

участке, включающее газовыделение в выработки и дебит дегазационных скважин, практически, полностью определяется продолжительностью ведения очистных работ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. //Государственный нормативный акт об охране труда. Киев 1994. -311 с.
2. Грязнов В.С., Бобрышев В.В., Гуня Д.П., Ирисов С.Г. Влияние продолжительности очистных работ на сейсмоакустические показатели выбросоопасности. //Уголь Украины. 2002, №6. –с. 32 -34.
3. Ефремов И.А., Бокий Б.В., Ирисов С.Г. Снижение газообильности поддерживаемых выработок добычных участков при высокой нагрузке на лаву. //Известия Донецкого горного института. 2004. -№2. – с.3 – 11.

**УДК 622.272**

Канд. техн. наук В.А. Калиниченко

(Криворожский технический университет)

### **ПОВЫШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МАГНЕТИТОВЫХ КВАРЦИТОВ ПРИ ВЫПУСКЕ ОБРУШЕННОЙ РУДНОЙ МАССЫ НА КОНТАКТЕ С ИСКУССТВЕННЫМИ ЦЕЛИКАМИ**

Розроблено й досліджені технологічні схеми підземного видобутку магнетитових кварцитів системами із закладкою, що дозволяють робити виїмку корисної копалини з високими показниками видобутку при низькій собівартості виробництва закладних робіт.

### **INCREASE OF PARAMETERS OF EXTRACTION MAGNETITE QUARTZITE AT RELEASE OF ORE CAVING ON CONTACT WITH ARTIFICIAL PILLARS**

Are developed and the technological circuits of underground production magnetite quartzite by systems with back fill allowing to make a collection useful mineral with high parameters of extraction at the low cost price of manufacture backing of works are investigated.

Проблема рационального использования сырьевой базы подземного Кривбасса, обладающего развитой инфраструктурой, налаженным рудничным хозяйством и квалифицированными кадрами инженерно-технических работников, вызывает необходимость комплексного использования железорудного сырья. Вовлечение в разработку магнетитовых кварцитов расширит сырьевую базу Криворожского бассейна, снизит интенсивность разработки богатых руд и сыграет важную роль в решении проблемы комплексного использования рудных месторождений Кривбасса.

С целью расширения сырьевой базы Кривбасса, в настоящее время планируется возобновление на некоторых шахтах подземной разработки магнетитовых кварцитов, запасы которых исчисляются миллиардами тонн. Расположенные на вышележащих горизонтах действующих шахт, эти запасы могут быть доступны при проведении минимальной реконструкции отработанных горизонтов.

Разработка магнетитовых кварцитов, расположенных на верхних горизонтах шахт, возможна с минимальными затратами на подъем, водоотлив, вентиляцию и транспортировку полезного ископаемого. В случае подготовки и нарезки новых горизонтов значительная крепость и устойчивость магнетитовых кварцитов

позволяет проходить большинство нарезных выработок без крепления что, несомненно, способствует снижению себестоимости добычи полезного ископаемого. Закладка отработанных камер, расположенных на верхних горизонтах шахт, характеризуется минимальными затратами на транспортировку закладочных смесей к отработанным блокам.

С целью совершенствования технологии подземной отработки магнетитовых кварцитов был разработан ряд технологических схем, позволяющих производить выемку полезного ископаемого с высокими показателями извлечения, при низкой себестоимости производства закладочных работ [1, 2, 3, 4].

Данные технологические схемы позволяют сохранять ненарушенной дневную поверхность, используя твердеющую закладку с пониженным расходом дорогостоящего вяжущего компонента. Отдельные технологические схемы предполагают утилизацию пустых пород и отходов обогащения в отработанном пространстве очистных блоков.

Сущность предлагаемых технологических схем добычи магнетитовых кварцитов подземным способом заключается в следующем.

Отрабатываемый участок (этаж) разделяется на очистные блоки I и II очереди по принципу «камера-целик». Отработку запасов очистных блоков I очереди осуществляют камерной системой разработки. После отработки запасов выработанное пространство камер I очереди заполняют твердеющей закладкой с пониженным расходом вяжущего компонента. После набора твердеющей закладкой нормативной прочности, приступают к отработке междукамерных целиков (очистных блоков II очереди).

Отработка междукамерных целиков осуществляется системой разработки с обрушением руды и вмещающих пород, что позволяет искусственному массиву твердеющей закладки камер I очереди постоянно находиться в состоянии объемного сжатия.

Находясь в состоянии объемного сжатия, искусственный массив твердеющей закладки с пониженным расходом вяжущего обладает высокой несущей способностью.

Таким образом, достигается снижение себестоимости закладки без нарушения прочностных характеристик искусственного массива.

На наш взгляд, основной проблемой при отработке камер второй очереди является снижение уровня потерь магнетитовых кварцитов и засорения рудной массы твердеющей низкопрочной закладкой при выпуске обрушенных магнетитовых кварцитов на контакте с боковой поверхностью искусственных целиков камер I очереди.

Выпуск обрушенных магнетитовых кварцитов из блоков II очереди на контакте с искусственным твердеющим массивом камер I очереди, характеризуется потерями отбитой рудной массы в результате неполного вписывания эллипсоида выпуска в контуры обрушенного массива, рис. 1. Потери магнетитовых кварцитов определяются объемом полезного ископаемого, находящегося в верхнем правом углу приконтактной зоны  $ABE$  и в гребне рудной массы, распо-

ложенной между выпускной воронкой и контуром боковой образующей камеры I очереди  $CED$ .

В общем виде потери магнетитовых кварцитов определяются отношением полуобъема эллипсоида выпуска  $AEC$  к половине объема параллелепипеда, приходящегося на выпускное отверстие на контакте с искусственным массивом  $ABCD$ .

Потери отбитых магнетитовых кварцитов можно определить из выражения

$$П = 1 - U ,$$

где  $U$  – извлечение чистой рудной массы до начала разубоживания.

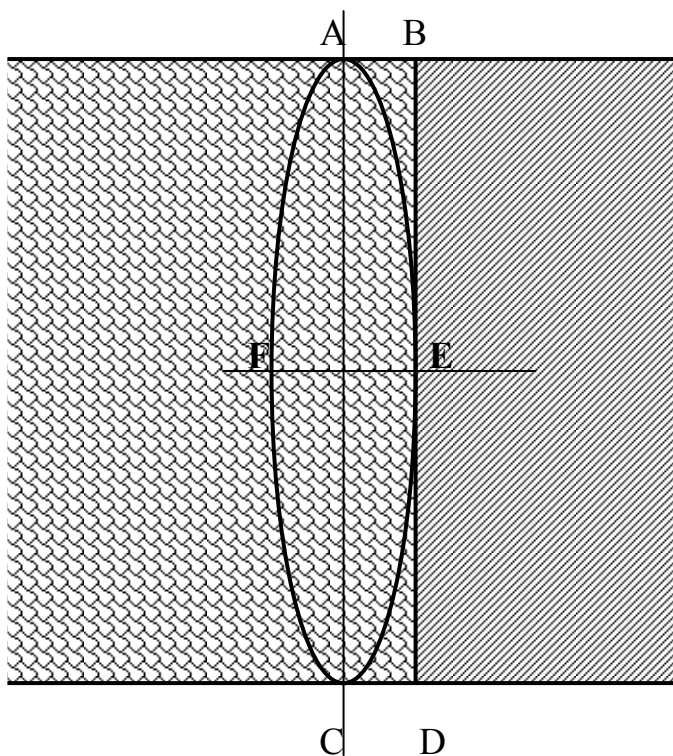


Рис. 1 - Схема к определению потерь магнетитовых кварцитов при выпуске обрушенной рудной массы на контакте с твердеющим закладочным массивом

В условиях экспериментального моделирования потери чистой руды до начала разубоживания определяются из выражения

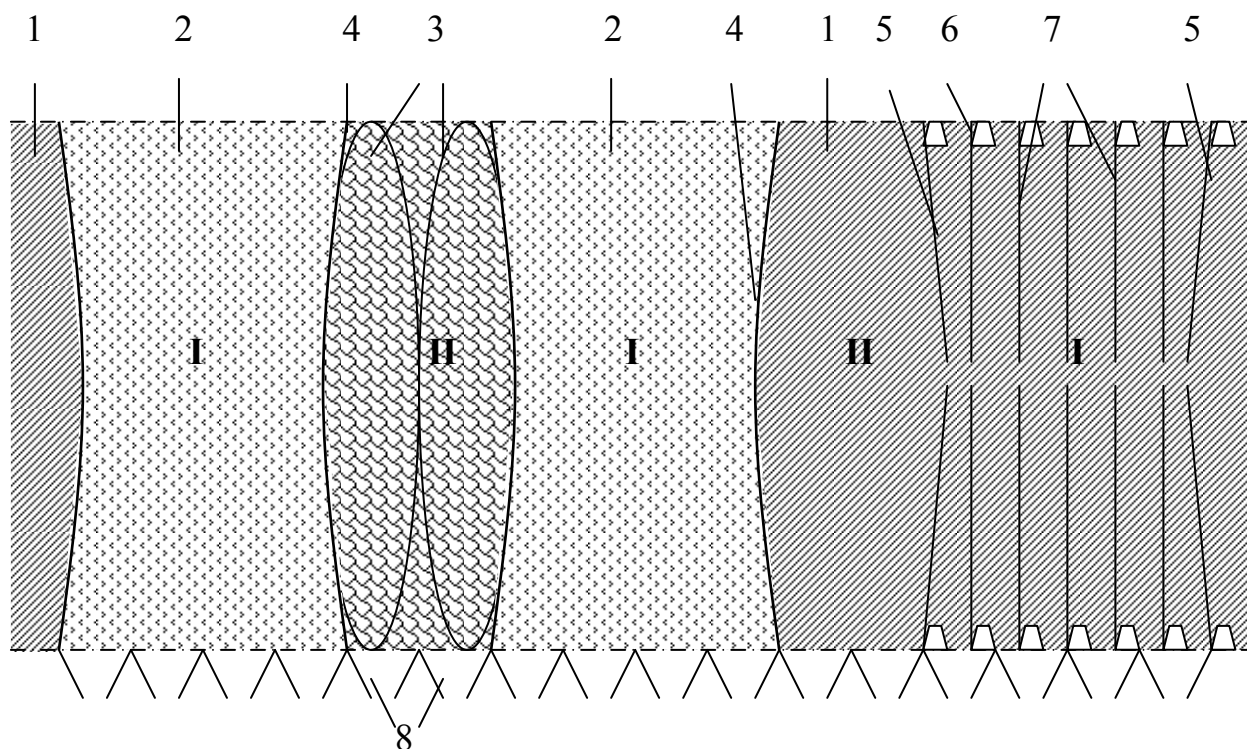
$$П = Q_{нар} - Q_{эл} = H_{сл} b^2 - 0,25 \left( \frac{H_{сл}}{4,62} + d \right)^3 ,$$

где  $Q_{нар}$  - объем параллелепипеда, приходящегося на выпускное отверстие,  $см^3$ ;  $Q_{эл}$  - объем эллипсоида выпуска,  $см^3$ ;  $H_{сл}$  - высота слоя обрушенной руды,  $см$ ;

$b$  – малая полуось эллипсоида выпуска, см;  $d$  – диаметр выпускного отверстия, см.

С целью снижения потерь магнетитовых кварцитов на границе с искусственным закладочным массивом и предотвращения засорения обрушенной рудной массы твердеющей закладкой, была разработана технологическая схема отработки блоков I и II очереди, сущность которой представлена на рис. 2.

Основная идея предлагаемой технологии заключается в том, что боковой поверхности искусственного твердеющего массива придается форма, аналогичная образующей эллипсоида выпуска обрушенной рудной массы.



I - блоки (камеры) I очереди; II - блоки II очереди; 1 – рудный массив; 2 – искусственный массив твердеющей закладки камер I очереди; 3 – эллипсоиды выпуска обрушенной руды блоков II очереди; 4 – боковая поверхность камер I очереди; 5 – наклонные глубокие скважины; 6 – буровые выработки; 7 – глубокие скважины; 8 – выпускные воронки.

Рис. 2 - Технологическая схема комбинированной отработки магнетитовых кварцитов

Технология комбинированной отработки магнетитовых кварцитов заключается в следующем. В первую очередь обрабатываются запасы руды в камерах I очереди. Разбуривание основного массива камер I очереди осуществляется глубокими скважинами (7). Наклонные глубокие скважины (5), пробуренные по границам камеры I очереди, служат для придания их боковым поверхностям (4) формы, характерной для образующей эллипсоида выпуска обрушенной руды (3) блоков II очереди.

После отбойки и выпуска обрушенной руды через выпускные выработки (8), очистное пространство камер I очереди заполняют твердеющими закладочными смесями с пониженным расходом вяжущего. После набора искусственным массивом нормативной прочности, приступают к отработке запасов магнетитовых

кварцитов в блоках II очереди системами разработки с обрушением руды и вмещающих пород. Ширина блоков II очереди определяется на стадии проектирования и принимается кратной « $2b$ », где  $b$  – малая полуось эллипсоида выпуска. Преобразуя формулу Г.М.Малахова [20] для определения малой полуоси эллипсоида выпуска, получим эмпирическую формулу по определению рекомендуемой ширины блока II очереди « $L_{\delta}$ »:

$$L_{\delta} = 0,28 H_p + 2 d ,$$

где  $H_p$  – высота слоя обрушенной руды, м;  $d$  – диаметр выпускного отверстия, м.

Учитывая, что сформированная боковая поверхность искусственного массива твердеющей закладки камер I очереди, аналогична образующей эллипсоида выпуска обрушенной рудной массы блоков II очереди, выпуск обрушенных магнетитовых кварцитов происходит без бокового засорения рудной массы материалом твердеющей закладки искусственного массива камер I очереди.

В связи с этим, несомненный интерес представляют исследования по определению величины потерь и разубоживания при комбинированной отработке залежи.

Для решения данной проблемы были проведены лабораторные эксперименты по выпуску обрушенной рудной массы на контакте с искусственными твердеющими закладочными массивами камер первой очереди.

Первая серия опытов предполагала выпуск обрушенной рудной массы на контакте с вертикальной боковой поверхностью твердеющего закладочного массива.

Серия экспериментов проводилась для различной высоты  $H_{сл}$  и объема  $Q_{сл}$  обрушаемого слоя, при различных объемах эллипсоида выпуска  $Q_{эл}$ . Определялись абсолютные  $P_{абс}$ , относительные  $P_{отн}$ , и расчетные потери  $P_{расч}$  руды при неизменных физико-механических характеристиках выпускаемой рудной массы, закладочного массива и налегающих пустых пород.

Величины абсолютных и относительных потерь руды представлены в таблице 1.

Вторая серия опытов предполагала выпуск обрушенной рудной массы на контакте с криволинейной боковой поверхностью твердеющего закладочного массива, эмитирующую боковую образующую эллипсоида выпуска обрушенной руды.

Видимые потери руды в гребнях на границе с искусственным массивом в этом случае отсутствуют.

Выпуск обрушенных кварцитов на границе с твердеющим искусственным массивом, имеющим криволинейную боковую поверхность, характеризуется меньшими потерями руды, чем при выпуске обрушенной руды на контакте с вертикальными боковыми образующими искусственных целиков.

Таблица 1 - Результаты экспериментального моделирования выпуска обрушенной рудной массы на контакте с твердеющим закладочным массивом

№ п/п	$H_{сл}$ см	$Q_{сл}$ г	$Q_{эл}$ г	$P_{абс}$ г	$P_{отн}$ , %	$P_{расч}$ , %
Вертикальная боковая поверхность целика						
1	25	290	255	35	10-12	18,9
2	25	455	375	80	14-18	20,7
3	25	655	515	140	20-21	21,6
4	25	890	675	215	22-24	22,2
5	25	1160	860	300	22-26	22,5
6	25	1470	1000	470	30-32	33,6
Криволинейная боковая поверхность целика						
1	25	210	200	10	4-5	4,9
2	25	330	310	20	5-6	5,7
3	25	470	435	35	6-7	7,6
4	25	640	590	50	6-8	8,2
5	25	835	760	75	7-9	9,5
6	25	1060	910	150	10-14	14,6

Таким образом, геометрическое подобие боковой образующей эллипсоида выпуска обрушенных магнетитовых кварцитов и боковой поверхности твердеющего закладочного массива позволяет производить выпуск обрушенной руды с минимальными потерями, достигая высоких показателей извлечения полезного ископаемого на контакте с твердеющим искусственным массивом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Капленко Ю.П., Калиниченко В.А. Перспективы повышения эффективности технологических схем подземной разработки магнетитовых кварцитов // Вісник Криворізького технічного університету: Збірник наукових праць. – Кривий Ріг: КТУ. – 2006. – Вип.4 (14). - С. 22 – 25.
2. Капленко Ю.П., Калиниченко В.А. Повышение показателей извлечения руды при подземной добыче магнетитовых кварцитов // Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць. - Кривий Ріг: КТУ. – 2006. Вип.13. - С. 25-28.
3. Капленко Ю.П., Калиниченко В.А. Совершенствование технологических схем подземной добычи магнетитовых кварцитов // Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць. - Кривий Ріг: КТУ. - 2007. - Вип. 5(15). - С. 22 - 25.
4. Патент 19991 А Україна Е 21 С 41/00. Спосіб розробки рудних покладів / Калініченко В.О., Капленко Ю.П. (Україна); Заявлено 29.05.2006; Опубл. 15.01.2007, Бюл. №1. – 2 с.