,15...0,25 общих затрат, соответственно условно- переменные будут 0,85...0,75.

Определим $K_{м.эк.}$ для условий Анновского карьера СевГОКа (2013 г.) [16- 18], при $K_p=15\%$, т/м³

$$\varphi = (977 - 540) \times 0,4 \times (1 - 0,19) + 32,8 \times 1,5 \times (0,75 \times (2 - 0,19) - 1) = 111,55; \quad (6)$$

$$K_{м.эк} = \frac{159,18 + \sqrt{159,18^2 + 4 \cdot 32,8^2 \cdot 0,75 \cdot (1 - 0,19) \cdot 1,5^2 \cdot (1 - 0,75)} - 2 \cdot 43,5 \cdot 0,75 \cdot 2,8 \cdot (1 - 0,19)}{2 \cdot 32,8 \cdot 0,75 \cdot 2,8 \cdot (1 - 0,19)} = 1,5.$$

В рассмотренном случае соблюдается условие $K_T \geq K_{м.эк}$, т. к. величина $K_T = K_{м.эк}$, чем подтверждается обоснованность принятой для расчета нормы прибыли- K_P и капложений $П$. Величина $П$ обеспечивает реализацию проектов реконструкции и технического перевооружения при условии безубыточной работы карьера. В данном случае, имеет место, как отмечено в [1], условие, что при правильном проектировании текущий коэффициент вскрыши должен быть равен эксплуатационному.

Далее определяют ширину дна карьера, которая не должна быть менее 30 м. Поэтому необходимо сравнить ограничивающий параметр с горизонтальной мощностью залежи, т.е

$$d_2 \geq B_d \geq 30 \text{ м.} \quad (7)$$

Если мощность характеризуется величиной $d > 30$ м, ширину дна карьера принимают равной горизонтальной мощности $d_2 = B_d$.

Глубину при которой эксплуатационный коэффициент вскрыши достигнет максимальной величины, определяют исходя из следующего условия: при подходе рабочих бортов к проектным контурам на поверхности, добыча производится уже без расширения конечных контуров карьера на поверхности, а текущий коэффициент вскрыши достигнет максимальной величины. При этом ориентировочная глубина карьера в простых природных условиях с выдержанными элементами залегания, одинаковыми отметками дна карьера, определится по формуле [19], м

$$H_2 = \frac{H \cdot (\text{ctg}\beta + \text{ctg}\gamma) + d_2 - d_1}{\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta}, \quad (8)$$

где H - проектная глубина карьера, м; α, θ - углы откоса рабочих бортов карьера, град.; β, γ - соответственно углы откосов нерабочих бортов карьера со стороны лежащего и висящего боков залежи, град.; H_B - вертикальная мощность вскрышных пород, м; d_2 -ширина проектного дна карьера, d_1 - ширина дна карьера в рабочем положении, м.

Наибольшая глубина при подходе к проектному контуру достигается, когда карьер имеет максимальные углы наклона рабочих бортов и минимальную ширину дна d_2 , рис. 1.

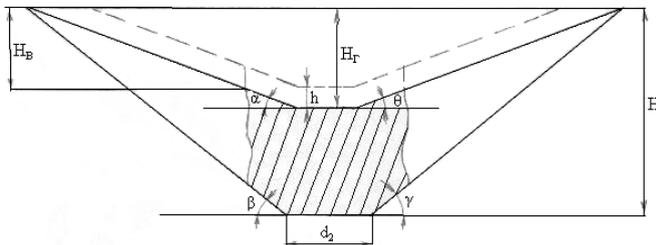


Рис. 1. Схема к расчету глубины карьера

Глубокие горизонты карьеров (ЮГОК, ГД АМКР и др.) вскрыты железнодорожным с моторвагонной тягой и автомобильно-конвейерными комплексами.

При этом, анализ показателей погрузочно-транспортных работ, показывает,

что оптимальным в течении 30 лет является вариант использования железнодорожного транспорта с мотор-вагонной тягой при маятниковой подаче составов под погрузку- до глубины 180-200 м, а при поточной подаче составов конкурентноспособными видами транспорта при отработке карьеров до глубины 250-270 м может быть железнодорожный транспорт с моторвагонной тягой [20].

Вскрытие глубоких горизонтов (от 200 до 300 м) отдельной траншеей внутреннего заложения позволяет увеличить глубину применения мотор-вагонной тяги на 40-50 м [20].

В настоящее время для перемещения пород на карьерах построены мощные конвейерные линии. Затраты при циклично-поточной технологии зависят от глубины заложения вскрывающих выработок. При глубине карьера свыше 200 м рационально применение конвейерных подъемников в сочетании с автотранспортом [20]. Установлено, что рост глубины перехода на циклично-поточную технологию вызывает увеличение глубины заложения вскрывающих выработок.

Влияние схем вскрытия на границы карьера отражается на величине $K_{м.эк}$ зависящей от углов откосов конечных бортов (выполоченных вскрытием) при данной глубины карьера. На поперечных разрезах выбирается наиболее характерный (или средневзвешенный) и на нем устанавливают ориентировочно глубину H карьера соответствующая максимальному значению эксплуатационного коэффициента вскрыши $K_{м.эк}$.

Определение угла наклона бортов карьера показано на условном разрезе (рис.2). На поперечном разрезе борта карьера [21] вскрытие представлено системой поступательных съездов шириной b_c . Борт со схемой вскрытия показан штриховой с пунктиром (линия V). Ниже он совпадает с линией конечного борта (линия VI).

В случае наличия транспортных берм δ_t формируется окончательный борт карьера (линия VI), являющийся следствием первоначального оконтуривания (I), обеспечения нормативных берм безопасности (III), оформления контура борта (IV), схемы вскрытия (V) и транспортных берм (VI). При этом угол откоса конечного борта β_k , отличается от расчетного β [21].

Таким образом, угол наклона борта карьера (рис. 2), может уточняться с учетом ширины съездов по формуле [21], град

$$\beta_k = \arctg \frac{H_k}{qb_c + r\delta_m + \sum_{i=1}^{n-r} \delta_{ni} + \sum_{i=1}^n h_i \operatorname{ctg} \alpha}, \quad (9)$$

где H_k - конечная глубина карьера, м; $t=1,2\dots n$ - число уступов в конечном борту карьера; δ_{ni} - ширина берм безопасности, м; β - угол откоса борта в конечном положении, град.; b_c - ширина капитального съезда, м; q - число съездов; δ_t - ширина транспортной бермы; r - число транспортных берм.

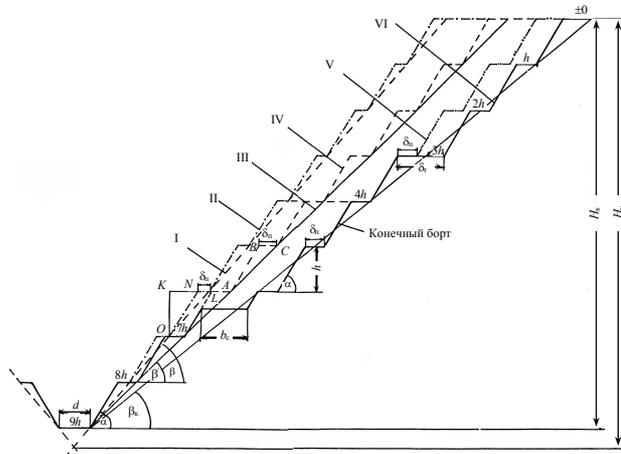


Рис.2. Схема к определению угла наклона борта карьера [21]

Применение приведенных зависимостей для оценки целесообразности расширения карьера с помощью максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши на очередном этапе его углубки позволит обосновать рациональную глубину карьера при безубыточной работе ГОКа. Кроме того, учет влияния ширины съездов при определении глубины карьера формализует оценку очередного этапа разработки месторождения в конкретных горно-

технических условиях.

Выводы. При определении по полученной зависимости величины максимального эксплуатационного коэффициента вскрыши, учитываются легкодоступные для расчета показатели: глубина карьера, углы его бортов, величина затрат на единицу вынимаемых вскрышных пород, затраты на производство товарной продукции, условно- переменные затраты, фактический текущий коэффициент вскрыши, что и позволяет оперативно оценить целесообразность расширения карьера на очередном этапе его углубки.

Учитывая обобщающий характер методики расчета можно утверждать, что данные рекомендации приемлемы в условиях применения основных принципов оконтуривания карьера.

Данный подход позволяет установить возможность расширения карьера, при его безубыточной доработке.

Область определения рациональности расширения карьеров с помощью такого показателя, как максимальный эксплуатационный коэффициент вскрыши может быть распространена на все ГОКи Кривбасса: СевГОК (Первомайский и Анновский карьеры), ИнГОК, ЦГОК (карьер № 3, №4), АрселорМиттал Кривой Рог (карьер № 2-бис, № 3); ЮГОК, а также на другие железорудные карьеры.

Список литературы

1. Горное дело **Близнюков В.Г., Астафьев Ю.П., Шекун О.Г.** - Изд. «Недра»,-1978. -360 с.
2. **Кузнецов И.А.** Основные расчеты при разработке рудных месторождений **И.А. Кузнецов** // М.-Л., НКТП-Гос.-науч.-техн. горно-геол. изд., фабрика книги «Красный пролетарий» в М.- 1932. Ч. 2 Открытые работы, 168 с.,
3. **Городецкий П.И.** Разработка рудных месторождений/ **П.И. Городецкий**// Государственное научно-техническое издательство литературы по горному делу, 1962.-176 с
4. **Ржевский В.В.** Открытые горные работы / **В.В. Ржевский** // Ч. 2- я.: Недра, 1985.-549 с.

5. Ржевский В.В. /Технология и комплексная механизация открытых горных работ / В.В. Ржевский // М.:Недра, 1980.- 631 с.
6. Романенко А.В., Костянский А.Н. Максимальный текущий коэффициент вскрыши как показатель для оценки периодов отработки глубоких карьеров./ А.В. Романенко, А.Н. Костянский // Збірник наукових праць за результатами роботи Міжнародної науково-технічної конференції (Кривий Ріг, 22-23 квітня 2011 р.). ДП «НДГРІ». С. 41-42.
7. Стешенко Л.И. К вопросу о предельной глубине карьеров применительно к условиям Криворожья./ Л.И. Стешенко "Уголь и железо", 1927. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disser Cat <http://www.dissercat.com/content/dinamicheskaya-otsenka-ekonomicheskoi-effektivnosti-osvoeniya-mestorozhdenii-verdykh-poleznixz5Anq8yc5y>
8. Арсентьев А.И. Вскрытие и системы разработки карьерных полей / А.И. Арсентьев // М.:Недра, 1981.-278 с.
9. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ карьеров / Арсентьев // 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Недр, 1970.-320 с.
10. Пташник А. И. Обоснование технологии разработки крутопадающих залежей, адаптированной к заданной динамике производственной мощности карьера. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. / Пташник А. И. //Красноярск – 2011, 19 с
11. Справочник. Открытые горные работы. М., «Горное бюро». 1994. 230 с.
12. Костянский А.Н. Прогнозирование максимально-допустимого коэффициента вскрыши в рыночных условиях работы карьера в составе ГОКа./ Сборник научных трудов –Кривой Рог: ГП «НИГРИ». 2009.-С.21-25.
13. Костянский А.Н. Определение максимального текущего коэффициента вскрыши, обеспечивающего потребности в руде горно-обогатительного комбината./ Костянский А.Н. // Разработка рудных месторождений, вып. 93, 2010.
14. Протасов В.Ф. Экономика горнорудной промышленности. / В.Ф.Протасов, В.А.Дамаскинский // Справочное пособие. - М.: Недр, 1990. - 430 с.
15. Сборник нормативов долей условно-постоянных расходов в денежных затратах горнорудных предприятий / Криворожский науч.-исслед. горноруд. ин-т. - Кривой Рог: НИГРИ, 1979. - 22 с.
16. Экспорт ЖРС из Украины: динамика цен в марте 2013 г. [Динамика производства Украина ГМК 18. 04. 2013 24. 04. 2013г. http://grazit.ru/dinamika-proizvodstva-ukraina-gmk-18-04-2013-24-04-2013g-ekono.html?page=10](http://grazit.ru/dinamika-proizvodstva-ukraina-gmk-18-04-2013-24-04-2013g-ekono.html?page=10)
17. Средние закупочные цены на ЖРС меткомбинатов, <http://rud.exdat.com/docs/index-753731.html?page=8>
18. Близнюков В.Г. Комплексная оценка режима горных работ и производительности карьера/ В.Г. Близнюков, С.А. Луценко, И.В. Баранов, О.Ю. Близнюкова // Качество минерального сырья: сб. научн. трудов – 2014. – С.53–65.
19. Костянский А.Н. Оценка параметров реконструкции карьера при расширении его границ/ А.Н. Костянский, В.И. Чепурной – Вісник Криворізького національного університету, 2013. -Вип. 35. - С. 23-26.
20. Еремін Г,М. Разработка и доставка полезных ископаемых на поверхность / Г,М. Еремін // М.:, Издательство «Горная книга», 2001, 363 с.
21. Шпанский О.В. Проектирование границ открытых горных работ. Учебное пособие / О.В. Шпанский, Д.Н. Лигоцкий. Д.В. Борисов // С.-Пб. 2003.

Рукопись поступила в редакцию 05.04.2018

УДК 614.841.47

Н.Ю. ШВАґЕР, д-р техн. наук, проф., О.В. НЕСТЕРЕНКО, Т.А. КОМІСАРЕНКО, М.В. ДОМНІЧЕВ, кандидати техн. наук, доценти, Криворізький національний університет

АНАЛІЗ СПОСОБІВ І ЗАСОБІВ ГАСІННЯ РУДНИКОВИХ ПОЖЕЖ

Мета. Метою даної роботи є аналіз способів та засобів припинення пожежі в гірничих виробках. Для цього необхідно проаналізувати активні, комбіновані способи гасіння пожеж.

Методи дослідження. Наведено основні способи і засоби гасіння пожеж, проведено аналіз їх використання. Для успішного забезпечення пожежної безпеки необхідно використовувати організаційно-технічні заходи та протипожежний захист, з цією метою наведено аналіз способів і засобів гасіння пожеж.

Забезпечення пожежної безпеки на підприємствах гірничорудної галузі потребує уваги і впровадження організаційно-технічних заходів та протипожежного захисту на основі використання новітніх досліджень з нанотехнології.

Особливо важливе значення набуває виконання умови пожежної безпеки при формуванні знань в галузі пожежної безпеки, тому дана стаття може бути використана в навчальному процесі при викладенні пожежної безпеки у вищих навчальних закладах.

Наукова новизна. Актуальність наукового дослідження визначається тим, чи його результати сприятимуть вирішенню конкретних практичних завдань при гасінні підземних рудникових пожеж.

Практична значимість. Отриманий аналіз способів та засобів припинення пожежі в гірничих виробках дозволяє швидко орієнтуватися при виборі способів та засобів припинення пожежі.

Результати. Забезпечення пожежної безпеки на підприємствах гірничорудної галузі потребує уваги і впровадження організаційно-технічних заходів та протипожежного захисту на основі використання новітніх досліджень з