

И.В. Соколов, А.А. Смирнов, Ю.Г. Антипин, К.В. Барановский
ТЕХНОЛОГИЯ ВОСХОДЯЩЕЙ ВЫЕМКИ
ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
С ПРИМЕНЕНИЕМ СУХОЙ ЗАКЛАДКИ

При проектировании систем разработки маломощных крутопадающих жил актуальна задача выбора оптимальной технологии, обеспечивающей безопасность и эффективность отработки. Приведены результаты комплексных исследований, включающие анализ условий залегания рудных тел, конструирование схем подготовки и систем разработки, выбор основного технологического оборудования, технико-экономические расчеты и оценку подземной технологии. Обоснованы наиболее безопасные и экономически целесообразные системы разработки с восходящей выемкой, сухой закладкой выработанного пространства и применением самоходного оборудования: горизонтальные слои и подэтажно-камерная. Определены оптимальные показатели потерь и разубоживания по отрабатываемым рудным телам и системам разработки. Разработанные технические и технологические решения обеспечивают выемку тонких жил с минимальными потерями полезного компонента и низким разубоживанием.

Ключевые слова: восходящая выемка, горизонтальные слои, подэтажно-камерная система разработки, сухая закладка, отбойка и выпуск руды, селективная выемка, самоходное оборудование.

Рассматриваемые рудные тела характеризуются малой мощностью (0,8–3,5 м), крутым падением (70–80°), имеют размеры до 300 м по простирианию и 150 м по падению. Руды и вмещающие породы достаточно устойчивы. В этих условиях возможно применение системы разработки подэтажными штреками, системы разработки с магазинированием руды, система разработки горизонтальными слоями с закладкой выработанного пространства.

Произведено сравнение систем по основным технико-экономическим показателям (ТЭП). Для сравнения принят участок рудного тела высотой до 180 м, крутым падением (80°), средней мощностью рудного тела 2,2 м. Длина участка до 120 м. Крепость руд по шкале проф. М.М. Протодьяконова 15–18, плотность руд и пород – 2,6 т/м³. При всех системах разра-

ботки предусматривается использование самоходного оборудования (СО): погрузо-доставочных машин (ПДМ) и самоходных буровых установок.

Сравнение систем разработки произведено по укрупненным показателям на основании фактических данных рудника «Джульетта». При этом вскрытие рудного тела, транспорт на поверхности, вентиляция рудника приняты одинаковыми для всех вариантов технологии добычи руды. На основании технико-экономического сравнения для разработки месторождения «Джульетта» принята система горизонтальных слоев с восходящим порядком отработки и сухой закладкой выработанного пространства.

Следует учесть большую универсальность этой системы, позволяющей отрабатывать все рудные тела месторождения, несмотря на их мощность и сложность.

Очистные работы в блоке производятся после проведения предусмотренных проектом подготовительно-нарезных выработок.

Технология очистной выемки заключается в раздельной (селективной) выемке рудного тела и вмещающих пород в пределах очистного слоя, и последующей закладке очистного слоя сухой закладкой, представленной отбитой породой лежачего и висячего боков, породами от проходки горных выработок и обезвоженными хвостами обогащения.

Селективная выемка предполагает отработку очистного слоя в две стадии.

1. Извлекаются запасы рудного тела с выемочной мощностью 1,88 м (1,48 м мощность р.т. + прихват пород 0,4 м);

2. Отбиваются вмещающие (боковые) породы с выемочной мощностью 1,12 м и формируется закладочный слой.

1 стадия (рис. 1). Отработка рудного тела в очистном слое ведется двумя забоями в отступающем порядке – в направлении от флангов к центру блока. В качестве отрезного пространства используется фланговые восстающие. Очистная выемка включает отбойку

руды вертикальными рядами параллельных скважин диаметром 51 мм, обуренных буровым станком, и последующую уборку отбитой руды ПДМ с дистанционным управлением. Технологические процессы по бурению скважин и уборке руды выполняются параллельно: в одном забое производится бурение скважин, во втором – уборка руды; взрывные работы и пропаривание забоя осуществляются в междусменный перерыв.

Погрузка отбитой руды в очистном забое и доставка ее до перегрузочных камер, расположенных в подэтажных квершлагах, на расстояние 120–130 м (средняя длина доставки) производится ПДМ типа Scooptram ST2G. Навал руды, образующийся после отбойки секции в выработанном пространстве, высотой 5,8 м, убирается ПДМ только с применением дистанционного управления. Заход людей в выработанное пространство слоев запрещен.

2 стадия (рис. 2). Отбойка боковых пород в очистном слое ведется двумя забоями в наступающем порядке – в направлении от центра к флангам блока. Бурение ведется горизонтальными шпурами диаметром 45 мм буровой установкой. Порода не вывозится

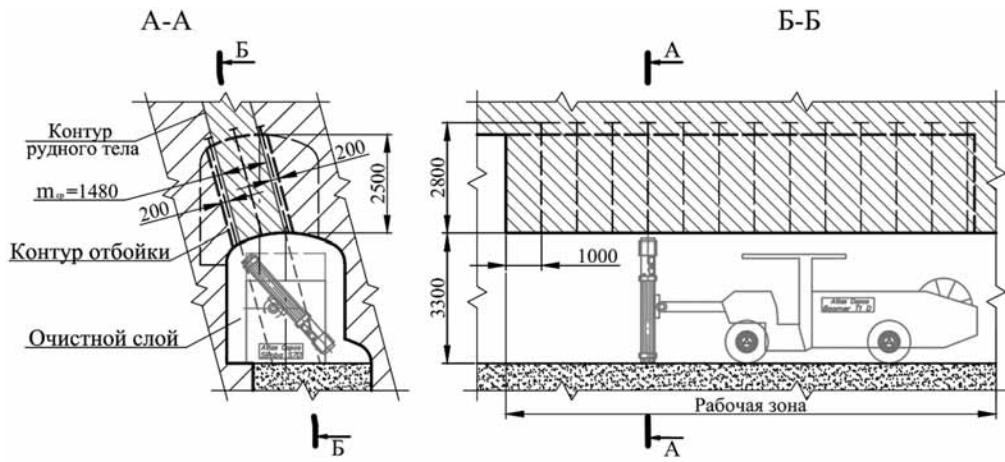


Рис. 1. Отработка рудного тела в очистном слое системой горизонтальных слоев снизу вверх с сухой закладкой

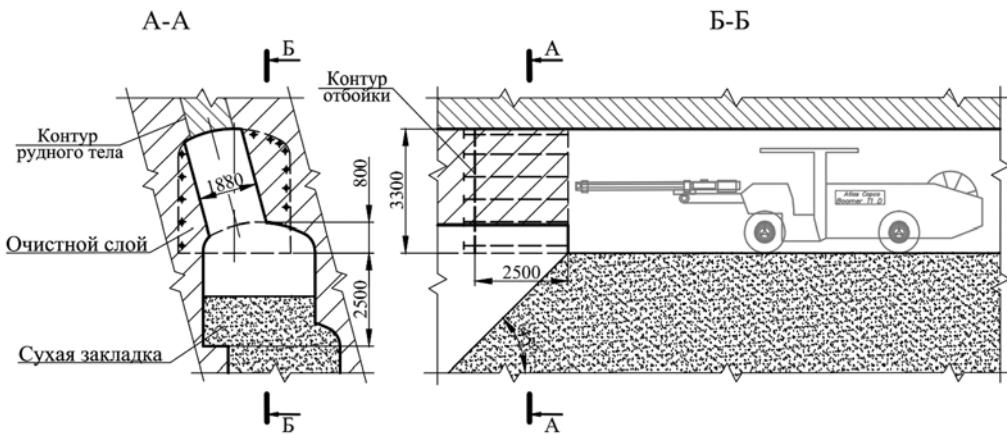


Рис. 2. Отбойка боковых пород в очистном слое системой горизонтальных слоев снизу вверх с сухой закладкой

из очистного пространства, а используется для формирования закладочного слоя. В качестве дополнительного закладочного материала используется порода из проходческих работ или хвосты обогатительной фабрики. Погрузка закладки производится в перегрузочных камерах, расположенных в подэтажных квершлагах. Для достижения необходимой производительности по закладке слоя, необходимо в течение одной смены в обоих забоях выполнение 1-го цикла. Взрывные работы осуществляются во внутрисменный обеденный и междусменный перерывы.

Закладочный слой создается путем планирования породы по его площади и последующего уплотнения с помощью ПДМ. Поверхность вновь сформированного закладочного слоя используется в качестве рабочей площадки для размещения буровой и погрузо-доставочной техники при очистной выемке последующего слоя.

Все процессы очистной выемки (отбойка, выпуск и доставка, закладка) производятся в пределах рабочей зоны высотой 3,3 м. Доступ людей в выработанное пространство высотой 5,8 м, образующееся в процессе отра-

ботки слоев, без применения специального оборудования для оборки и контроля за состоянием кровли и стенок очистной выработки запрещен.

Проветривание очистных слоев осуществляется за счет общешахтной депрессии. Свежий воздух из подэтажного квершлага поступает в слоевой орт и далее направляется до очистных забоев, расположенных на обоих флангах слоя. Загрязненный воздух через выработанное пространство слоя поступает на фланговые ВВ, далее по вентиляционному штреку, слоевому орту и подэтажному квершлагу и штольне № 12 выбрасывается на поверхность.

На участках с большей мощностью и относительно выдержаных целесообразно применить вариант подэтажно-камерной системы разработки с сухой закладкой и с восходящей выемкой руды. Особенностью рассмотренных вариантов систем разработки является то, что в зависимости от горно-геологических условий достаточно просто осуществляется переход от одного варианта к другому даже при выемке одного блока.

Блок (этаж) разделяется по вертикали на камеры высотой 10 м, длиной

равной длине рудного тела по про-стиранию. Средняя ширина камеры – 2,69 м (2,29 мощность р.т. + прихват пород 0,4 м).

Технология ведения очистных работ в камере заключается в следующем. После образования отрезной щели между подсечным и вентиляционным штреками, производят бурение нисходящих скважин, заряжение, взрывание, проветривание и уборку отбитой руды (рис. 3). После отработки камеры выработанное пространство закладывается породами от проходки выработок и обезвоженными хвостами обогащения. Для более качественной отбойки участков со сложным залеганием рудного тела необходимо разбуривать слои восходящими и нисходящими скважинами из нижнего и верхнего штреков.

Отработка очистной камеры ведется двумя забоями в отступающем порядке – в направлении от флангов к центру блока. В качестве отрезного пространства используется фланговые отрезные восстающие. Отбойка производится параллельными скважинами. В крайних (верхних) подэтажах, не предусматривающих наличие вен-

тиляционно-бурового горизонта, бурение производят только из доставочного штрека. Уборку отбитой руды из очистного забоя производят ПДМ с ДУ. Технологические процессы по бурению скважин и уборке руды выполняются параллельно: в первом забое производится бурение скважин, во втором – уборка руды; взрывные работы и проветривание забоя осуществляются в междусменный перерыв.

Все процессы очистной выемки (отбойка, выпуск и доставка, закладка) производятся в пределах рабочей зоны высотой 3,3 м. Доступ людей в выработанное пространство, образующееся в процессе отработки камеры, высотой 13,3–17,3 м запрещен.

Выпуск руды из забоя ведут ПДМ «Scooptram ST2G» с ДУ (в открытой камере управляет оператором дистанционно), доставку – до перегрузочного пункта (ПП) в подэтажном квершилаге. В ПП руда грузится в автосамосвал или выгружается в камеру складирования руды, из которой она специальным погрузчиком грузится в автосамосвал для дальнейшей транспортировки на поверхность (в рудный склад).

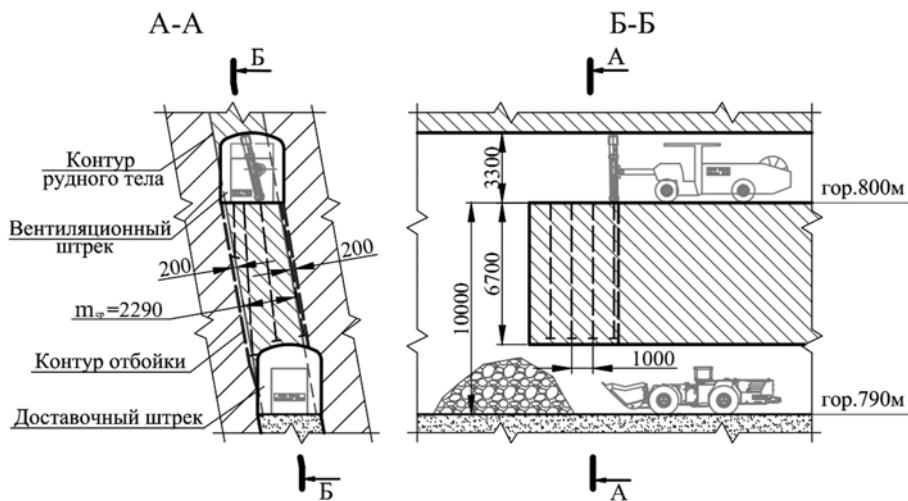


Рис. 3. Подэтажно-камерная система разработки

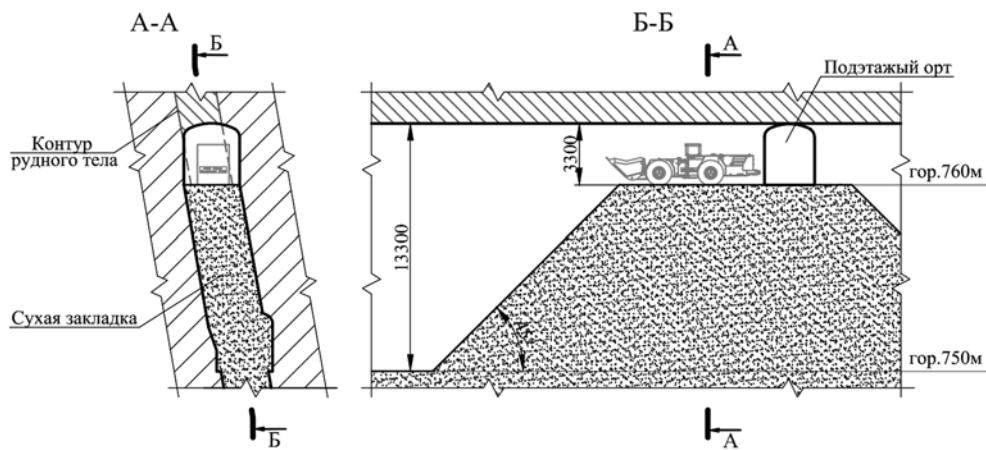


Рис. 4. Схема формирования закладочного слоя

Закладку выработанного пространства производят с вентиляционного горизонта в наступающем порядке от подэтажного орта к флангам камеры. Поверхность вновь сформированного закладочного слоя используется в качестве рабочей площадки для буровой и погрузо-доставочной техники при очистной выемке последующего подэтажа. Схема формирования закладочного слоя приведена на рис. 4. В качестве закладочного материала используется порода из проходческих

работ или обезвоженные хвосты обогащения. Погрузка закладки производится в перегрузочных камерах в подэтажных квершлагах.

Проветривание очистных камер осуществляется за счет общешахтной депрессии. Свежий воздух из подэтажного квершлага поступает в подэтажный орт и далее по доставочному штреку направляется к очистным забоям. Загрязненный – омыв камеру – выходит по вентиляционному штреку, подэтажному орту и подэтажному

Технико-экономические показатели вариантов систем разработки

№ п/п	Наименование показателя	Горизонтальные слои	Подэтажно- камерная
1	Потери, %	3–4	2
2	Разубоживание, %	25–35	20–26
3	Удельный объем ПНР, м ³ /1000 т	140–250	120–250
4	Производительность труда на процессах: проходка ПНВ, м ³ /чел.-смену; отбойка руды, м ³ /чел.-смену; выпуск и доставка, м ³ /чел.-смену; закладка слоя (камеры), м ³ /чел.-смену; очистная выемка, м ³ /чел.-смену	1,9–2,4 17,7–23,1 54,4 46,2 6,9–7,6	2,8–3,1 22,9–31,1 54,4 46,2 11,9–13,9
5	Производительность труда подземного рабочего по системе разработки, м ³ /чел.-смену	1–3	3,3–5,4

квершлагу вышележащего горизонта к восточному ГВХВ и далее выбрасывается на поверхность.

Установленные основные ТЭП по рудным телам и системам разработки (добычным блокам), показывают, что

принятые технические и технологические решения обеспечивают оптимальный уровень показателей извлечения руды из недр и эффективность освоения запасов рудных тел золоторудного месторождения «Джульетта» (таблица).

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Соколов Игорь Владимирович – доктор технических наук, зав. лабораторией,
Смирнов Алексей Алексеевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
Антипин Юрий Георгиевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
Барановский Кирилл Васильевич – научный сотрудник, Институт горного дела УрО РАН, e-mail: geotech@igduran.ru.

UDC 622.274.4

THE TECHNOLOGY OF ASCENDING MINING A GOLDEN ORE DEPOSIT EMPLOYING DRY FILLING

Sokolov I.V.¹, Doctor of Technical Sciences, Head of Laboratory,
Smirnov A.A.¹, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,
Antipin Yu.G.¹, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,
Baranovsky K.V.¹, Researcher,
¹ Institute of Mining of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, 620219, Ekaterinburg, Russia, e-mail: geotech@igduran.ru.

The task of selection optimum technology providing safety and efficiency of mining is urgent designing the system of mining steep-falling low-thickness veins. The results of integrated researches are cited that include the conditions of ore bodies bedding, designing the patterns of preparation and mining systems, basic production equipment selection, technical-and-economic calculations and underground technology evaluation. The most safety and economically expedient mining systems are grounded that is ascending mining, dry goaf packing and self-propelled equipment employment, horizontal layers and sublevel-chamber mining system. Optimum losses and dilution indices are determined both per ore bodies developed and systems of mining. Worked out technical and technological solutions provide thin veins mining with minimum useful constituent losses and poor dilution.

Key words: ascending mining, horizontal layers, sublevel-chamber system of mining, dry filling, ore breaking and discharge, selective mining extraction, self-propelled equipment.



Успех в деле определяют новые оригинальные идеи, трудолюбие и целеустремленность.