

# НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ОТРАБОТКЕ ЗАПАСОВ САТКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Авторы: Шевляков Е. В., заведующий сектором ОАО «Уралмеханобр», Шелковый И. С., научный сотрудник ОАО «Уралмеханобр»

Отработка запасов Саткинского месторождения выполняется в соответствии с основными положениями «Технологического проекта» [1], разработанного институтом «Уралгипроруда» в 1982 году. Системы разработки: камерно-столбовая с сухой (породной) закладкой выработанного пространства и слоевая система разработки с закладкой [2].

На современном этапе эксплуатации Саткинского месторождения (при выбытии из отработки карьеров) возникла необходимость в увеличении годовой производительности подземного рудника по добыче руды до 1 600 тыс. т/г. Увеличение годовой производительности планируется осуществлять за счет вовлечения в эксплуатацию запасов шахты «Магнетитовая», расположенных в этажах +180/ +260 м и +100/180 м.

Решение поставленной задачи предложено осуществить ОАО «Уралмеханобр».

Сотрудниками горной науки института выполнен подробный анализ опыта применения на шахте «Магнетитовая» камерно-столбовой и слоевой систем разработки, разработанных институтом «Уралгипроруда». Установлено: применение данных систем разработки не позволит увеличить производительность подземного рудника по добыче руды до 1 600 тыс. т/г.

При выборе технологии отработки месторождения необходимо было учесть и тот фактор, что месторождение с отметки горизонта +180 м отнесено к склонным к горным ударам.

Институтом «Уралмеханобр» для отработки запасов месторождения было предложено три варианта систем разработки с твердеющей закладкой [3].

**Вариант 1.** Подэтажно-камерная система разработки с твердеющей закладкой и с расположением камер вкрест простирания рудного тела.

**Вариант 2.** Подэтажно-камерная система разработки с твердеющей закладкой и расположением камер по простиранию рудного тела.

**Вариант 3.** Слоевая система разработки с закладкой выработанного пространства твердеющей смесью. Основным отличием данного вари-

анта слоевой системы разработки от варианта, предложенного институтом «Уралгипроруда», является отсутствие подготовительно-нарезных выработок на всiachем боку рудной залежи.

В связи с очевидными недостатками камерно-столбовой системы разработки с сухой закладкой (в первую очередь по причине высоких потерь руды при достаточно высокой ценности руды) она была отклонена для дальнейшего рассмотрения.

## ВАРИАНТ ПОДЭТАЖНО-КАМЕРНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ С ТВЕРДЕЮЩЕЙ ЗАКЛАДКОЙ И С РАСПОЛОЖЕНИЕМ КАМЕР ВКРЕСТ ПРОСТИРАНИЯ РУДНОГО ТЕЛА (РИСУНОК 1)

Рудная залежь в пределах каждого этажа делится на выемочные блоки длиной по 240 метров. Ширина блоков соответствует горизонтальной мощности рудного тела и ограничивается его контуром. Высота блока ограничена высотой этажа 80 м. По вертикали выемочные блоки в пределах этажа делятся на 4 под-

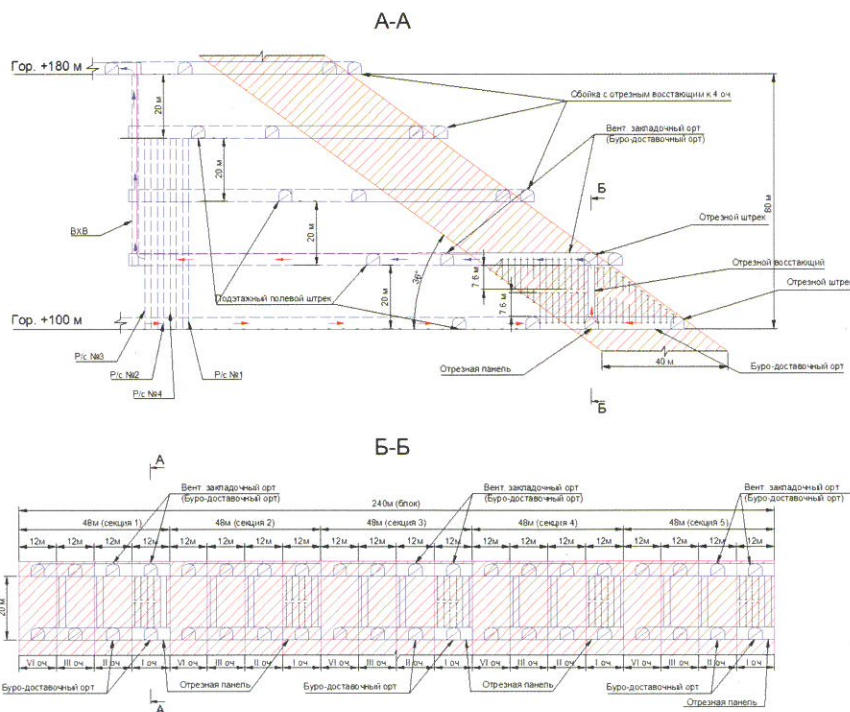


Рисунок 1. Подэтажно-камерная система разработки с твердеющей закладкой и с расположением камер вкрест простирания рудного тела

Схема очередности отработки камер в секции

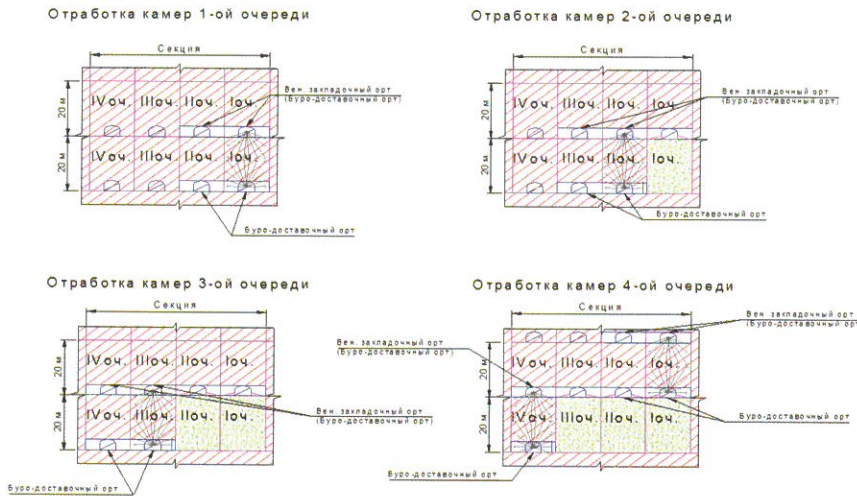


Рисунок 2. Порядок отработки камер в секции

этажа высотой по 20 м (в отличие от 10-метровых подэтажей при применении слоевой системы разработки). В пределах каждого подэтажа выемочный блок делится на 5 секций, каждая из которых состоит из 4 камер. Секции в подэтажах по вертикали располагаются соосно на всю высоту блока. Отработка камер в каждой секции производится в сплошном порядке. Порядок отработки камер в секции представлен на рисунке 2.

На основе геомеханических расчетов пролет камер принят равным 12 м. При этом длина камер при их расположении вкрест простирания равна горизонтальной мощности рудной залежи и составляет в среднем порядка 40 м. Высота камер равна высоте подэтажа — 20 м. При общем нисходящем порядке отработки запасов месторождения выемка камер в блоках осуществляется в восходящем порядке.

Главным отличием схемы подготовки и нарезки блоков для предлагаемых систем разработки от схемы подготовки, представленной в предыдущих проектных решениях, является отсутствие выработок, расположенных в висячем боку рудной залежи, что позволяет значительно сократить объем подготовительных работ.

Подготовка каждого подэтажа осуществляется с двух уровней (горизонтов). Нижний горизонт подготавливаемого подэтажа является доставочным, верхний горизонт — вент.-закладочным. При дальнейшем развитии выемки и переходе очистных работ на вышерасположенный подэтаж верхний вент.-закладочный горизонт для вышерасположенных запасов будет являться доставочным.

Подготовка нижнего и верхнего горизонтов в подэтаже заключается в проведении по простиранию рудного тела подэтажных полевых штреков, расположенных в лежащем боку рудной залежи. На границе каждого блока вкрест простирания рудного тела от подэтажного полевого штрека проходят сбойку с рудоспусками. Все подэтажи в пределах каждого блока по вертикали сбиваются между собой рудоспусками и ВХВ. Учитывая необходимость ведения селективной добычи руды, на каждый блок проходит четыре рудоспуска.

Нарезные работы в подэтаже в пределах каждой секции заключаются в следующем: на нижнем горизонте подэтажа из подэтажного полевого штрека до границы с висячим боком рудного тела в пределах каждой секции прокладываются буро-доставочные орта камер второй и четвертой очереди. Затем из пройденных буро-доставочных ортов камер второй и четвертой очереди начинается проходка буро-доставочных ортов камер первой и третьей очереди до границы

висячего бока рудного тела. Буро-доставочные орты могут располагаться по центру камеры или проходить вдоль одного из ее бортов. Со стороны висячего блока в пределах каждой секции буро-доставочные орты камер первой, второй, третьей и четвертой очереди сбиваются между собой отрезными штреками.

На флагах рудного тела в этаже подэтажи сбиваются между собой ВХВ.

Перед очистной выемкой в каждой камере проходит отрезной восстающий. Технология очистной выемки при применении вариан-

та подэтажно-камерной системы разработки с расположением камер вкрест простирания рудного тела основана на буровзрывном способе отбойки руды вертикальными или наклонными веерами скважин, выпуске руды на почву доставочной выработки, отгрузке и транспортировке руды из камер погрузочно-доставочными машинами. Перед началом очистной выемки руды в камере производится оформление отрезной щели. Разбуривание отрезной щели производится параллельными рядами скважин, пробуренными из отрезной панели доставочного горизонта или из отрезного штрека вентиляционного горизонта. Образование отрезной щели производится путем отбойки рядов скважин на отрезной восстающий.

Очистная выемка основных запасов камеры при системе разработки с камерной выемкой заключается в отбойке вееров (рядов) скважин на отрезную щель, а затем на свободное пространство камеры, образованное выпуском отбитой руды. Бурение скважин производится из буро-доставочного орта, пройденного по почве камеры, и из вент.-закладочного орта, пройденного по кровле камеры соответственно восходящими и нисходящими веерами (встречное бурение). По горизонтали веера располагаются друг от друга на расстоянии, равном линии наименьшего сопротивления (ЛНС).

За один взрыв в камере отбивают по одному вееру скважин с одного подэтажа (сначала отбивают один верхний веер, затем после отгрузки отбитой руды отбивают один нижний веер, и в дальнейшем процесс отбойки вееров повторяется заново). После каждой отбойки производится не менее одного оценочного контроля сортности отбитой руды.

Направление фронта ведения очистных работ в камерах 1, 2 и 3-й очереди производится от отрезной панели к флангам камеры; в камерах 4-й очереди направление фронта очистных работ — от висячего бока рудного тела к лежащему. Для обеспечения полноты выпуска руды и увеличения выработок отгрузки в камерах 1, 2 и 3-й очереди организуется дополнительный заезд из соседней камеры со стороны висячего бока.

*ВАРИАНТ ПОДЭТАЖНО-КАМЕРНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ С ТВЕРДЕЮЩЕЙ ЗАКЛАДКОЙ И РАСПОЛОЖЕНИЕМ КАМЕР ПО ПРОСТИРАНИЮ РУДНОГО ТЕЛА (РИСУНОК 3)*

При этом варианте каждый блок нарезается на выемочные камеры длиной по простиранию до 40 — 50 м

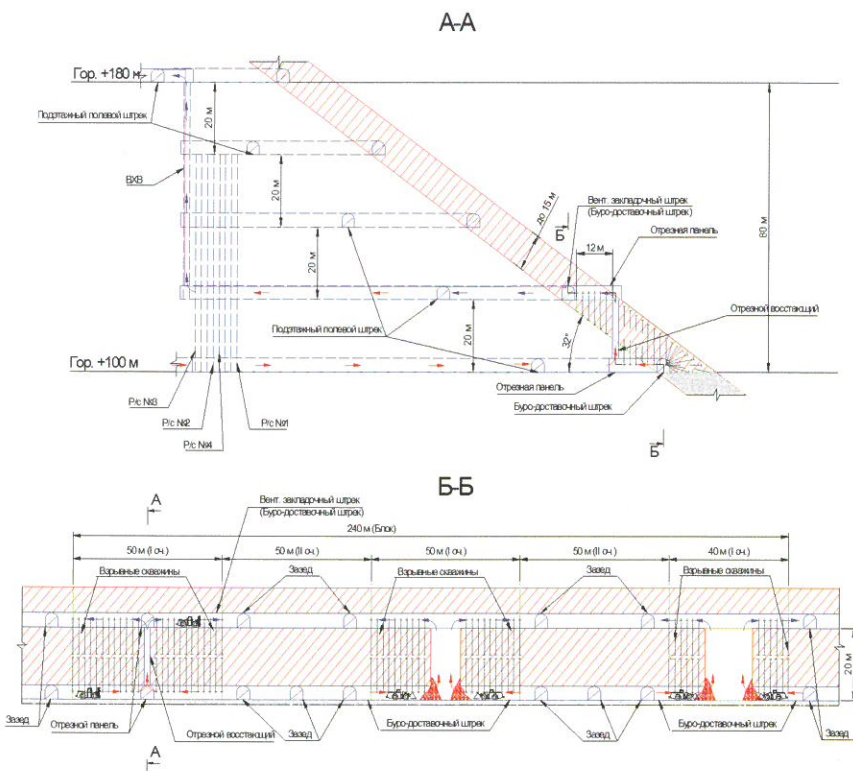


Рисунок 3. Подэтажно-камерная система разработки с твердеющей закладкой и расположением камер по простиранию рудного тела

и шириной до 12 м. Камеры в подэтажах по вертикали располагаются соосно на всю высоту блока.

Общий порядок отработки камер в блоке принят камерно-целиковый по схеме 1 — 2 — 1 — 2 — 1.

Очистная выемка при варианте подэтажно-камерной системы разработки с расположением камер по простиранию в целом аналогична очистной выемке камер, расположенных вкрест простирания залежи.

**ВАРИАНТ СЛОЕВОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ С ЗАКЛАДКОЙ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА (РИСУНОК 4)**

Отработка рудной залежи ведется слоями (лентами), разделенными, в свою очередь, на выемочные заходки. По вертикали выемочный блок делится на 8 лент (слоев) высотой 10 м. Каждая лента в пределах блока делится на секции длиной по простиранию 48 м и шириной, равной горизонтальной мощности рудного тела. Секции в лентах по вертикали располагаются соосно на всю высоту блока.

Каждая секция в ленте вкрест простирания разбивается на четыре выемочных заходки. Порядок отработки заходок в секции сплошной.

Подготовка блока при применении варианта слоевой системы разработки с закладкой заключается в проведении от наклонного съезда подэтажных доставочных штре-

ков, располагаемых в лежачем боку на расстоянии 20 м по вертикали друг от друга. Каждый подэтажный штрек подготавливает к отработке два смежных слоя (ленты). Из каждого подэтажного полевого штрека в пределах блока также проходит сбойка с рудоспусками и ВХВ. Из подэтажного доставочного штрека в выемочные заходки проходятся заезды. Заезды в заходках нижнего слоя проходятся с обратным уклоном до 6°; заезды в заходки верхнего слоя проходятся с уклоном до 10°. Из заездов в пределах выемочных заходок непосредственно по рудному телу проходятся буро-доставочные (слоевые) орты. Буро-доставочные орты могут располагаться по центру заходки или проходиться вдоль одного из ее бортов.

Для проветривания заходок отработываемого слоя из вышележащего подэтажного штрека лежачего бока проходятся заезды в заходки 4-й очереди подготавливаемой секции, которые у всячего бока в пределах рудного тела сбиваются между собой подэтажным вент.-закладочным штреком.

Технология ведения очистных работ при применении варианта слоевой системы разработки аналогична

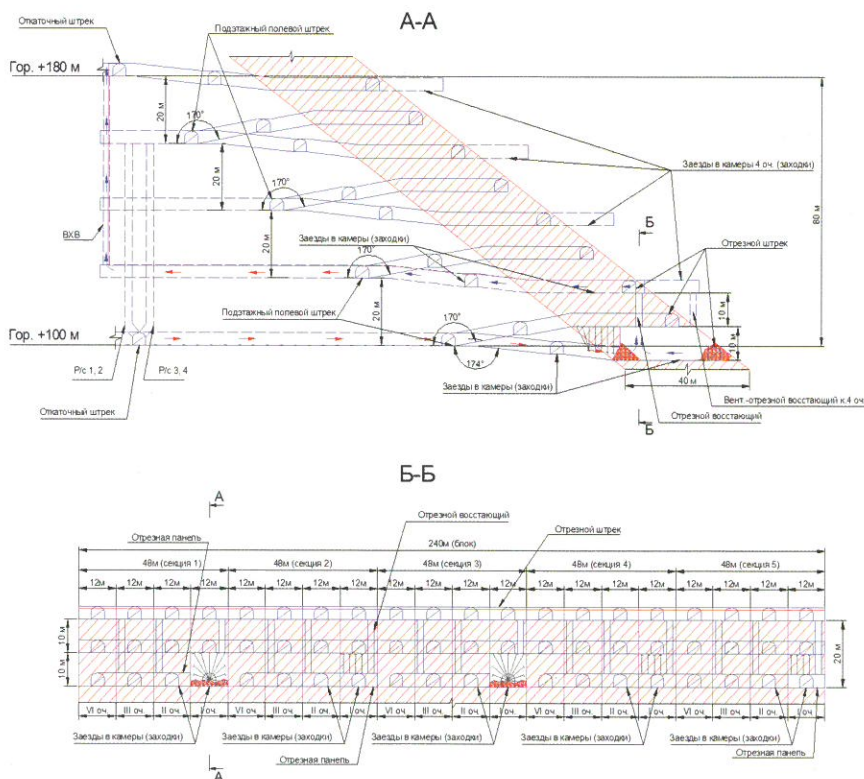


Рисунок 4. Слоевая система разработки с закладкой выработанного пространства твердеющей смесью

Таблица 1.

Технико-экономические показатели вариантов систем разработки							
Вариант системы разработки с закладкой	Удельный вес ГПР, м <sup>3</sup>			Потери, %	Разубож., %	Производительность, т в мес.	Соотн. с/с разработок, %
	по руде, м <sup>3</sup>	по породе, м <sup>3</sup>	по блоку, м <sup>3</sup>				
«Уралгипроруда» (длина блока — 120 м)							
Слоевая система разработки	64	68	132	4,1	7,2	8	100
ОАО «Уралмеханобр» (длина блока — 240 м)							
Вариант 1. Подэтажно-камерная система вкрест простирания	34	24	58	8,9	7,1	20	96
Вариант 2. Подэтажно-камерная система по простиранию	24	39	63	18,1	11,5	20	2
Вариант 3. Слоевая система разработки	68	44	112	4,1	7,2	10	2

технологии ведения очистных работ при применении вариантов подэтажно-камерной системы разработки. После завершения подготовительных и нарезных работ приступают к очистной выемке заходок 1-й очереди секции на нижнем слое (ленте) первого подэтажа блока. Для этого в заходке из буро-доставочного орта проходится отрезная панель до сбойки с отрезным восстающим. Из отрезной панели на высоту заходки бурят комплекс скважин и оформляют отрезную щель до проектного сечения заходки.

Очистная выемка основных запасов заходки при слоевой системе разработки с закладкой заключается в отбойке вееров (или рядов) скважин на отрезную щель, а затем на свободное пространство заходки, образованное выпуском отбитой руды. Бурение скважин производится из слоевого орта, пройденного по почве заходки. По горизонтали веера (ряды) располагаются друг от друга на расстоянии, равном ЛНС. После каждой отбойки производится не менее одного оценочного контроля сортности отбитой руды.

Схема производства закладочных работ для всех представленных вариантов систем разработки идентична и заключается в следующем: на доставочном подэтаже в подводящих выработках к отработанной заходке устанавливаются изолирующие перемычки, с вентиляционно-закладочного подэтажа по путепроводу через вентиляционно-закладочный орт (штрек) подается твердеющая смесь в выработанное пространство отработанной камеры (заходки). После набора нормативной прочности закладочного массива отработанной камеры (заходки) приступают к отработке соседней камеры (заходки) в секции.

За счет восходящего порядка отработки запасов является возможность вести закладку камер (заходок) 4-й очереди в секции породой или бесцементным закладочным составом. На участках обрабатываемых камер, расположенных по простиранию, бесцементными составами или породной закладкой возможно погашать выработанное пространство каждой второй камеры. Кроме того, при восходящем порядке отработки не требуется создания в отработанных заходках несущего слоя, состоящего из твердеющей закладки повышенной прочности, что позволяет дополнительно снизить расход вяжущего.

Технико-экономические показатели сравниваемых вариантов систем разработки представлены в таблице 1.

Одним из главных преимуществ вариантов камерных систем разработки по сравнению со слоевой системой является гораздо более низкий объем подготовительно-нарезных работ, приходящийся на единицу добытой

руды. Кроме того, за счет более увеличенных по сравнению со слоевой системой разработки параметров выемочных единиц (камер), а также применения производительной самоходной техники, ведения отбойки руды скважинами, а не шпурами производительность камерных систем разработки в два и более раза превышает производительность слоевых систем разработки.

Учитывая очевидные преимущества вариантов подэтажно-камерной системы разработки:

- более низкие объемы подготовительно-нарезных работ на единицу добытой руды;
- более высокую производительность системы разработки;
- достаточно низкие показатели потерь и разубоживания руды;
- возможность сокращения расходов на закладочные работы при отработке запасов в восходящем порядке, данные варианты предложены в качестве основных при отработке запасов руды в этажах +180/+260 м и +100/+180 м на шахте «Магнитовая».

Вариантом подэтажно-камерной системы разработки с твердеющей закладкой и с расположением камер вкрест простирания рудного тела планируется отрабатывать основные запасы месторождения (до 96 %).

Вариантом подэтажно-камерной системы разработки с твердеющей закладкой и расположением камер по простиранию рудного тела планируется отработать маломощные участки рудной залежи с нормальной мощностью, равной или меньшей рассчитанного устойчивого пролета камеры (до 2 % запасов месторождения).

Вариант слоевой системы разработки с закладкой выработанного пространства твердеющей смесью (вследствие его более высокой затратности относительно камерной системы разработки с твердеющей закладкой) будет использоваться для выемки выклинивающихся и осложненных участков рудных тел (до 2 % запасов).

Внедрение вариантов подэтажно-камерной системы разработки позволит повысить эффективность отработки магнетитовых руд с концентрацией работ на меньшей рудной площади и, таким образом, поднять интенсивность отработки запасов с одновременным снижением себестоимости добычи руды на предприятии. 📖

#### Список использованной литературы

1. Технологический проект. 1-я очередь строительства шахты «Магнитовая». «Уралгипроруда», Свердловск, 1982 г.
2. Технологический регламент производственного процесса на шахте «Магнитовая» ОАО «Комбинат «Магнитит». «Уралгипроруда», Сатка, 2005 г.
3. Технологический регламент на отработку запасов 1-го шахтного поля Саткинского месторождения шахтой «Магнитовая» в этажах +180/+260 м и +100/+180 м с геомеханическим обоснованием параметров системы разработки и порядка выемки. ОАО «Уралмеханобр», Екатеринбург, 2015 г.

