

УДК 622.831.3 (075.8)

**Поздняков Максим Владимирович*, Михайлов Юрий Васильевич*,
Курбанмагомедов Курбан Динмагомедович***

**ФГБУ ВПО «Московский государственный открытый университет им. В. С. Черномырдина»*

ВЫБОР БЕЗОПАСНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДОБЫЧИ КРЕПКИХ МАЛОМОЩНЫХ РУД ВЫБУРИВАНИЕМ

В статье описывается метод добычи крепких маломощных руд выбуриванием. Особенностью предлагаемого метода является обеспечение безопасной технологической схемы за счет снижения проявления давления слоев.

Ключевые слова: метод добычи выбуриванием, технологическая схема, безопасность ведения горных работ, рост производительности труда.

**Pozdnyakov Maxim Vladimirovich*, Mikhailov Yuri Vasilyevich*,
Kurbanmagomedov Kurbanmagomed Dinmagomedovich***

**FSBEI HPE «Moscow state open University V.S. Chernomyrdin»*

SELECTING OF THE SAFETY TECHNOLOGICAL SCHEME OF PRODUCTION OF LOW-POWER HARD ORES DRILL OUT

The method of production of low-power hard ore drill out is outlined in this paper. The ensuring of safe process scheme by reducing the expression of pressure layers is the propose feature of this method.

Key words: the method of extraction by drilling out, the flowsheet, the safety of mining operations, the growth of labor productivity.

Запасы маломощных крепких руд России (мощностью 0,6–1,2 м) составляют более 500 млн тонн и содержат золото, платину, серебро, олово, редкие земли и другие полезные ископаемые.

Как правило, эти месторождения находятся в тектонически напряженных районах, что при проведении горных работ приводит к проявлению горного давления в виде потрескиваний и «стреляний» горного массива, горных ударов. Кроме того, высокая степень травматизма – более 10 % несчастных случаев в цветной металлургии – связана с добычей руд из маломощных залежей с применением большого объема ручного труда.

Технология добычи руд из тонких залежей предопределяет нахождение людей в очистном пространстве мощностью до 0,6 м в крутозалегающих (более 50°) рудных телах и 0,8 м – при наклонных и горизонтальных, что затрудняет маневр выполнения технологических операций, повышает опасность ведения горных работ. Проведение буровзрывных работ в этих условиях как главного технологического процесса, связанного с добычей крепких ценных руд из тонких залежей, является опасным, трудоемким и весьма проблематичным, с точки зрения экономической целесообразности, делом. При этом другие технологические операции (бурение, проветривание, крепление, доставка руды) связаны с высокой степенью риска ввиду ограниченности очистного пространства.

Анализ отработки тонких залежей и маломощных крепких руд, связанных с буровзрывной отбойкой, показывает, что механизация горных работ применяется главным образом при разработке руд мощностью более одного метра. При разработке тонких залежей (менее метра) производительность труда падает в 1,5–2 раза, интенсивность отработки – в 6–10 раз, себестоимость добычи возрастает в 2–3 раза. Внедряемые в настоящее время средства механизации пригодны только для отработки руд средней крепости.

Основные усилия при отработке залежей малой мощности направлены на внедрение систем механизации, обеспечивающих рост производительности труда, улучшение безопасности ведения горных работ, включая создание технологии добычи руды без присутствия людей в очистном пространстве, улучшение качества и полноты извлечения полезных ископаемых из недр.

Решение проблем безопасности труда при разработке тонких крепких руд связано с применением буровзрывных работ, необходимостью присутствия людей в ограниченном очистном пространстве, отсутствием механизации горных работ, проявлением горного давления.

Институтами Гипроцветмет и ВНИПИрудмаш создан опытный образец добычного комбайна КД800Э для извлечения полезных ископаемых из крепких руд выбуриванием скважин большого диаметра (рис. 1). Применение добычного комбайна для извлечения крепких, ценных руд из тонких

залежей позволяет отказаться от буровзрывных работ, вывести людей из очистного пространства, полностью механизировать и автоматизировать добычные работы. Кроме того, данный способ добычи является высокопроизводительным, обеспечивает высокое качество извлечения полезного ископаемого, является экономически целесообразным, экологически безопасным.

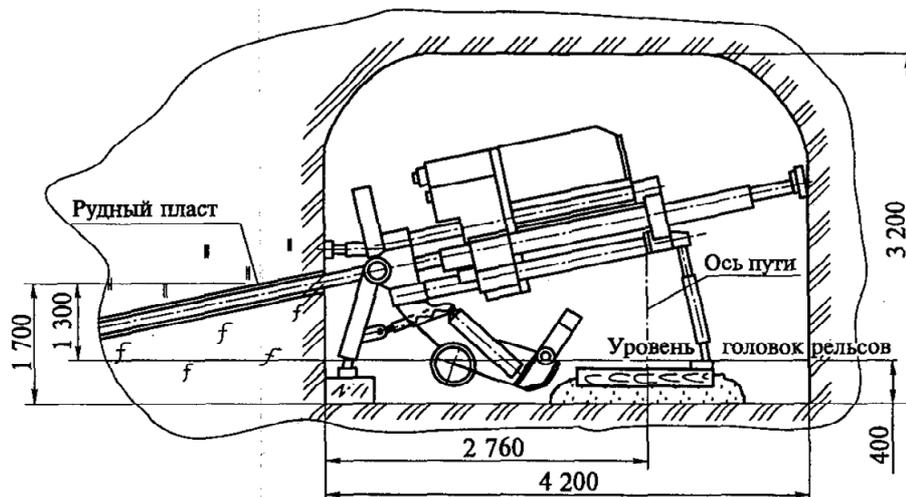


Рис. 1. Схема расположения добычного экспериментального комбайна КД800Э в рабочей камере

Ниже рассмотрены технологические схемы, позволяющие выполнять добычу крепких руд выбуриванием из маломощных месторождений. Общая схема добычи руд выбуриванием представлена на рис. 2.

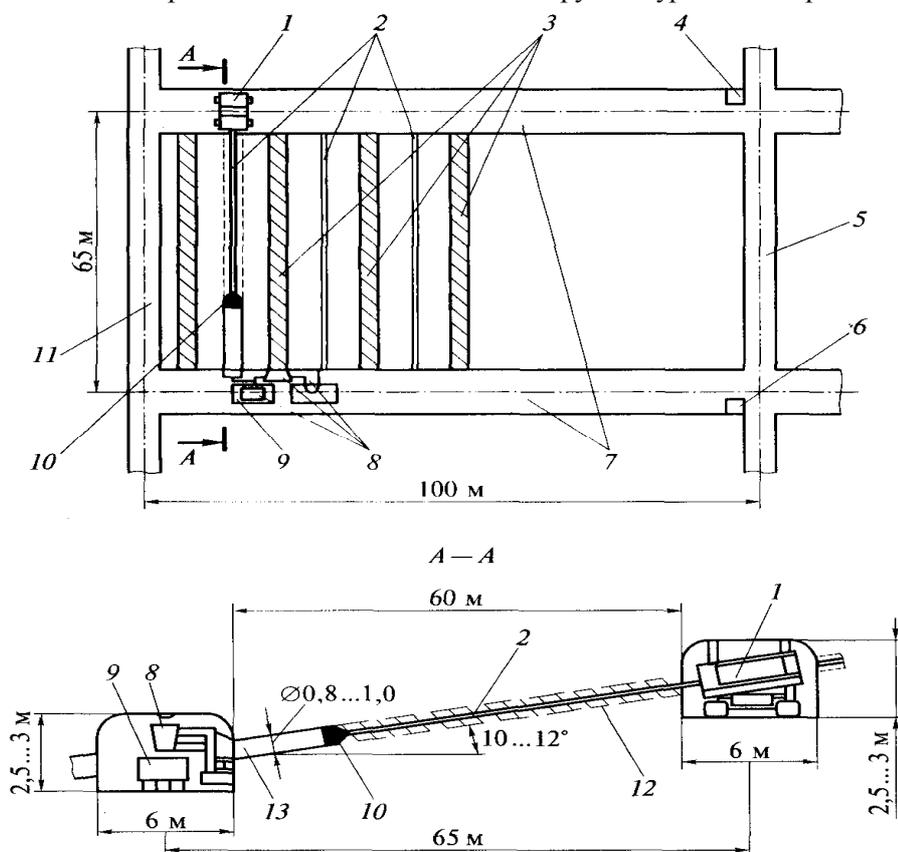


Рис. 2. Принципиальная схема добычи крепких руд выбуриванием:

- 1 – добычной комбайн КД800Э; 2 – пионерные пилот-скважины; 3 – расширенные скважины, заполненные закладочной смесью; 4 – пульпосборник; 5 – грузо-людской квершлаг; 6 – восстающий; 7 – буровые штреки; 8 – устройство для обезвоживания и разделения бурового шлама; 9 – вагонетки; 10 – расширитель; 11 – вентиляционный квершлаг; 12 – рудная (балансовая) залежь; 13 – расширяемая скважина без крепления

Технологические схемы добычи руд выбуриванием скважин большого диаметра отличаются вариантами различных диаметров расширения скважин, видом доставки и транспорта.

Первая схема. Добычу ведут выбуриванием скважин диаметром 1,0 м с предварительным бурением опережающих пилот-скважин диаметром 0,25–0,27 м и промывкой водой. Улавливание шлама, обезвоживание, доставка самоходными вагонами к восстающему с последующей электровозной откаткой.

Вторая схема. Добычу ведут выбуриванием скважин диаметром 0,8 м с предварительным бурением пилот-скважин диаметром 0,25–0,27 м, вначале на расстоянии друг от друга 4–6 диаметра пилот-скважин, а затем между пробуренными уже скважинами посередине. Расширение скважин выполняют через одну с окончательным разбуриванием перфорированных целиков после упрочнения отдельных скважин на расстоянии, определяемом по формуле

$$L = 6,0 \cdot (jnD + W_r) / jnD - 0,8 \cdot (jnDv + W_r), \quad (1)$$

где L – расстояние между раскрепляемыми скважинами, м; j – удельный вес пород кровли, кН/м^3 ; n – коэффициент глубины разработки, $n = 0,6 \dots 0,12$, соответственно для глубин 300–1000 метров; D – диаметр разбуриваемых (расширяющих) скважин, обеспечивающих выемочную мощность залежи, м; W_r – сопротивление пород кровли растяжению, МПа; v – коэффициент бокового распора, $v = 0,2 \dots 0,4$.

Далее выполняют улавливание шлама, его обезвоживание и подачу на откаточный горизонт. Откатка до ствола – электровозная.

Третья схема. Добычу ведут комбинированным сочетанием скважин диаметром 1,0 и 0,8 м с предварительным бурением опережающих пилот-скважин диаметром $d = 0,25 \dots 0,27$ м на расстоянии L друг от друга (L – определяют по формуле 1). Для снижения потерь руды в «гребешках» кровли и почвы залежи перед расширением первичных скважин на равном расстоянии между ними у почвы и кровли залежи вприсечку к вмещающим породам бурят дополнительные скважины малого диаметра K . Указанные скважины бурят на расстоянии друг от друга, равном

$$l = 2 D^{1/2} K^{1/2}, \quad (2)$$

где D – диаметр первичной скважины после расширения, м; K – диаметр дополнительных скважин, м, при этом $d = < K < D/2$.

Все скважины бурят параллельными, а их направление может быть как по простиранию, так и по падению. Далее первичные скважины расширяют до диаметра D , равного выемочной мощности залежи.

Четвертая схема. Добычу ведут выбуриванием комбинаций скважин диаметром 0,5, 0,8 и 1,0 м с предварительным бурением передовых пилот-скважин по одной оси. Улавливание шлама и доставка его к откаточному горизонту по уклону 4–10° в сборочный зумпф. Откачка из этого зумпфа стационарной гидроустановкой, обезвоживание, погрузка в вагонетки и электровозное транспортирование до ствола.

Пятая схема. Добычу ведут скважинами на полное сечение, затем улавливание шлама с приготовлением гидросмеси возле устья скважины передвижной гидротранспортной установкой и доставка до участкового секционного зумпфа или центральной гидротранспортной установки и далее на обогатительную фабрику.

Шестая схема. Добычным комбайном по падению (или по простиранию) проходят пилот-скважину диаметром 0,27 м, затем обратным ходом их расширяют до диаметра 0,67 или 1,0 м. Шлам по трубопроводам подают в комплекс подготовки руды к сепарации, затем рудную массу разбивают по крупности на несколько классов и подают в сепаратор, где происходит предварительное обогащение. Пустую породу высоконапорным насосом подают в передвижной закладочный комплекс, где ее смешивают с вяжущим. Затем транспортируют в выработанное пространство для формирования искусственного массива (целика).

Из рассматриваемых технологических схем вторая и третья наиболее применимы при разработке удароопасных месторождений, тектонически напряженных участков, при ведении очистных работ на больших глубинах, так как позволяют управлять горным давлением без образования участков с повышенной концентрацией напряжений. Опытно-промышленные испытания второй технологической схемы были выполнены в условиях Ловозерского месторождения, склонного к горным ударам. Технологическая схема представлена на рис. 2. Штрек «Северный» (справа) использовался как буровой, а «Южный» (слева) – как транспортный.

Управление горным давлением осуществляется следующим образом. Вначале выполняют бурение опережающей первичной пилот-скважины в центральной части залежи по ее оси на равном расстоянии от почвы и кровли, что обеспечивает равномерную нагрузку на скважину и позволяет выполнить наиболее точное бурение без отклонения ее от заданного направления. Затем бурят следующую пилот-скважину на расстоянии L от первой (согласно формуле 1). Это обстоятельство обеспечивает сохранение первоначальных условий бурения за счет исключения влияния концентрации напряжений первичной скважины на процесс бурения последующей скважины. Таким образом, предотвращается взаимовлияние скважин и концентрация напряжений в горном массиве и обеспечивается точность бурения, что является неременным условием полноты выемки полезного ископаемого из недр. Бурение осуществляют на всю длину блока. Затем посередине между ними, на этой же оси залежи, бурят последующие параллельные пилот-скважины. Такая последовательность бурения скважин позволяет выполнять их в однородном поле напряжений с одинаковыми нагрузками справа и слева, при этом происходит выравнивание напряженного поля горного массива и стабилизация напряжений. Это позволяет выполнять расширение скважин в однородном поле напряжений без их концентрации с предотвращением горных ударов. После расширения первичных скважин выполняют их раскрепление на расстоянии L . Раскрепление скважин в зонах с повышенным напряженным состоянием осуществляют или бетонной закладочной смесью, или податливой крепью с *разнопеременными* распорными нагрузками Q (осуществляемыми, например, пневмокрепью) перпендикулярно плоскости направления главных напряжений залежи. Раскрепление скважин на этом расстоянии позволяет выполнить плавное снижение концентраций напряжений, их перераспределение, а *разнопеременные* нагрузки позволяют управлять горным давлением и предотвратить горные удары по мере накопления напряжений в краевых участках обруиваемого блока, ограниченного расстоянием L .

Опытно-промышленные испытания новой технологической схемы добычи крепких руд из маломощных удароопасных залежей показали, что ее внедрение позволяет:

- улучшить безопасность ведения горных работ за счет снижения проявлений горного давления (значительно сократились потрескивания и стреляния горного массива), улучшения вентиляции рабочих мест, снижения пожароопасности, сокращения объемов взрывных работ, выведения людей из очистного пространства;
- повысить производительность труда в 1,5–2,5 раза и снизить трудозатраты на добыче и переработке руды;
- исключить стадии крупного, среднего, мелкого дробления и грохочения при обогатительном переделе, значительно снизить затраты на транспорт;
- снизить потери полезного ископаемого на добыче и переработке на 20–30 %;
- снизить уровень разубоживания в 2–3 раза и извлекаемость руды на единицу конечного продукта;
- вовлечь в эксплуатацию маломощные рудные залежи, отнесенные к забалансовым из-за низкой рентабельности их разработки традиционным буровзрывным способом;
- исключить вредное влияние факторов буровзрывной отбойки на устойчивость и срок службы горных выработок, на высокое проявление горного давления;
- осуществить экологически чистую циклично-поточную и поточную технологию добычи и переработки полезного ископаемого.

Литература

1. Попов Г. Н. Технология и техника подземной разработки рудных месторождений осадочного происхождения / Г. Н. Попов, В. А. Юков, В. П. Пахомов. М.: Недра, 1975. 305 с.
2. Красников Ю. Д., Михайлов Ю. В. Технология и механизация подземной разработки месторождений. М.: «Академия», 2008. 256 с.
3. Давиденко В. И. и др. Способ добычи крепких руд из маломощных залежей. Заявка № 2000130606/03(032617) RU, 07.12.2000