

Казахский национальный технический университет
им. К.И. Сатпаева

БАЯЗИТ Н.Х

**СИСТЕМЫ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ
РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

УЧЕБНИК
2-ИЗДАНИЕ

АЛМАТЫ 2007

ББК 33.33я73
Б-33

Рецензенты

1. Жаркенов М.Е. – доктор тех. наук, профессор.
2. Алибеков А. – доктор тех. наук, профессор.
3. Мухамеджанов Д.Б. – канд. тех. наук, доцент.

Баязит Н.Х.

Б-33 Системы подземной разработки рудных месторождений: Учебник. – 2-е изд. – Алматы, 2007. – 109 с.

ISBN 9965-32-243-0

Учебник написан в соответствии с требованиями типовой и рабочей программы специальности 050707 «Горное дело», обучающихся по кредитной системе для получения степени бакалавра.

В работе рассмотрены общие понятия и терминологии, существующие классификации систем подземной разработки рудных месторождений. Проанализированы несколько широко распространенных классификаций. Даны их достоинства и недостатки. Для горнорудной промышленности предложена новая классификация систем разработки. Согласно существующих классификации описаны системы, которые сегодня применяются в горнорудной промышленности. Описание систем дано в строгой технологической последовательности очистной выемки.

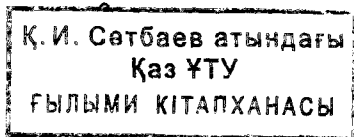
В конце учебника даны несколько методики для выбора систем разработки.

ББК 33.33я73

Б $\frac{2502020000}{00(05)-07}$

ISBN 9965-32-243-0

757682



© КазНТУ

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что основные технико-экономические показатели любой шахты, любого рудника зависят от основных производственных процессов очистной выемки, т.е. от применяемой системы разработки. Эффективность же системы разработки определяется производительностью самой системы разработки, производительностью труда забойного рабочего, себестоимостью 1 т руды по системе, объемом подготовительно-нарезных выработок на 1000 т руды, потерями и разубоживанием руды. Чем лучше названные показатели, тем эффективнее системы разработки.

Для глубокого познания систем разработки студент обязан отлично знать горные выработки, способы отбойки, выпуска, погрузки, доставки руды и управления кровлей.

Ведущий курс "Подземная разработка рудных и нерудных месторождений" считается студентам специальности главной технологической дисциплиной, специализирующихся по подземной разработке рудных месторождений.

Данная работа посвящается системам подземной разработки рудных месторождений и включает основные понятия, применяемые при изучении систем разработки, технико-экономические показатели, порядок и последовательность изучения систем разработки, их классификацию, характеристику отдельных систем разработки, выбор системы разработки, заключение и список литературы.

Описание систем разработки и произведено по предложенной классификаций автора. В работе основное внимание уделено перспективе системам разработки рудных месторождений.

1. КЛАССИФИКАЦИИ СИСТЕМ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Шахта представляет собой самостоятельную производственно хозяйственную единицу, предназначенную для добычи полезного ископаемого подземным способом.

Работы, связанные с проведением горных выработок и добычей полезного ископаемого называют горными работами.

При извлечении из недр полезных ископаемых в недрах образуются полости, которые называются горными выработками,

Поверхность, ограничивающая горную выработку и перемещающаяся в пространстве в результате ведения горных работ называется забоем.

Отбойкой руды называется отделение полезного ископаемого от основного рудного массива.

Выпуском руды называется перемещение руды из горизонта подсечки на горизонт доставки.

Доставкой руды называется перемещение полезного ископаемого с места отбойки до места погрузки в основные транспортные сосуды.

Управлением кровли называются горные работы, связанные по предупреждению вредных последствий от проявления горного давления в подземных выработках для обеспечения безопасности и необходимых производственных условий.

Эти мероприятия применительно к очистному пространству называют поддержанием выработанного пространства.

Совокупность работ по отбойке, выпуску и доставке руды, а также по поддержанию выработанного пространства называется очистными работами или очистной выемкой.

Выработка, образующиеся при очистных работах, называются очистными выработками.

Перед очистными выработками, как правило, проходят подготовительные и нарезные выработки.

Подготовительными выработками называются выработки, пройденные во вскрытой части месторождения и предназначенные для развития нарезных работ.

Нарезными выработками называются выработки, пройденные по руде подготовленной части месторождения в пределах блока (камеры, панели) с целью развития очистных работ.

Этажом называется часть шахтного поля, ограниченная по верти-

кали вентиляционными и откаточными выработками и по простиранию - границами шахтного поля.

Панелью называется часть шахтного поля, ограниченная главными панельными откаточными выработками и границами шахтного поля. Коэффициент эксплуатации характеризует собой количество добытой руды в единицы времени с 1м площади. Размерность этого показателя /т/м~ год/.

Годовое понижение очистных работ – это среднее годовое опускание очистной выемки по вертикали, подсчитанное для всей рудной площади эксплуатируемого месторождения.

Наиболее распространенным понятием "системы разработки" в настоящее время является ПОНЯТИЯ академиков Д.Д. Шевякова [1], М.И. Агошкова [2], О.А. Байконурова [3]. Так, Л.Д.Шевяков дает такое определение: "Определенный порядок проведения подготовительных и очистных выработок, увязанный в пространстве и времени, называется системой разработки месторождения или его части", т.е. за базовую основу Л.Д. Шевяков принимает порядок проведения подготовительных и очистных выработок. По его понятию проведение подготовительных и очистных выработок, как в пространстве, так и во времени должно быть строго увязанным.

Так, например, при любых вариантах систем разработки нельзя пройти очистные выработки, не оформив проходку нарезных выработок. Нельзя пройти нарезные выработки пока не пройдете подготовительные выработки. Эта базовая основная конструкция в понятии "Системы разработки" использована и другими авторами с некоторыми изменениями и дополнениями. Так, М.И. Агошков в своем определении пишет: "Системой разработки рудного месторождения или его части называется порядок и технология очистной выемки руды в сочетании с определенной совокупностью конструктивных элементов выемочного участка". Если за выемочные участки принять такие выемочные единицы как блок, панель или камеру, то их необходимо подготовить и нарезать к очистной выемке, соблюдая определенный порядок, т.е. подготовительно-нарезные и очистные выработки представляют совокупность конструктивной особенности любого варианта системы разработки. О.А. Байконуров предлагает следующее понятие: "Система разработки месторождения (или его части) – это порядок проведения во времени и пространстве подготовительных, нарезных и очистных выработок, увязанный с определенным типом фронта работы этажа и способами очистной выемки". Как видно из определения базовое понятие "порядок проведения" и здесь сохраняется. Однако имеются следующие три нововведения.

1. Подготовительные выработки разграничены на собственно "подготовительные" и "нарезные". У других авторов такой детализа-

ции не имеется.

2. Проф. О.А. Байконуров в понятие "системы разработки" впервые вводит дополнение "тип фронта работы этажа". Объясняется это тем, что "тип фронта очистных работ" определяет характер отработки этажа, количество, расположение подготовительных и нарезных выработок... Правильно выбранный тип фронта работы и его своевременная подготовка решают успех работы предприятия" [3].

3. Известно, что способ очистной выемки при любом варианте системы разработки является главнейшим производственным процессом, поэтому он его и вводит. Однако ряд авторов [1], [2], [6], [7] в предлагаемых определениях эту мысль не подчеркивают, предполагая, что системы разработки немыслимы без введения очистных работ. Проф. В.Р. Именитов [4] пишет: "Понятием система разработки" охватывается расположение очистных выработок... "Р.П. Каплунов, И.А. Черемушников [5], кроме прочего пишут - "...способ ведения очистных работ". Таким образом, третье нововведение академика О.А. Байконурова более конкретизирует понятие "система разработки".

Классификацией называется распределение предметов по классам, согласно сходству между ними, произведенное с таким расчетом, чтобы каждый класс относительно других классов занимая прочное и точно фиксированное место [8].

1.2. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ

Системы подземной разработки характеризуются следующими показателями:

1. Суточная производительность блока (панели, камеры), т/сутки.
2. Сменная производительность бурильщика, т/см,
3. Сменная производительность труда забойного рабочего, т/см.
4. Себестоимость 1 т руда по системе (франко-люк), тг/т. Потери руды, %.
5. Разубоживание, %.
6. Ущерб от потерь, тг/т.
7. Ущерб от разубоживания, тг/т.
8. Удельный расход подготовительно-нарезных выработок на 1000 т, п.м./1000 т.
9. Расход ВВ на 1 т руды, кг/т.
10. Расход леса на 1 т руды, м³/т.

Чем лучше эти показатели, тем эффективнее системы разработки. Так, например, если объем подготовительно-нарезных работ составляет 0,5–

2 п.м./1000, то система разработки считается весьма эффективной; 2–3 п.м./1000 т – эффективная; 3–6 п.м./1000 т – средней эффективности; 6–10 п.м./1000 т – малоэффективной и 10–12 и п.м./1000 весьма неэффективной.

1.3. ПОРЯДОК И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ

Для глубокого познания систем разработки необходимо придерживаться следующей последовательности их изучения.

1. Изучить сущность системы разработки, обратив внимание на вступительную часть – как подготовлено шахтное поле – этажным или панельным способом, разделить шахтное поле на отдельные выемочные единицы (блоки, панели, камеры). В сущности указываются способы отбойки, доставки руда и способ управление кровлей. Например, для панельно-столбовой системы разработки сущность следует определить следующим образом.

Месторождение или рудничное поле, подготовленное панельным способом, разделяется на отдельные выемочные панели, запасы руды которых отрабатываются камерами со шпуровой отбойкой, погрузкой и доставкой руды самоходными машинами и управлением кровли панельными и опорными целиками и сталеполимерными штангами.

Для системы разработки с магазинированием и шпуровой отбойкой руды сущность определяется так:

Месторождение или рудничное поле, подготовленное этажным способом, разделяется на отдельные выемочные блоки, запасы руды в которых отрабатываются камерами со шпуровой отбойкой, скреперной доставкой и поддержанием выработанного пространства замагазинированной рудой.

2. Условия применения.

3. Параметры системы разработки.

4. Разобраться, где начинается проходка подготовительных выработок и где они кончаются.

5. Установить, какая выработка является первой нарезкой и какая нарезная выработка является последней.

6. Очистную выемку следует изучить в следующей последовательности:

6.1. Отбойка руды.

6.2. Выпуск, погрузка и доставка руды.

6.3. Поддержание выработанного пространства.

7. Следует выяснить, какие технико-экономические показатели наиболее характерны для рассматриваемой системы разработки.

8. Указать достоинства и недостатки системы разработки.
9. Пути дальнейшего совершенствования систем разработки.

Контрольные вопросы:

1. Что такое руда.
2. Процессы отбойки.
3. ТЭП системы разработки.

1.4. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ

1.4.1. Принципы построения классификации

Непостоянство элементов залегания залежей, пластов и рудных тел. их разнообразие в недрах земли привели к тому, что для разработки месторождений применяют огромное количество систем разработки. Так, О.А. Байконуров [3] считает, что их количество еще до 1969 г. составляло около 3000. За последние двадцать лет появились новые системы разработки, количество которых превышает пятьсот различных вариантов. Для глубокого познания и дальнейшего совершенствования системы разработки необходимо их разделить на отдельные классы, классы на группы, группы на подгруппы и т.д. так, чтобы признаки, по которым разделяются системы разработки, были наиболее существенными.

Создание классификации систем разработки, которая была бы достаточно простой, удобной для практического использования, представляет большую трудность. Объясняется это следующими причинами.

1. Понятие "системы разработки" имеет широкий смысл. Оно выражает; с одной стороны, довольно сложную совокупность подготовительных и очистных выработок, расположенных в шахтном поле самым разнообразным обрезаом, с другой - не менее сложный комплекс технологических операций очистной выемки.

Поэтому между собой системы разработки отличаются многими признаками:

- 1) видом и расположением подготовительных и нарезных выработок в блоке (панели, камере);
- 2) направлением подвигания очистной выемки относительно элементов залегания рудного тела - по простиранию, вкрест простирания, восстанию, падению, комбинированно;
- 3) состоянием и способом поддержания образующегося очистного пространства - выемка с открытым очистным пространством, с магазинированием руды с закладкой, креплением, обрушением руды и вмещающих пород;

4) построением и формой очистного забоя - сплошная, уступная, подэтажная, этажная, слоевая, заходками.

5) числом стадий очистной выемки в блоке - одностадийная, двухстадийная, многостадийная;

6) способом отбойки и доставки руды при очистной выемке. Отдельные специалисты пытались учесть эти признаки при создании классификации систем разработки, но классификации получались громоздкими и большинство из них не получали широкого признания.

2. Трудности создания классификации систем разработки объясняются разнообразием месторождений по форме, размерам, углам падения, условиям залегания, минералогическому составу, ценности физико-механическим свойствам руды, характеру вмещающих пород и т.д.

1.4.2. Требования, предъявляемые к классификации систем разработки

Правильно составленная классификация систем разработки не только поможет глубокому их изучению и дальнейшему совершенствованию их конструкции, но может служить и основанием для выбора системы разработки. В настоящее время предложено около 70 классификаций систем разработки. Наиболее признанными классификациями можно назвать следующие.

Классификация Л.М. Терпигорева, построенная по типу угольных месторождений и опубликованная в 1915 году. Отраслевая классификация Л.Б. Шевякова для угольных месторождений, в настоящее время являющаяся самой распространенной в горно-технической литературе.

К классификациям, основанным на признаке типа месторождения относятся также классификации Крейна (рудная, 1883 г.), Ж.И. Юнга (рудная, 1927 г.), И. Покровского (1932 г.), Г.Е. Бакланова (1946 г.), Л. И. Барона (1946 г.).

К классификациям, основанным на признаке поддержания выработанного пространства относятся классификации Сперра (1913 г.), Е.С. Митке (1927 г.), В.Н. Семевского (1948 г.).

По признаку способа поддержания очистного пространства построили свои классификации Мак Клеланд (1927 г.), К.М. Чарквиани (1945 г.), Ш.М. Мамедов (1964 г.); Н.И. Трушков (1944 г.), Г.Н. Попов (1963 г.), М.И. Агошков (1949 г.), В.Г. Именитов (1955 г.) и некоторые другие.

А.И. Стешенко [9] построил свою классификацию на признаке стадийности выемки.

Имеются классификации, основанные на признаке вида полезного ископаемого и типа месторождения (А, Бюра, 1881 г., Лотнер-Серло, 1872 г., Деманэ 1893 г., Камбаседеса 1885 г. и др.), классификации, построенные по признаку последовательности выемки залежи по мощности [10], по признаку отделения полезного ископаемого от массива [11], по признаку порядка выемки полезного ископаемого в пределах выемочного поля или этажа [12].

Перечень вышеназванных классификаций показывает, что в основу разделения систем на классы положены наиболее важные признаки, характеризующие системы разработки. Это является первым требованием построения классификации, т.е. в основу разделения систем на классы, классов - на группы, а групп - на виды и т.д. должны быть положены принципы, вытекающие из отбора немногих, наиболее важных признаков, характеризующих системы разработки.

2. В основу для разделения класса систем на группы необязательно принимать один и тот же признак во всех классах.

3. Классификация не должна быть слишком обширной и разветвленной.

4. Классификация должна отражать переходные формы с одного класса в другой, т.е. предусматривается преемственность классификации.

Пятое требование предусматривает возможность включения в классификацию вновь появившихся систем разработки.

Следующее, последнее требование рекомендует избегать как создания новых искусственных наименований систем, так и использования местных названий и терминов.

Рассмотрим отдельные более широко известные классификации рудных месторождений.

1.4.3. Классификация Мак Клеланда, основанная на признаке поддержания очистного пространства

Впервые опубликована в 1927 году в справочнике Пиля в США и имеет шесть классов:

I. Открытые забои

1. Хищническая разработка неправильными штреками.
2. Сплошная выемка.
3. Сплошная выемка пологопадающих пластов.
4. Камерно-столбовая выемка пологовых залежей.
5. Открытые почвоуступные забои в узких жилах.
6. Подземная разработка воронками (Глори-Холл).
7. Открытые почвоуступные забои в мощных жилах.

8. Открытые потолкоуступные в узких жилах забои.
9. Камерно-столбовая выемка.
10. Выемки пологопадающими штреками.

II. Закрепление забоя

1. Метод разработки квадратными складами.
2. Слойная выемка по способу Митчеля.
3. Разные системы разработки с креплением.

III. Заложенные забои

1. Метод горизонтальных потолкоуступных забоев с закладкой в узких забоях.
2. Метод горизонтальных потолкоуступных забоев с закладкой в мощных залежах.
3. Поперечный метод.
4. Заложенные диагональные забои.

IV. Забои с магазинированием.

1. Забои с магазинированием.

V. Методы с обрушением

1. Слойное обрушение.
2. Слойное обрушение на железных рудниках.
3. Слойное обрушение на нежелезных рудниках.
4. Наклонное слойное обрушение.
5. Подэтажное обрушение.

VI. Комбинированные методы.

Достоинства классификации Мак-Клеланда:

1. Правильно выбран основной признак - признак способа поддержания выработанного пространства в процессе выемки.
2. Ее методические основы использования многими специалистами как у нас, так и за рубежом.
3. Внесен значительный вклад в развитие классификации систем разработки рудных месторождений.

На наш взгляд, классификация имеет следующие недостатки:

1. Названия отдельных групп не совсем точные (например, "неправильными штреками").
2. Имеются повторные названия (открытые забои - 3 раза, сплошные забои - 2 раза, слойные системы - 3 раза), что делает клас-

сификацию несовершенной и громоздкой.

3. Дифференциация классов систем разработки на группы, а группы на виды произведено не совсем точно и убедительно.

1.4.4. Классификация М.И. Агошкова (1949 г.) [2]

Таблица 1

Классификация М.И. Агошкова

Класс	Наименование класса	Группа	Наименование группы
I	Система с открытым очистным пространством	1	Почвоуступные системы разработки.
		2	Потолкоуступные системы разработки.
		3	Системы со сплошной выемкой.
		4	Камерно-столбовые системы.
		5	Система с подэтажной выемкой
		6	Система с этажно-камерной выемкой
II	Системы разработки с магазинированием руды	7	Система с потолкоуступной и шпуровой отбойкой руды
		8	Система с магазинированием скважин отбойкой
III	Система разработки с закладкой	9	Горизонтальными слоями с закладкой
		10	Наклонными слоями с закладкой
		11	Сплошные системы с закладкой
IV	Системы разработки с креплением очистного пространства	12	Системы разработки с распорной крепью
		13	Системы разработки со станковой крепью
V	Система разработки с креплением и закладкой очистного пространства	14	Система разработки горизонтальными слоями с креплением и закладкой
		15	Система разработки со станковой крепью и закладкой
VI	Система разработки с обрушением вмещающих пород	16	Система слоевого обрушения
		17	Столбовые и сплошные системы с обрушением кровли
VII	Система разработки с обрушением руды и вмещающих пород	18	Система подэтажного обрушения а) с применением древесного мата б) без древесного мата
		19	Система этажного самообрушения
		20	Система этажного принудительного обрушения
VIII	Комбинированные системы разработки	21	Комбинированные системы разработки с выемкой камер открытым очистным пространством
		22	Комбинированные системы с выемкой камер с закладкой

Достоинства классификации академика М.И. Агошкова заключаются в том, что:

- 1) сделан четкий переход от класса к классу;
- 2) в классификации соблюден принцип преемственности;
- 3) главный учитываемый признак - поддержание очистного пространства - соблюден во всех классах.
- 4) классификация охватывала все системы разработки, имевшиеся в то время.
- 5) в классификацию можно вместить вновь появившиеся системы разработки.
- 6) классификация является простой и удобной в применении, Эти и другие достоинства позволили классификации систем разработки просуществовать более пятидесяти лет. По этой классификации учились многие поколения специалистов горного производства и она послужила базовой основой многих последующих классификаций. Однако современным требованиям эта классификация уже не отвечает и для выбора систем разработки с применением ЭВМ она служить не может.

1.4.5. Классификации Ч. Рейта [13], Н.И. Трушкова [14] и В.Р.

Именитова [15] имеют много общего и основаны на признаке способа поддержания выработанного пространства. Поэтому рассмотрим лишь классификацию проф. В.Р. Именитова [15].

Достоинства классификации В.Р. Именитова:

1. Простота первичной группировки системы.
2. Сравнительная подробность классификации по признаку поддержания очистного пространства.

3. В классификациях учтены вновь появившиеся системы.

На наш взгляд, классификация имеет следующие недостатки:

1. Классификация не создает ясности в пространственном расположении и последовательности проведения подготовительно-нарезных выработок.
2. Не соблюдена хронологическая последовательность появления систем. Так, система разработки с закладкой расположения впереди систем с креплением. Системы этажного обрушения приводятся раньше подэтажного обрушения. Это является существенным недостатком, так как нарушается материалистический закон познания: от простого к сложному, закон перехода количества в качество; не соблюдены преемственность перехода от класса к классу, от групп к подгруппам.

Таблица 2

Классификация В.Р. Именитова [4]

Класс		Группа	Система разработки	
I	Система с естественным поддерживанием очистного пространства	А. Системы с естественным поддержанием очистного пространства и механизированной доставкой в нем руды Б. Система естественного поддержания очистного пространства и самотечной доставкой в нем руды	1	Сплошная
			2	Камерно-столбовая
			3	Этажно-камерная
			4	С подэтажной отбойкой
			5	С отбойкой из магазина
			6	Потолкоуступная с крепью
II	Система с обрушением вмещающих пород	А. Система этажного обрушения Б. Система подэтажного обрушения	1	Этажное принудительное обрушение со сплошной выемкой
			2	Этажное принудительное обрушение со сплошной выемкой
			3	Этажное самообрушение
			4	Этажное самообрушение
			5	Подэтажное обрушение с торцевым выпуском
			6	Подэтажное обрушение с донным выпуском
III	Система с искусственным поддерживанием очистного пространства	А. Система с закладкой Б. Система с креплением В. Система с креплением и последующим обрушением	1	Однослойная выемка с закладкой
			2	Горизонтальные слои с закладкой
			3	Наклонные слои с закладкой
			4	Системы разработки тонких жил с раздельной выемкой
			5	Нисходящая слоевая выемка с твердеющей закладкой
			6	С усиленной распорной крепью
			7	Со станковой крепью
			8	С крепежными рамами
			9	Однослойная выемка с обрушением кровли
			10	Слоевое обрушение

1.4.6. Бинарная общая классификация систем подземной разработки твердых полезных ископаемых
проф. О. А. Байконурова

Первичные группы - типы и подтипы систем выделены по их основным прямым признакам - по типу фронта работы этажа: сплошные,

камерные, блоковые и комбинированные.

По классификационной вертикали расположены группы (классы) по признакам заполнения выработанного пространства.

В таблице 3 приводится полное название системы разработки и отдельные буквенные знаки - символы (сокращенное название видов систем).

Так, систему разработки, обозначенную символами А]-I-РФ-1, автор называет так: "безэтажно-сплошные системы разработки с открытым очистным пространством, и расширяющимся фронтом очистных работ". Система Аз-УП-ЭМ - этажно-сплошная система-разработки. Оригинальности классификации можно приписать следующие достоинства:

1. Бинарная общая классификация является новой как по своему содержанию, совокупности основных признаков, так и логическому строению.
2. Сделана успешная попытка создать единую классификацию систем разработки для всех твердых полезных ископаемых.
3. При классификации систем учтены 2 основных признака: тип фронта работы этажа и признак заполнения выработанного пространства.
4. Классификация позволяет внести в нее вновь появившиеся системы разработки.
5. Предложенные буквенные и цифровые обозначения облегчают работу на ЭВМ создания информационно-классификационной карты по системам разработки твердых полезных ископаемых.
6. Бинарная общая классификация О.А. Байконурова внесла значительный научный вклад в развитие горной науки.

К недостаткам рассмотренной классификации, на наш взгляд, относится следующее:

1. В классификацию не следовало бы включать системы угольных месторождений.
2. Следовало бы в классификации учесть только системы рудных и россыпных месторождений.
3. Эти два недостатка привели к третьему: громоздкости вследствие ее детализации. Это и явилось одной из причин ее нераспространения: угольщики не признают системы рудных месторождений, а рудо-угольных, т.е. ее (классификацию) постигла такая же участь, как единые классификации Л.Д. Шевякова, Ш.Н. Мамедова [17], Г.А. Цуликidзе.

Контрольные вопросы:

1. Принцип построения классификации
2. Понятие «Системы разработки»
3. Требования, предъявляемые к классификации
4. Классификация Мак Клеланд

камерные, блоковые и комбинированные.

По классификационной вертикали расположены группы (классы) по признакам заполнения выработанного пространства.

В таблице 3 приводится полное название системы разработки и отдельные буквенные знаки - символы (сокращенное название видов систем).

Так, систему разработки, обозначенную символами А]-I-РФ-I, автор называет так: "безэтажно-сплошные системы разработки с открытым очистным пространством, и расширяющимся фронтом очистных работ". Система Аз-УП-ЭМ - этажно-сплошная система-разработки. Оригинальности классификации можно приписать следующие достоинства:

1. Бинарная общая классификация является новой как по своему содержанию, совокупности основных признаков, так и логическому строению.
2. Сделана успешная попытка создать единую классификацию систем разработки для всех твердых полезных ископаемых.
3. При классификации систем учтены 2 основных признака: тип фронта работы этажа и признак заполнения выработанного пространства.
4. Классификация позволяет внести в нее вновь появившиеся системы разработки.
5. Предложенные буквенные и цифровые обозначения облегчают работу на ЭВМ создания информационно-классификационной карты по системам разработки твердых полезных ископаемых.
6. Бинарная общая классификация О.А. Байконурова внесла значительный научный вклад в развитие горной науки.

К недостаткам рассмотренной классификации, на наш взгляд, относятся следующее:

1. В классификацию не следовало бы включать системы угольных месторождений.
2. Следовало бы в классификации учесть только системы рудных и россыпных месторождений.
3. Эти два недостатка привели к третьему: громоздкости вследствие ее детализации. Это и явилось одной из причин ее нераспространения: угольщики не признают системы рудных месторождений, а рудо-угольных, т.е. ее (классификацию) постигла такая же участь, как единые классификации Л.Д. Шевякова, Ш.Н. Мамедова [17], Г.А. Цуликидзе.

Контрольные вопросы:

1. Принцип построения классификации
2. Понятие «Системы разработки»
3. Требования, предъявляемые к классификации
4. Классификация Мак Клеланд

Таблица 3

Полное название систем разработок и отдельные буквенные знаки - символы

Группировка систем по признакам типа фронта работы этажа	Группировка систем по признакам заполнения выработанного пространства (классы)							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	С открытым Выработанным пространством	С частичной закладкой	С закладкой	С креплением	С креплением и закладкой	С обрушением	С частичным обрушением	С плавным опускание у кровли
	Виды и разновидности систем по признакам	последовательности выемки и типа этажа						
Сплошные системы А. Безэтажно-сплошные системы разработки А. Этажно-сплошные системы разработки	АМ-РФ-I						А2-VII-ЭМ	
Б. Камерные Б ₁ . Разработка одинарными камерами Б ₂ . Панельно-камерные системы Б ₃ . Этажно-камерные								

Продолжение табл. 3

В. Боковые системы									
В ₁ . Разработка длинными блоками									
В ₂ . Разработка короткими блоками									
В ₃ . Разработка узкими блоками									
В ₄ . Разработка блоками									
Г. Комбинированные системы									

757682

Қ. И. Сәтбаев атындағы
Қаз ҰТУ 17
ҒЫЛЫМИ КІТАПХАНАСЫ

1.4.7. Единая классификация систем подземной разработки рудных месторождений, основанная на признаке способа управления горным давлением [19]

В 1979 г. бывшим Министерством цветной металлургии СССР и Госгортехнадзором СССР утверждена новая классификация [19]. В качестве единой классификации систем разработки рудных месторождений рекомендована классификация, в основу которой положен способ управления горным давлением (табл.4).

Большим достоинством данной классификации является ее простота и компактность. Основной признак - способ управления горным давлением просматривается как в основных классах, так и в группах. Плавность перехода с одного класса в другой явно заметен. В классификацию включены новые системы. Так, система разработки с доставкой руды силой взрыва долгое время относилась к третьей группе первого класса. Теперь же она занимает пятое место в первом классе. Это отражает требование времени, так как она (система) находит все большее и большее применение. Из классификации исключены системы этажного и подэтажного самообрушения. Это тоже правильно. В настоящее время эти системы разработки на практике не применяются.

Таблица 4

№ п/п	Класс	№	Система
I	Системы с открытым выработанным пространством	1	Сплошная
		2	Потолкоуступная
		3	Камерно-столбовая
		4	Подэтажных штреков (ортов)
		5	С доставкой руды силой взрыва
		6	Этажно-камерная
II	Система с магазинированием	7	С магазинированием руды блоками
		8	С магазинированием отбойкой руды глубокими скважинами
III	Система с закладкой	9	Горизонтальных слоев с закладкой
		10	Сплошная с однослойной закладкой
		11	Столбовая с однослойной выемкой и закладкой
		12	С камерной выемкой и закладкой
IV	Система с креплением	13	С распорной крепью
		14	С крепежными рамами
		15	Сплошная с однослойной выемкой и креплением
		16	Столбовая с однослойной выемкой и креплением

Продолжение табл. 4

№ п/п	Класс	№	Система
V	Система с обрушением	17	Слоевого обрушения
		18	Столбовая с обрушением налегающих пород
		19	Подэтажное обрушение
		20	Этажное обрушение
VI	Комбинированные системы разработки	21	С креплением и магазинированием руды
		22	С креплением и закладкой
		23	С магазинированием руды и обрушением

Как недостаток можно отметить следующее.

1. Такой системы разработки как "потолкоуступная" (I - класс, 2-группа) отдельно на практике не существует. Слово "потолкоуступная" обозначает форму очистного забоя. Потолкоуступную форму забоя при открытом выработанном пространстве при мощности залежи свыше 1,5 м применить нельзя. Для крутопадающих жил мощность 0,4–1,2 м потолкоуступная форма забоя приемлема только тогда, когда имеется рабочая платформа типа полка, укрепленного на распорной крепи. Ее следовало бы назвать "потолкоуступная система разработки с распорной крепью".

2. По тем же причинам трудно согласиться с названием системы первой группы четвертого класса: "с распорной крепью". Распорная крепь применима только для крутопадающих жил мощность 0,2–1,5 м, редко 1,5–2,5 (3) и с определенной формой очистного забоя, при таких как сплошная или потолкоуступная формы забоя. Поэтому выделять ее отдельно не следовало бы.

3. Известно, что такие системы разработки как столбовая с однослойной выемкой и закладкой, столбовая с однослойной выемкой и креплением при разработке рудных месторождений не применяются. Они применяются чрезвычайно редко, при подземной разработке россыпных месторождений, т.е. в рассматриваемую классификацию они не вписываются.

4. До последних 15–20 лет во многих классификациях систем подземной разработки рудных месторождений [2], [5], [6], [20] присутствовала система разработки с почвоуступной выемкой. В настоящее время ее убрали, хотя как форма очистного забоя она присутствует во многих системах (сплошная, камерно-столбовая, панельно-столбовая, с магазинированием руды и др.). Поэтому как отдельную систему разработки ее следовало бы оставить в классификации.

5. Первую группу первого класса - сплошную систему разработки можно применить при горизонтальном или пологом залегании с мощно-

стью рудного тела 1,2-3 (5) м. При мощности свыше 3 (5) м сплошные делятся на почвоуступные забои. Поэтому в классификации следовало бы учесть и эту систему разработки,

6. Отсутствие буквенных или цифровых символов затрудняет использовать классификацию при выборе систем разработки.

С учетом вышеизложенного при разработке рудных месторождений подземным способом можно рекомендовать следующую классификацию систем разработки.

1.4.8. Рекомендуемая классификация систем подземной разработки рудных месторождений, основанная на признаке поддержания выработанного пространства (табл.5)

Таблица 5

№ п/п класса	Классы	№ группы	Системы
Первый класс	Система с открытым очистным пространством ООП	ООП-1 ООП-2 ООП-3 ООП-4 ООП-5 ООП-6 ООП-7 ООП-8	Почвоуступная Потолкоуступная с распорной крепью Сплошная Сплошная с почвоуступной выемкой Камерно-столбовая Подэтажных штреков С доставкой руды силой взрыва Этажно-камерная
Второй	Система с магазинированием	М-1 М-2	С магазинированием руды блоками С магазинированием и отбойкой руды глубокими скважинами
Третий	Система с закладкой	3-1 3-2 3-3	Горизонтальных слоев с закладкой Сплошная с однослойной выемкой С камерной выемкой и закладкой
Четвертый	Система с креплением	Кр-1 Кр-2	С крепежными рамами Сплошная с однослойной выемкой и креплением
Пятый	Система с обрушением	0-1 0-2 0-3 0-4	Слоевого обрушения Столбовая с обрушением налегающих пород Подэтажное обрушение Этажное обрушение
Шестой	Комбинированные системы	К-1 К-2 К-3	С креплением и магазинированием руды С креплением и закладкой С магазинированием руды и обрушением

2. КЛАССЫ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ

2.1. ПЕРВЫЙ КЛАСС. СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ С ОТКРЫТЫМ ОЧИСТНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ

2.1.1. Общие положения

При всех группах этого класса очистное пространство не крепится, не закладывается и не обрушается, а оставляется, поддерживается различными видами постоянных и временных целиков. Применяемая при некоторых системах крепь является временной или служит рабочей платформой.

К породам кровли висячего и лежащего бока предъявляются особые требования: вмещающие порода должны быть от устойчивых до весьма устойчивых, допускавших значительное обнажение. Мощность и угол падения рудных тел может быть любой. Руда любой ценности. Не рекомендуется применение систем этого класса на больших глубинах. Почти при всех группах этого класса возможно применение высокопроизводительного добычного оборудования. За исключением ООП-1 и ООП-2 все группы систем считаются эффективными. Системами разработки этого класса в настоящее время добывается около 30% железных руд (ООП-6 и ООЕИ-8) и 30-35 % руд цветных металлов.

2.1.2. Почвоуступная система разработки

Сущность системы разработки заключается в том, что месторождение или рудничное поле, подготовленное этажным способом, разделяется на отдельные выемочные блоки, запасы руды которых отрабатываются почвоуступным забоем с мелкошпуровой отбойкой с частичной доставкой руды силой взрыва и ручной перекидкой и управлением кровли междуэтажными целиками.

Условия применения. Руда и вмещающие породы устойчивые и весьма устойчивые. Мощность рудного тела 1,2–3 м. Угол падения крутой. Руда - ценная и весьма ценная. Глубина разработки до 400–500 м.

Параметры системы разработки: длина блока – 25–30 м, высота блока 20-30 м, ширина блока равняется мощности рудного тела, ширина уступа 1,5-1,8 м, высота 2-5 м. Длина равняется длине блока (рис. 1).

Подготовительные работы начинаются с проходки откаточного и вентиляционного штреков и завершаются проходкой центрального рудоспуска. Нарезные работы начинаются и завершаются расческой первого от рудоспуска уступа.

Очистные работы. Отбойке руды производится шпурами, глубиной, равной высоте уступа. Шпуры бурят тяжелыми ручными перфораторами вертикально сверху вниз, используя вес перфоратора. Сетка шпуров $0,7 \times 0,8$; $0,8 \times 0,8$; $0,8 \times 0,9$, редко $0,8 \times 1,0$ м. После ручного заряжения производят электровзрывание шпуров. При этом часть руды (с первых уступов 65-70 и последующих 35-40 %) силой взрыва доставляется до рудоспуска. Оставшаяся руда вручную перекидывается в рудоспуск. Иногда бывает двойная, тройная перекидка с уступа на уступ, что увеличивает трудоемкость процесса. По этой причине параметры блока незначительные.

Технико-экономические показатели. Производительность труда бурильщика - 40-50 т/см, забойного рабочего 4-6 т/см. Себестоимость 1 т руды по системе (франко-люк) - 2400 тенге. Потери 3-5 %, разубоживание 3-5 %, расход ВВ - 0,55-0,60 кг/т. Объем подготовительно-нарезных выработок на 1000 т извлекаемых запасов - 1, 5-2 п. м. /1000 т.

Достоинства системы разработки заключаются в том, что она имеет малые потери, малое разубоживание, малый объем подготовительно-нарезных работ и хорошие условия проветривания,

К недостаткам системы следует отнести большую трудоемкость по перекидке руды с уступа на уступ, малую производительность труда забойного рабочего и опасные условия ведения очистных работ.

Систему следует совершенствовать в направлении широкого применения малогабаритного добычного оборудования.

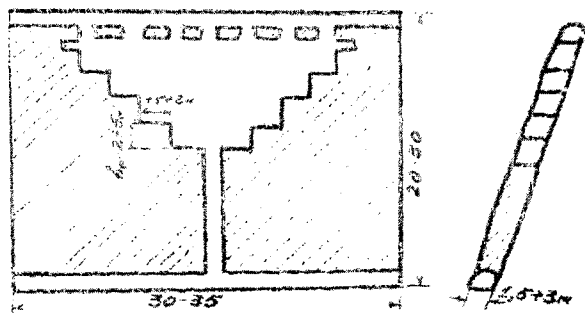


Рис.1. Почвоуступная система разработки

2.1.3. Потолкоуступная система разработки с распорной крепью

Сущность системы заключается в том, что месторождение или

рудничное поле, подготовленное этажным способом, разделяется на отдельные выемочные блоки, запасы руды в которых отрабатываются камерами с мелкошпуровой отбойкой и самотечной доставкой руды и управлением кровли открытым очистным пространством.

Распорная крепь частично выполняет роль крепежного материала, но основные ее функции заключаются в создании рабочей платформы, выполненной в виде рабочего полка, укладываемого на деревянные распорки.

Условие применения. Руда и вмещающие породы устойчивые и весьма устойчивые, крепкие. Угол залегания крутой. Мощность рудного тела от 0,2 м до 1,2 м. Систему можно применять и при мощности 2; 2,5 и 3 м, но эффективность системы падает за счет роста трудоемкости установки распорки и возрастания вероятности поломки распорок.

Параметры системы (рис. 2): длина блока 40-50 м, высота блока 30-50 м, ширина блока - минимальная 0,3 м, максимальная 2,5-3 м. Оптимальная ширина блока 1,1-1,2 м. Высота уступа 1,8-2 м, этой же величине равняется расстояние между рядами распорок, по вертикали. Расстояние между распорками в ряду 0,8-1,0 м. Длина уступа от 5 до 15 м, чаще 5 м. Глубина шпура равняется высоте уступа.

Подготовительными работами являются проходка откаточных и вентиляционных штреков, двух блоковых восстающих.

Нарезные работы могут проводиться двумя способами.

При первом способе над рудным откаточным штреком оставляется надштрековый целик высотой 2,5-6 м. Первая нарезная выработка, проводимая в надштрековом целике - это рудоспуск (выпускная воронка). Расстояние между рудоспусками 6-8 м. Подсечной штрек, проводимый над уровнем верхней части рудоспуска (приемных воронок), представляет вторую нарезную выработку в блоке. Размеры ее: высота 1,8-2 м, ширина равняется ширине блока, длина подсеченного штрека равна длине блока. Последняя, третья нарезная выработка, как бы являясь началом развития очистных работ, представляет собой оформление первого уступа над подсечным штреком.

При втором способе проходку рудного откаточного и подсечного штреков совмещают и проходят высотой 4,5-5 м. Данный штрек делят на два штрека. Первый из них является откаточным, второй - подсечным. Откаточный штрек закрепляют усиленными крепежными рамами, образуя через 6-8 м выпускные окна, так называемые "китайские окна".

Завершаются нарезные работы образованием первого выемочного уступа.

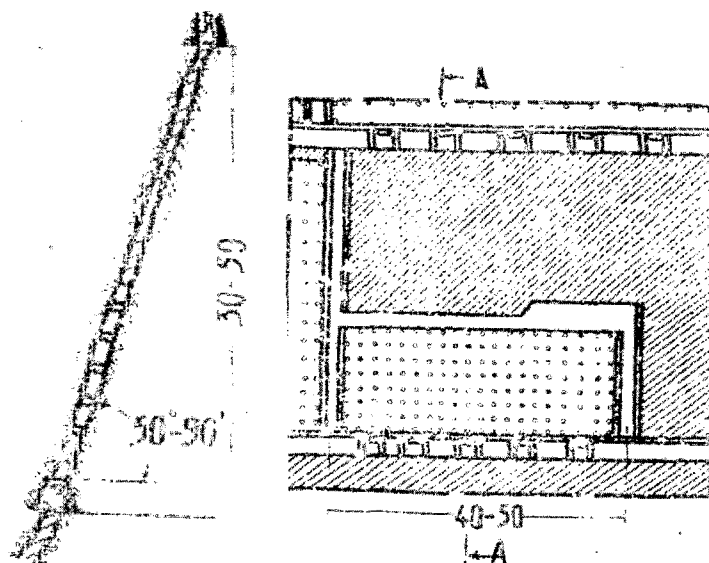


Рис.2. Потолкоуступная система разработки с распорной крепью

Очистные работы. Отбойку руда производят мелкошпуровым способом. На уступе вертикальные шпуры бурят телескопными перфораторами. Шпуры могут располагаться и горизонтально, тогда форма потолкоуступного забоя несколько отличается от формы забоя при бурении вертикальных шпуров (рис. 3) горизонтальные шпуры глубиной 1,8– 2 м бурят с временных потолков, укладываемых на распорную крепь. Перед взрывом полки убирают.

Проветривание забоя осуществляется свежей струей воздуха, поступающего с откаточного штрека через восстающий. Загрязненная струя выдается через второй восстающий и вентиляционный штрек на вентиляционный ствол.

Доставка руда не представляет затруднений. Отбитая руда до откаточного штрека перемещается силой собственного веса. При падении руды отдельные куски нарушают и ломают распорную крепь. Объем нарушений и поломок составляет 15-25 % а для их восстановления держат специальных крепыльщиков, что приводит к повышению себестоимости руды и снижению производительности труда забойного рабочего. Для снижения объема поломок распорок устраивают короткие наклонные настилы - решетки, которые смягчают удары падающих кусков руды.

Для установки распорок между висячим и лежащим боками с помощью легких ручных перфораторов проделывают лунки глубиной 5-10 см, один конец распорки расклинивают двумя деревянными клиньями с целью обеспечения их устойчивости.

При наличии подрывки боковых пород разубоживание доходит до 66 % (опыт работы рудника Бестюбе). При нормальной мощности ($m = 1,1-1,3$ м) показатель разубоживания составляет 15-18 % за счет вывала пород висячего бока.

Технико-экономические показатели. Производительность труда бурильщика - 90-100 т/см. Производительность труда забойного рабочего - 4-6 т/см. Себестоимость по системе - 10-12 руб/т. Потери - 2-3 %, разубоживание - 15-66 %. Расход ВВ на 1 т руды - 0,45-0,56 кг/т. Расход подготовительно-нарезных выработок - 0,5-1,5 п.м. на 1000 т. Расход леса - 0,06-0,12 м³/т.

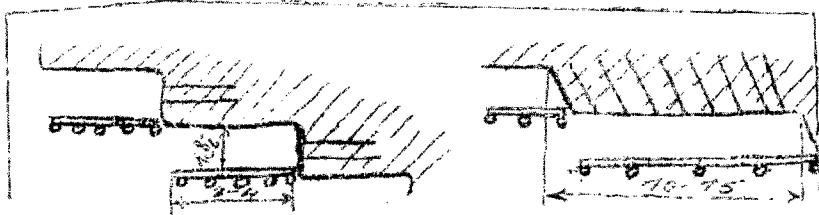


Рис.3. Расположение шпуров на уступах

К достоинствам системы следует отнести малые потери руды, малый объем подготовительно-нарезных работ, хорошие условия проветривания и гибкость самой системы.

Малая производительность труда забойного рабочего, большая трудоемкость крепежных работ, большой расход лесоматериалов, большая опасность ведения очистных работ делают систему, неперспективной и малоэффективной.

В будущем от этих групп системы следует отказаться, заменив их системами разработки с механизированной очистной выемкой с отбойкой жил скважинами малого диаметра из восстающих, используя проходческо-очистной комплекс машин с монорельсовым перемещением типа КОВ-25 [28], [33] или полук комплекса "Тамрок-Вискария" [29]. На этом полке смонтирована бурильная установка с гидроперфоратором на гидравлическом цепном податчике. Установка снабжена кассетой магазином для размещения 27 штанг длиной 51 см каждая, что позволяет бурить скважины длиной 20 м. Наращивание бурового

става проходит без участия оператора. Бурильная установка работает в автоматическом режиме (рис.4).

Контрольные вопросы.

1. Единая классификация
2. Система с открытым очистным пространством
3. Системы с магазинированием руды

2.1.4. Сплошная система разработки

К сплошным системам разработки относятся такие системы, при которых перед развитием очистных работ подготовительно-нарезные выработки не проводятся, а если и проводятся, то незначительной длины для маневровых транспортных работ. Фронт очистных работ представляется сплошной линией забоя. В качестве примера рассмотрим сплошную систему, применявшуюся на рудника "Бракпан" (Южная Америка, Восточный ранд). На рис. 5 показана сплошная система разработки с лавообразным забоем, сущность которой заключается в том, что месторождение или рудничное поле, подготовленное панельным способом, разделяется на отдельные выемочные панели, запасы руды в которых отрабатываются с мелкошпуровой стойкой из лабообразных забоев с ручной погрузкой и доставкой вагонетками и управлением кровли нерегулярно оставляемыми рудными целиками и костровой крепью.

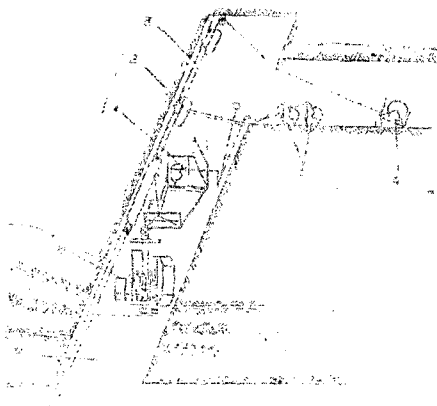


Рис. 4. Очистной полук Тамрок-Вискария» (Финляндия):

- 1 - рабочая платформа; 2 - лифтовый подъемник; 3 - монорельс; 4;5 - кабельные подъемная лебедка; 6 - скважины; 7 - восстающий; 8 бурильная установка

Породы кровли должны быть устойчивые и весьма устойчивые, допускающие обнажение кровли свыше 800 м^2 . Наилучшая мощность рудного тела $1,5-1,8 \text{ м}$, угол падения от горизонтального до пологого. Подготовительные работы заключаются в проходке двух откаточных штреков нарезные работы совмещены с очистными работами и заключаются в проходке разрезного штрека от нижнего панельного штрека. К верхнему панельному штреку. В разрезном штреке укладывается временная узкоколейка, от которой через каждые $10,5 \text{ м}$ к очистному забою укладывается временный рельсовый путь. Таким образом, в лаве длиной 200 м работают девятнадцать звеньев по два человека в каждом звене. Отбойку руды производят мелкошпуровым способом, пробуриваемую вручную колонковым перфораторами. Отбитую руду вручную грузят в вагонетки, которые вручную откатываются до узкоколейки, и по ней она лебедкой опускается на нижний штрек и поднимается на верхний штрек. Целики оставляют нерегулярно по возможности из бедных руд. Кровлю дополнительно поддерживают костровой крепью.

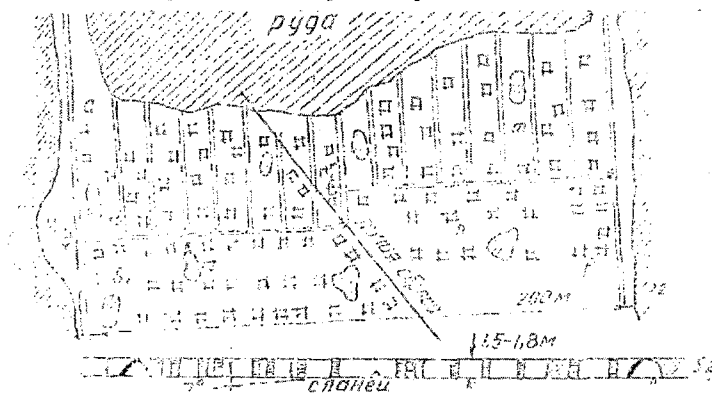


Рис. 5. Плоская система разработки с открытым выработанным пространством и выемкой лавой - этаж, примененная на руднике «Бракпан» (Южная Африка) при разработке пологопадающих золоторудных жил: С - уклон- М - лебедка; S_1 - верхний штрек; S_2 - нижний штрек; т - рельсовый путь; п - поддерживающий целик; р - костровая крепь; а, в - линия забоя

Производительность труда бурильщика $70-80 \text{ т/см}$, производительность труда забойного рабочего $8-10 \text{ т/см}$. себестоимость руды по системе $1350 \div 1380 \text{ тен/т}$, потери разубоживание $5-6\%$ расход ВВ на 1 т руды в пределах $0,55-0,65 \text{ кг}$, расход леса $0,08-0,1 \text{ м}^3/\text{т}$.

Малые потери и разубоживание руды большой фронт очистных

работ являются достоинством системы. Однако большой объем ручных работ по отбойке, погрузке, откатке и укладке костров делают систему малоэффективной. Систему разработки можно совершенствовать, широко применив малогабаритное добычное оборудование.

2.1.5. Сплошная система разработки для наклонных залежей

Месторождение или рудное поле, подготовленное этажным способом отрабатываемой в отступающем порядке сплошной лавообразной формой забоя с мелкошпуровой отбойкой и скреперной доставкой руды и управлением кровли нерегулярно оставляемыми рудными целиками.

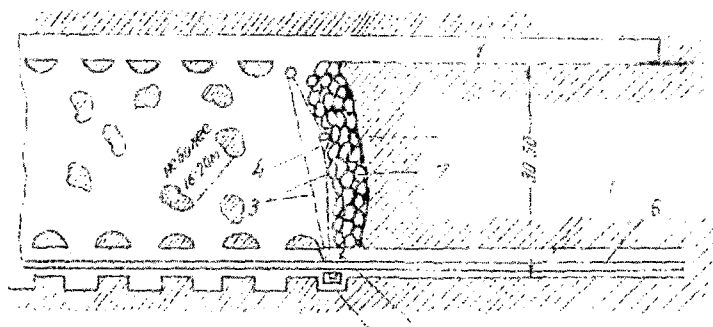


Рис. 6. Сплошная система разработки с открытым выработанным пространством и выемкой лавой - этаж, примененный при разработке наклонных месторождений:
1 - рудный штрек; 2 - двухбарабанная скреперная лебедка; 3 - скреперные канаты;
4 - скрепер; 5 - скреперный полог; 6 - рельсовый путь; 7 - забой-лава

Условия применения. Налегающие породы кровли устойчивые и весьма устойчивые, угол падения 18-35°. Мощность рудного тела 1,5-1,8 м. По ценности руда средней и ниже средней ценности.

Высота этажа 30-50 м. Длина лавы при рассматриваемом варианте сплошной системы разработки равняется высоте этажа. Проходка двух этажных штреков - откаточного и вентиляционного служат для транспорта-маневровых работ и вентиляции. Одна единственная нарезная выработка -отрезной восстающий является и началом развитие очистных работ. Отбойка руды производится шпурами глубиной 1,8-2,5 м. Сетка шпуров 0,7х0,8; 0,8-0,8; 0,8х0,9 м. В центре лавы образуют пирамидальный вруб, который взрывается на несколько мили секунд раньше, чем отбойные и периферийные шпуры. Все шпуры взрывают-

ся одновременно по всей длине лавы. Руду через скреперные полки скреперной лебедкой доставляют до вагонеток.

Кровлей управляют надштрековыми, подштрековыми и нерегулярно оставляемыми целиками.

Производительность труда забойного рабочего 10-12 т/см, себестоимость 1 т руды по система 1240-1260 тенге, потери и разубоживание 8-10 %. Расход ВВ 0,55-0,65 кг/т. Расход леса отсутствует. Очень низкий объем подготовительно-нарезных работ.

Малые потери и разубоживание, отсутствие подготовительно-нарезных выработок делают систему разработки эффективной. Однако наличие рудного труда по отбойке руды и систематическая тщательная сборка кровли, которую также производят вручную, снижают общую эффективность системы разработки.

Пути совершенствования системы заключаются в широком применении высокопроизводительного добычного.

2.1.6. Сплошная система разработки с почвоуступной выемкой

Отдельная обособленная залежь отрабатывается прямым ходом сплошным почвоуступным забоем со шпуровой отбойкой ручной погрузкой и электровозной откаткой и укреплением кровли нерегулярно оставляемыми рудными целиками (рис. 7).

Условие применения те же, что и для всех сплошных систем: устойчивая и весьма устойчивая порода, особенно порода кровли, горизонтальный и пологий угол залегания. Мощность рудного тела 5-6 м.

Параметры системы зависят от характеристики отдельной залежи, но длина и ширина залежи не должны превышать 250-300 м, т.к. для отработки залежей со значительными размерами требуется значительное время, что может привести к вывалам и обрушению пород кровли.

Подготовительно-нарезные выработки отсутствуют. Очистные работы начинаются сразу у околоствольного двора и по мере продвижения очистных работ фронт их расширяется. В зависимости от мощности количество почвоуступных забоев может быть один или два (рис. 7).

Отбойку руды производят колонковыми перфораторами. Глубина шпуров в зависимости от высоты уступа может быть 1,8-2,0 м. Сетка шпуров 0,7-0,8; 0,8х0,8 и 0,8х0,9. Отбитую руду вручную грузят в вагоны, которые электровозом доставляют до ствола шахты.

Производительность труда забойного рабочего достигает всего 8-

10 т/см при себестоимости руды 1,50-1,80 -тен/т. Потери руды 6-8 %, разубоживание - в таких же пределах.

Достоинства система заключаются в широком фронте очистных работ, что дает возможность относительно интенсивно отработать запасы отдельных или обособленно залегающих рудных тел. Однако малая производительность труда забойного рабочего, большая себестоимость руды, необходимость в систематической и тщательной оборке кровли, а также трудные условия проветривания забоев снижают эффективность системы. Правда, применив высокопроизводительное самоходное добычное оборудование, на электроприводе этих недостатков можно избежать.

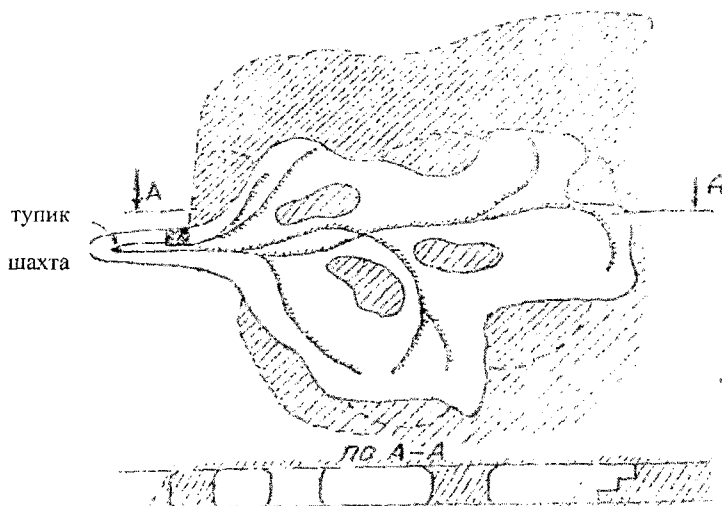


Рис. 7. Сплошная система разработки расширяющимся фронтом с выемкой почвоуступным забоем

2.1.7. Камерно-столбовая (панельно-столбовая) система разработки

В настоящее время известно значительное количество вариантов камерно-столбовых систем разработки. В третьей главе приведена сущность панельно-столбовой системы разработки. Сущность камерно-столбовой системы почти ничем не отличается от приведенной сущности. При тех и других системах рудничное поле готовится па-

нельным способом, отбойка руды производится шпурами. Если при панельно-столбовых погрузках и доставка руды производится только самоходным оборудованием, то при камерно-столбовых системах применяется как скреперная доставка (рис. 8, 9, 10), так и самоходное оборудование (рис. 11). В параметрах этих двух систем имеются различия. Если при панельно-столбовых системах ширина панели достигает 150 м, то ширина одной выемочной камеры может быть 15-20 м. В сороковых-пятидесятых годах, до появления высокопроизводительного самоходного добычного оборудования, преобладала камерно-столбовая система с ручным и колонковым бурением шпуров и скреперной доставкой. Широкое внедрение самоходного оборудования потребовало расширения фронта очистных работ в связи с чем возросла интенсивность очистной выемки. Параметры камерно-столбовых систем разработки оказались недостаточными, поэтому широко начались внедряться панельно-столбовые системы разработки (рис. 12), получавшие свое рождение от камерно-столбовых.

Условия применения этих двух систем аналогичные. Руды и вмещающие породы должны быть крепкими и устойчивыми. Особенно устойчивыми должны быть породы кровли. Угол падения залежи 0-12°, мощность 1,5-2,5 м. Руда средней и нижесредней ценности. Глубина разработки не свыше 400-500 м.

Параметры систем разработки - ширина камеры 15-20 м, ширина панели 100-150 м, длина камеры - 75-100 м, длина панели 150-400 м. Высота камеры равняется мощности залежи.

Подготовительно-нарезные работы рассмотрим на примере камерно-столбовой системы разработки (рис. 8). Проходка полевого откаточного штрека, рудоспуска и рудного штрека являются подготовительными выработками.

Проходка вентиляционного штрека (рис. 10) является также подготовительной работой. По середине будущей камеры над уровнем воронки рудоспуска проходят первую нарезную выработку, называемую рассечкой или ортиком. От конца этого ортика до кровли камеры пробивают отрезной восстающий. Он разделяется в отрезную цель, ширина которой 4,5-6 м. При мощности залежи 1,5-2 м выемка полезного ископаемого производится сплошным забоем. Когда мощность превышает 5-6 м, то нарезается один уступ (рис. 8, 1 стадия).

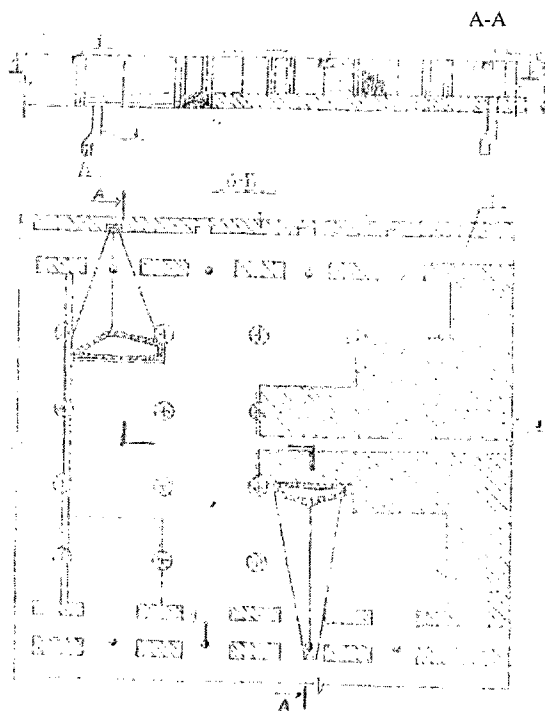


Рис. 10. Камерно-столбовая система разработки со скреперной доставкой при мощности до 9 м;

1 - панельный штрек; 2 - откачный штрек; 3 - вентиляционный штрек; 4 - рудоспуск

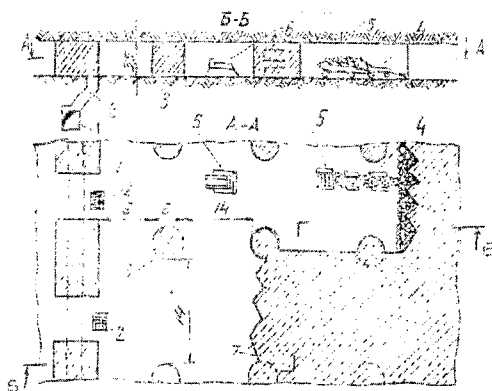


Рис. 11. Камерно-столбовая система разработки поперечными камерами с открытым выработанным пространством и выемкой зигзагообразным забоем:

1 - панельный откачный штрек (полевой); 2 - рудоспуски;
3 - опорные целики; 4 — самоходная погрузочная машина; 5 - самоходная вазонетка; 6 -бульдозер;
7 - шнуры

При мощности залежи 8-18 м проводят верхнюю подсечку высотой 5 м. Верхний слой опережает нижний уступ на 20-40 м (рис. 12). Верхняя подсечка позволяет вести опережающую установку штанговой крепи и обеспечивает еще одну дополнительную обнаженную плоскость. Верхнюю подсечку на 15-20 м опережает вентиляционный штрек, пройденный по кровле и середине панели. Образование и выемка уступа производится во вторую стадию (рис. 8). Очистная выемка заключается в отбойке и скреперной доставке руды. Шпуров бурят ручными и колонковыми перфораторами по сетке 0,7х0,7; 0,7х0,8; 0,8х0,8 м глубиной 1,8-2,5 м. Это при первых трех вариантах. При применении же самоходного оборудования (рис.10) шпуров бурят пневматическими и гидравлическими самоходными бурильными установками типа СБУ, УБШ, Максиматик, Мининатик, Минибур, (фирмы Тамрок). При механизированном зарядании шпуров гранулированными ВВ применяются порционные зарядчики ЗП-2 при мощности 1,5-5,0 м и машины для механизированного зарядания шпуров (ПМЗШ-2) при мощности свыше пяти метров.

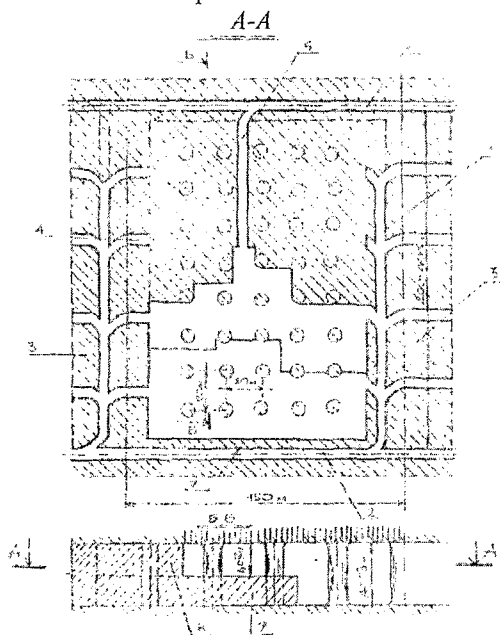


Рис. 12. Камерно-столбовая (панельно-столбовая) система разработки при мощности залежи 8-18 м: 1 - панельный штрек; 2 - откачный штрек; 3 - межпанельный целик; 4 - короткий орт; 5 - сборный вентиляционный штрек; 6 - панельный вентиляционный штрек; 7 - камерный целик; 8, 9 - верхний и нижний уступ

На погрузке и доставке руды в зависимости от мощности залежи применяются погрузочные машины типа ПНБ, экскаваторы, ковшовые погрузчики 9800 фирмы "Катепиллер" и погрузочно-доставочные машины. На доставке руды автосамосвалы МоАЗ-64011. Применяемые оборудования показаны в таблице 6.

Управление кровлей осуществляется междукамерными, барьерными, панельными и опорными целиками. Размеры целиков зависят от глубины разработки, типа и характеристики пород непосредственной кровли и могут колебаться в пределах от 0 до 12 м.

Таблица 6

Комплекс самоходного оборудования, применяемого при камерно-столбовой (панельно-столбовой) системе разработки в зависимости от мощности [21]

№ п/п	Наименование оборудования	Высота очистного забоя, м	
		3,5-5,0	5,0-7,0
1	Установка для бурения	СБШ-2Б, УБШ-322А	УБШ-532, максиматик
2	Оборудование для зарядания шпуров	Пневмозарядчик ЗП-2	Машина для зарядания (ПМЗШ-2)
3	Машина для погрузки руды	ПНБ-4	ПНБ-4 «Катерпиллер 980С» или ЭО-5112 ЭП-1
4	Транспортные средства	МоАЗ-6401	МоАЗ-6401
5	Машины для сборки и осмотра кровли	СП-8А, Унискейлер Т-3	СП-8А

Диаметр опорных целиков 3-6 м. Расстояние между целиками 12-20 м. Кроме того, камеры закрепляются железобетонной штанговой крепью, сталеполимерной штанговой (СПШ), комбинированной (железобетонные штанги с набрызгбетонной), набрызгбетонной, латексно-набрызгбетонной (ЛНБ) крепями. В зависимости от крепости пород непосредственной кровли сетка штанг колеблется 1,0х1,0 м, 1,2х1,2 м и 1,5х1,5 м глубиной от 2,0 до 2,5 м.

В связи с многообразием рассматриваемых систем разработки у них и технико-экономические показатели (ТЭП) отличаются между собою. Однако эта разница не превышает 15-20 %. Поэтому в таблице 7 приводятся укрупненные показатели по двум системам разработки.

К достоинствам камерно-столбовой (панельно-столбовой) систем, как видно из таблицы 7, можно отнести высокую суточную производительность систем разработки, производительность труда забой-

ного рабочего, относительно низкую себестоимость руды по системе. Суточная производительность при панельно-столбовой системе в 3-4 раза выше, чем при камерно-столбовой системе разработки, выше производительность забойного рабочего, а себестоимость несколько ниже. Объясняется это значительной величиной амортизационного отчисления при применении самоходного оборудования. Некоторый больший объем подготовительно-нарезных выработок при панельно-столбовой системе объясняется дополнительной проходкой сбоек (заездов), вентиляционного штрека по кровле камеры, а также уклонов и съездов в пределах шахтного поля. Большая производительность панельно-столбовой системы разработки объясняется широким фронтом очистных работ, что позволяет добиться значительной скорости продвижения очистных работ. Проведенные исследования показали, что скорость продвижения очистных работ находится в прямой зависимости от мощности залежи, о чем свидетельствуют следующие данные [22]:

$m = 1,5-3$	$V = 0,5-0,8$ м/см
$m = 3,0-6,0$ м	$V = 0,35-0,5$ м/см
$m = 6,0-12,0$ м	$V = 0,25-0,35$ м/см
$m = 12,0-15,0$ м	$V = 0,15-0,25$ м/см
$m > 15,0$ м	$V = 0,10-0,15$ м/см

Таблица 7

Технико-экономические показатели

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Система разработки	
			Камерно-столбовая	Панельно-столбовая
1	Суточная производительность камеры (панели)	т/сут	150-180	600-800
2	Производительность труда забойного рабочего	т/см	15-18	35-50
3	Себестоимость руды по системе	тен/т	0,4-0,9	1,10-1,40
4	Потери руды	%	15-18	15-18
5	Разубоживание руды	%	6-8	6-8
6	Расход ВВ на 1 т руды	кг/т	0,45-0,55	0,45-0,65
7	Расход подготовительно-нарезных выработок	п.м./ 1000т	10-12	12-16

На скорость продвижения очистных работ влияет также и длина доставки руды. Определение оптимальной длины доставки с приме-

ненном ЭВМ рекомендуется производству по минимальным приведенным затратам [23]. Недостатками рассматриваемых систем являются большие потери руды, доходящие до 35 % [24], большой объем подготовительно-нарезных работ, необходимость в постоянной и тщательной сборке кровли, трудные условия проветривания.

Дальнейшее совершенствование камерно-столбовых и панельно-столбовых систем может идти по пути широкого применения высокопроизводительного бурового оборудования с программным управлением и погрузочно-доставочных машин с электроприводом.

Контрольные вопросы

1. Сплошные системы
2. Камерно-столбовая система
3. ТЭП систем

2.1.8. Камерная система разработки для маломощных залежей

До настоящего времени для разработки маломощных залежей, типа Джезказганского месторождения, не существовало высокопроизводительной технологии очистной выемки. Это привело к тому, что запасы медных остродефицитных руд, расположенных в залежах мощностью 1,5-3 м теряются безвозвратно и народное хозяйство страны несет огромный ущерб от этих потерь. Наибольшее полное извлечение этих запасов является актуальной задачей и решение ее имеет большое практическое значение.

Патентный обзор показал, что в странах США, Великобритании, ФРГ, Канада, Франция, ЮАР и Японии также отсутствуют высокопроизводительные системы разработки для рассматриваемых условий.

Поэтому нами сделана попытка изыскать высокопроизводительную технологию очистной выемки маломощных залежей. С этой целью нами разработан и предложен производству вариант системы разработки с комбинированным управлением очистного пространства (рис. 13)

Сущность системы разработки заключается в следующем. Рудничное поле, подготовленное панельным способом, разделяется на выемочные панели, запасы руда в которых отрабатываются сплошным забоем о мелкошпуровой отбойкой, с применением вруба "звездочка" с погрузкой и доставкой самоходным погрузочно-доставочным оборудованием, креплением призабойного пространства штанговой крепью и закладкой выработанного пространства метательно-закладочной машиной и отработкой панельных целиков во вторую стадию. При этом

варианте системы разработки вся рудная залежь разбивается на панели длиной 400-600 м и шириной 50 м для удобства маневрирования оборудования и сокращения расходов по доставке руды от забоя к рудоспуску.

Предельный пролет панели определяется по формуле Терцаги [52], составляет 70 м, что является вполне достаточным при ширине панели 50 м.

По методике Л.Д. Шевякова [53] были найдены размеры панельного целика по формуле:

$$\frac{A}{\frac{R_{сж}}{Z \cdot \gamma \cdot m \cdot H} - \frac{\gamma_1 \cdot H}{\gamma \cdot H} - 1} = \frac{5000}{\frac{1200}{2 \cdot 2,6 \cdot 2 \cdot 300} - \frac{2,7 \cdot 300}{2,6 \cdot 300} - 1} = 7,5 \text{ м}$$

где А - 5000 см - пролет панели;

$R_{сж}$ - 1200 кг/см - сопротивление породы на сжатие;

γ - 2,6 т/м³ — плотность породы;

γ_1 - 2,7 т/м³ - плотность руды;

Z - 2 — запас прочности;

H - 300 м - глубина разработки;

m - 2м — мощность рудной залежи.

Однако с учетом наличия в камере закладочного материала и большой интенсивности отработки панели толщину панельного целика можно принять равной 6 м.

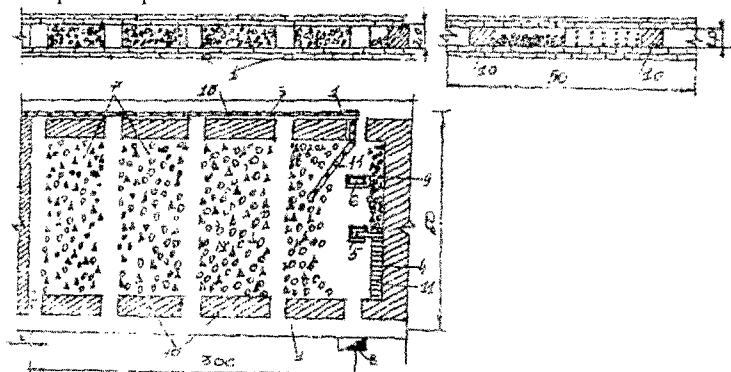


Рис. 13. Камерная система разработки для маломощных залежей:

- 1 - панельные откаточные штреки; 2 - отрезной штрек; 3 - магистральный конвейер;
4 - штуры; 5 - буровая каретка; 6 - погрузочно-доставочная машина;
7 - закладочный материал; 8 - рудоспуск; 9 - отбитая руда;
10 - междукамерные целики; 11 - призабойный конвейер

Данная система отличается небольшим объемом подготовительно-нарезных работ. Подготовка заключается в проходке панельных штреков и рудоспусков. Подготовка рудная, что дает возможность снизить себестоимость руда. Нарезные работы заключаются в оформлении отрезной щели по всей ширине панели для развития очистных работ.

При составлении паспорта БВР руководствовались крепостью руды, линией наименьшего сопротивления, расстоянием между рядами шпуров и толщиной отбиваемого слоя. Для наиболее эффективной отбойки руды от массива принимаем схему вруба, которая называется "звездочкой". Отбойка руды ведется по сетке расположения шпура 0,9х1,4 м, глубина шпуров - 2 м.

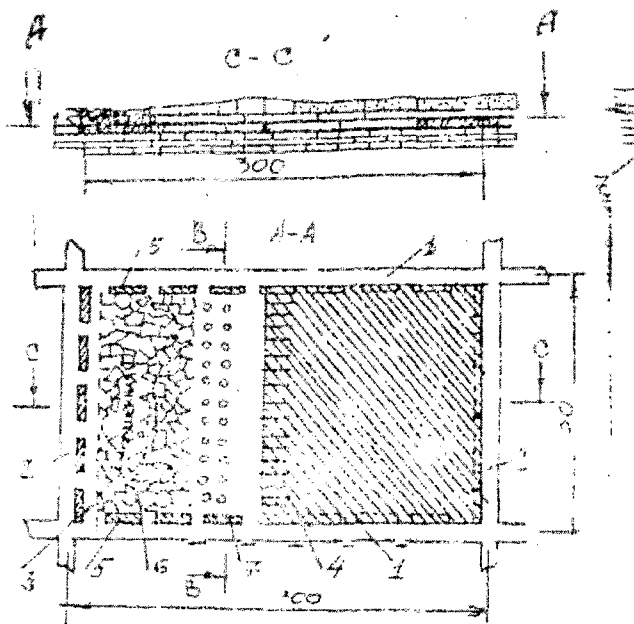


Рис. 14. Камерная система разработки для маломощных залежей с обрушением кровли:

1 - панельные откаточные штреки; 2 - панельные штреки; 3 - отрезной штрек;
4 - шпур; 5 - междукammerные щели; 6 - обрушенная порода; 7 - металлические стойки

Для бурения шпуров принимается буровая каретка СБКИ-2п, для погрузки руда и доставки ее к рудоспуску применяется погрузочно-доставочная машина ПДМ-1,2. Для поддержания кровли применяем

штанговую крепь и сухую закладку, которая доставляется в выработанное пространство из проходческих выработок конвейером. Доставка закладочного материала и закладка выработанного пространства производится следующим образом из проходческих выработок до перегружателя порода доставляется в вагонах электровозами, затем перегружается на конвейер, который осуществляет доставку породы в закладочное пространство, где метательно-закладочная машина МЗ-1 производительностью 100 м³/ч осуществляет закладку выработанного пространства. Для безопасности работы в призабойном пространстве кровлю этого участка крепят сталеполимерными штангами.

Применительно к условиям маломощных (1,5-3 м) залежей Жезказгана нами разработан вариант камерной системы с обрушением кровли и выемкой по всей мощности залежи лавой. Сущность системы заключается в том, что рудничное поле, подготовленное панельным способом разделяется на отдельные панели, запасы руды в которых отрабатывается камерами сплошным забоем и мелкошпуровой отбойкой. При этом применяются малогабаритные высокопроизводительные погрузочно-доставочные машины, которые комплексно выполняют операции погрузки и доставки руды. Параметры выемочного участка: длина равняется длине рудного тела по простиранию, ширина 50 м, высота равна мощности рудного тола. Подготовительные работы заключаются в проходке двух панельных штреков с опережением очистного забоя на 50-60 м и рудоспуска на горизонт откатки. К нарезным работам относится единственный отрезной штрек. Для повышения эффективности отбойки предлагается принимать комбинированный вруб (рис. 15), состоящий из прямоугольного вруба с центральным незаряжающим шпуром и щелевым врубом, расположенными в обе стороны от прямоугольного вруба. Отбитая руда грузится двумя погрузочно-доставочными машинами ПД-2 на забойный конвейер КФР-1, который доставляет руду до магистрального панельного штрека.

Рудные целики в выработанном пространстве не оставляются. Призабойное пространство крепится двумя рядами металлических стоек по сетке 1,5х1,5. Стойки раздвижные и используются неоднократно. Кровля выработанного пространства, расположенная за двумя рядами стоек самообрушается. Для этого предварительно в кровле пробуривают несколько шпуров, заряжают их и взрывают. Получив, таким образом, начальной импульс, обрушение кровли будет в дальнейшем самообрушаться: по всей ширине столба до границы с металлическими стойками.

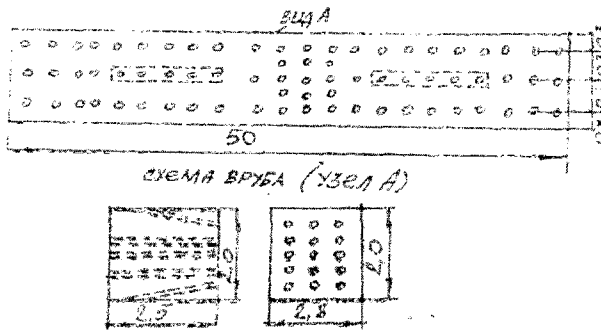


Рис. 15. Схема расположения шпуров в лаве

2.1.9. Система разработки для маломощных залежей с поточной технологией

Сущность камерной системы разработки с поточной, технологией (рис. 16) заключается в том, что рудничное поле, подготовленное панельным способом, разделяется на отдельные выемочные панели, запасы руды в которых обрабатываются камерами сплошным забоем с

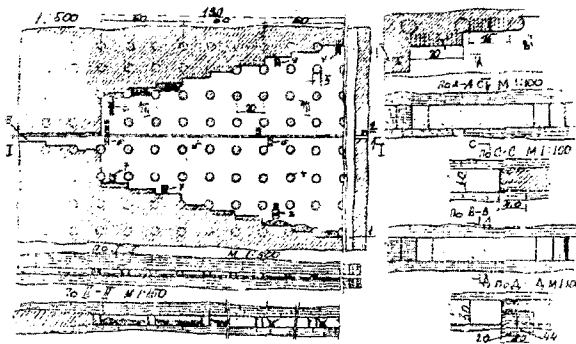


Рис. 16. Камерная система разработки для маломощных залежей с поточной технологией:

1 - откаточный панельный шпурек; 2 - рудопуск; 3 - центральный магистральный конвейерный шпурек; 4 - опорные целики; 5 - магистральный конвейер; 6 - перегрузочный пункт; 7,8 - буровое и погрузочно-доставочное оборудование

мелкошпуровой отбойкой и погрузкой и доставкой руды погрузочными машинами с применением забойного и магистрального конвейера. Кровля отработанного пространства крепится штанговой крепью с

агрегатом АКП-8м с оставлением опорных целиков. По данной системе определены параметры отбойки, погрузки и доставки руды, ее себестоимость по статьям "Заработная плата", "Материалы", "Энергия", "Материалы", "Энергия", "Амортизация", "Погашение подготовительных и нарезных работ" составляет 1, 55-1. 8 тен/т.

Система разработки позволяет резко сократить потери руды, расчетная производительность забойного рабочего составляет от 30 до 45 т/см.

2.1.10. Системы разработки подэтажных штреков (ортов)

Сущность системы разработки (рис. 17) заключается в том, что месторождение или рудничное поле, подготовленное этажным способом, разделяется на отдельные выемочные блоки, запасы руды в которых отрабатываются камерами с оставлением междуканальных и междуетажных целиков с отбойкой руды веерообразными скважинами из подэтажных штреков (ортов), о погрузкой и доставкой руды самоходным оборудованием и управлением кровли открытым очистным пространством.

Эта группа систем широко распространена в отечественной и зарубежной практике при разработке рудных месторождений благодаря высокой производительности труда забойного рабочего.

Система разработки применяется в следующих условиях:

1) руда и боковые породы должны быть устойчивыми, особенно висячем боку, а в этажах с углом падения выше 70 требования предъявляются и к породам лежащего бока;

2) угол падения изменяется от горизонтального до вертикального. Наиболее характерен для данной системы крутой угол падения, когда доставка отбитой руды до откаточного горизонта производится силой собственного веса. Иногда этой системой разрабатываются и небольшие месторождения; со скреперной доставкой руды.

3) мощность рудного тела не ограничивается, но при крутом угле падения - не менее 3-5 м.

4) разделяющая выемка руды по сортам и выборка пустой породы не требуются, но вместе с тем включения породы могут резко увеличить разубоживание;

5) контакты руды и боковых пород должны быть сравнительно выдержаны;

6) глубина разработки незначительная;

7) руда средней и нижесредней ценности;

гидрогеологические условия разработки месторождения нормальные.

8) На практике встречаются два основных варианта:

Первый вариант с расположением камер по простиранию рудного тела (рис.17).

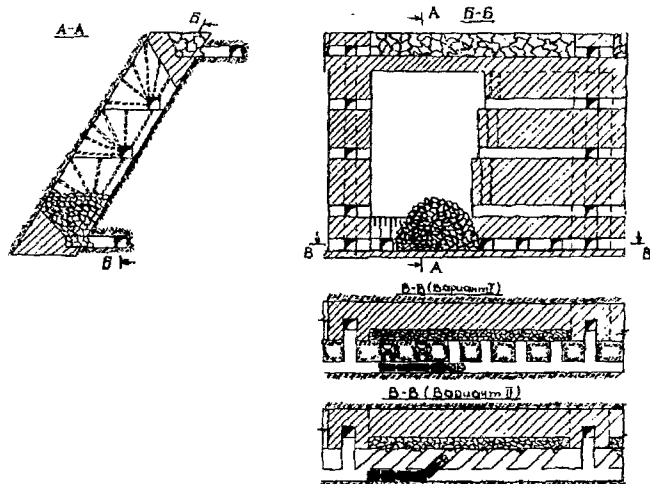


Рис. 17. Система подэтажных штреков

Вариант применяется при мощности 8-12 м, в очень устойчивых рудах и вмещающих породах мощность может быть увлажнена до 25 м. В этом случае соотношение запасов руды в камере по отношению и запасам в междуканальных целиках достигает до 6:1 (рис.18) и система дает наибольший эффект.

Второй вариант с расположением камер длинной стороной вкост простирания, когда мощность рудного тела превышает 12 м и выше. Соотношение запасов камер и целиков изменяется от 1:1 до 2:1 (рис.19).

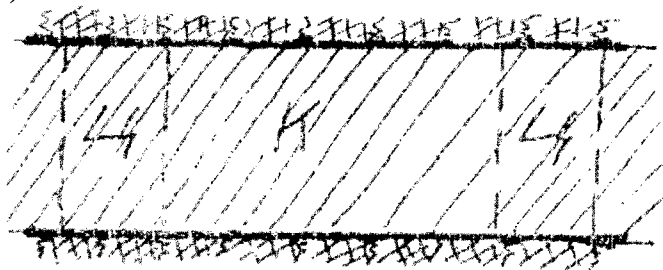


Рис. 18 - Расположение камер по простиранию

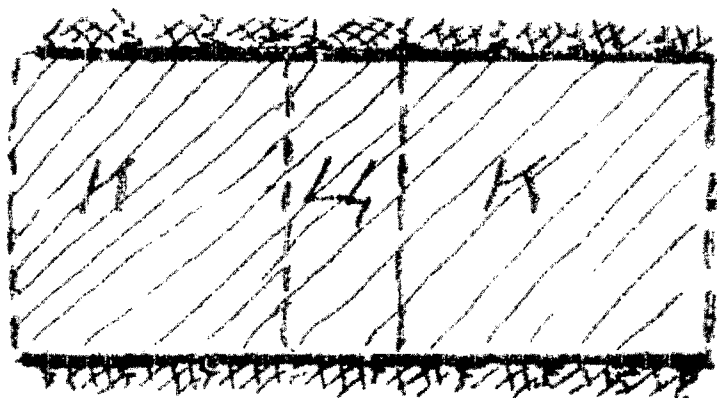


Рис.19 - Расположение камер вкрест простирания

Высота блока этажа принимается чаще всего в пределах 60-80 м, но при большой величине разделяется на два подэтажа. Высота этажа лимитируется величиной площади обнажения боковых пород и кровли камеры, которую можно допустить, не опасаясь массового обрушения вмещающих пород и руды. Большую роль здесь играет продолжительность отработки камеры. Чем отработка интенсивнее, тем большие размеры камеры допускаются.

Высота этажа складывается из высоты камеры, толщина потолочины и толщины днища. При высоте этажа, например, в 70 м, высота камеры равна 45-50 м, а подэтажа 10-18 м в зависимости от способа бурения. Чем больше высота подэтажа, тем меньше общая длина подэтажных штреков и объем нарезных работ. Толщина потолочины зависит от мощности залежи и устойчивости руды и изменяется от 6 до 10 м. Толщина днища складывается из двух величин:

1) мощности целика между горизонтами откатки и вторичного дробления, которая зависит от способа доставки отбитой руды до откаточного горизонта. При самотечной доставке с устройством камер грохочения толщина целика принимается 6-8 м, а иногда больше. При скреперовании принимаются примерно те же величины, но нередко выработки горизонта скреперования проходят непосредственно над кровлей откаточного горизонта, тогда указания мощности составляет 2-1,5 м;

2) мощности целика от горизонта вторичного дробления до горизонта воронок, которая зависит от устойчивости руды и изменяется от

5 до 8 м. Длина блока, включающая камеру и междукamerный целик, принимается в пределах 40-75 м. На толщину целика влияет устойчивость боковых пород, высота этажа и способ отработки. В зависимости от указанных факторов толщина между камерного целика принимается 6-10 м.

Подготовительными выработками системы подэтажи их штреков является полевой откаточный штрек, погрузочные камеры - заезды, материально-ходовой восстающий.

К нарезным выработкам следует отнести верхнюю разворонку погрузочных камер, оформление нижней подсечки; по всей длине и ширине, камер, проходку подэтажных штреков, отрезной восстающий, который по всей ширине и высоте камер разделяется в отрезную щель. Способ образования связан с принятым способом отбойки руды на подэтажах: штанговыми шпурами или глубокими скважинами.

В настоящее время отбойку руды на подэтажах преимущественно производят глубокими веерными скважинами. Высота подэтажа 16-18 м. Толщина отбиваемого слоя (ЛНС) 1,7-2,0 м. Отбитая руда через воронки поступает на подошву погрузочных камер, где самоходными погрузочными машинами нагружается в вагоны.

Поддержание выработанного пространства осуществляется междукamerными и междукamerными целиками;

В настоящее время системы разработки подэтажными ортами почти не применяются, т. к. размеры междукamerных целиков более значительные, а ведения очистных работ являются более опасными. Скреперная доставка самоходными машинами представляет некоторую трудность в связи с большой мощностью рудного тела.

Представленная на рис. 17 система разработки подэтажных штреков с применением самоходных машин по сравнению со скреперной доставкой имеет очень важное преимущество: все три горизонта - горизонт откатки, доставки и подсечки совмещены в один - горизонт погрузки и доставки. Объем подготовительно-нарезных выработок при таком совмещении сокращается в 1,5-2 раза - с 14-16 п. м. до 8-10 п. м./1000.

Производительность труда бурильщика 200-250 т/см, забойного рабочего - 25-35 т/см, себестоимость 1 т руды 2-2,2, 40тен, потери 16-18 %, разубоживание 8-10 %, расход ВВ на 1 т руды - 0,60-0,68 кг/т.

Достоинства системы разработки заключаются в большой производительности бурильщика и забойного рабочего, низкой себестоимости по системе, в хороших условиях проветривания.

К недостаткам можно отнести большие потери руде, значительный объем подготовительно-нарезных выработок, большую опасность работ при буровых работах. Соблюдение следующих правил техники

безопасности является обязательным. Бурильщикам запрещается работать без предохранительного пояса. Рабочее место бурильщиков должно быть хорошо освещено. Буровые заходки должны быть ограждены и почва заходки должна быть горизонтальной. Тщательная оборка кровли заходки после очередного взрыва строго обязательна.

Систему подэтажных штреков можно совершенствовать по пути дальнейшего снижения объема подготовительно-нарезных выработок и в широком применении самоходного бурового и погрузочного оборудования с электроприводом.

Контрольные вопросы.

1. Камерные системы для маломощных залежей
2. Системы подэтажных штреков
3. ТЭП системы

2.1.11. Система разработки с доставкой руды силой взрыва

Сущность системы разработки заключается в том, что месторождение или рудничное поле, подготовленное этажным способом, разделяется на отдельные выемочные блоки, запасы руды в которых отрабатываются камерами с отбойкой руды веерными скважинами из буровых восстающих с доставкой руды силой взрыва и скрепером (рис. 20) или самоходными машинами (рис. 21, 22) и управлением кровли открытым выработанным пространством.

На Текелийском руднике прошли испытания системы разработки с доставкой руды силой взрыва по наклонному днищу к выпускным дучкам. Выпуск и доставка руды из дучек осуществляются с помощью комплекса мобильных вибромеханизмов КВВМ-1, состоящих из вибропитателя на пневмоколесах ВПК-3 и виброконвейера ВУР-80 [25], [26].

Для применения системы разработки угол падения залежи должен быть 25-45°, руда и вмещающие породы - крепкие и устойчивые. Мощность рудного тела от 8-109 до 16-20 м. Руда средней и ниже средней ценности. Глубина разработки до 400-500 м.

Длина камер по восстанию 60-90 м. Ширина камер 12-18 м, ширина целиков 4-6 м.

Подготовительные работы (рис. 20). Проходка полевого откаточного и вентиляционного штреков, рудопуска.

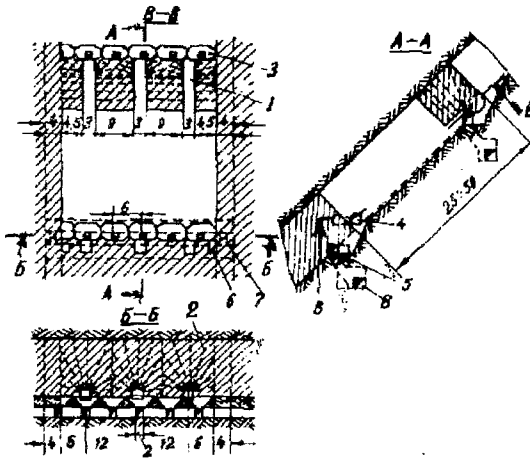


Рис. 20. Система разработки с доставкой силой взрыва:
1 - буровой восстающий; 2 - скважины; 3 - рудоприемные воронки; 4 - подсечный штрек;
5 - скреперный штрек; 6 - рудопуск; 7 - людской ходок; 8 - откаточный штрек

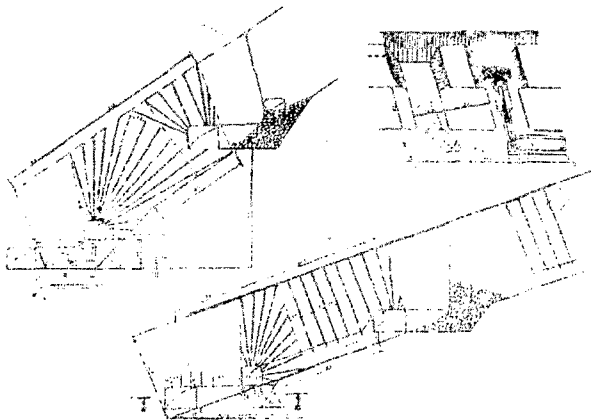


Рис. 21 Система разработки с доставкой руды силой взрыва
с применением самоходного оборудования

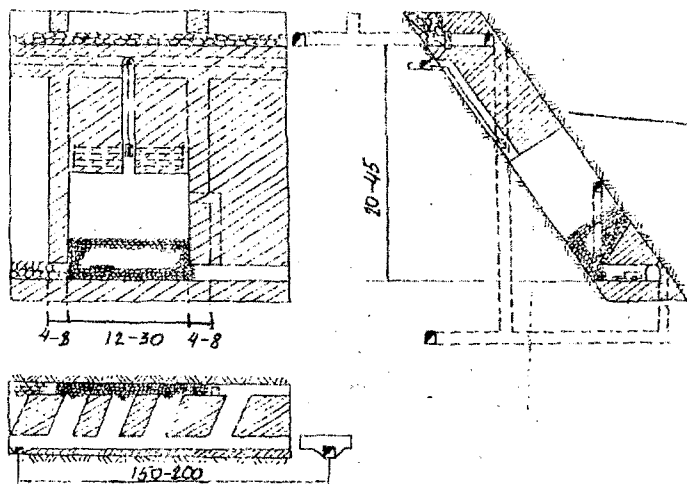


Рис. 22. Система разработки с доставкой руды силой взрыва с применением самоходного оборудования

2.1.12. Этажно-камерные системы разработки

Сущность этих систем разработки заключается в том, что месторождение или рудничное поле, подготовленное этажным способом, разделяется на отдельные выемочные блоки, запасы руды в которых отрабатываются с отбойкой руды вертикальными (рис. 23) или горизонтальными (рис. 24) веерообразными глубокими скважинами со скреперной доставкой руды и управление кровли открытым выработанным пространством.

Основными условиями применения данной группы систем является устойчивая руда и вмещающая порода, мощность рудного тела 20-25 м и выше. При мощности 20-25 м угол падения крутой, а при мощности свыше 26 м угол падения любой. Ценность руды средней и ниже средней ценности. Глубина разработки до 400-500 м. Длина и высота блока 45-60 м. Ширина камеры 20-25 м, междуканнерных целиков 10-12 м, междуетажных целиков 6-12 м. Активная высота камер 30-45 м.

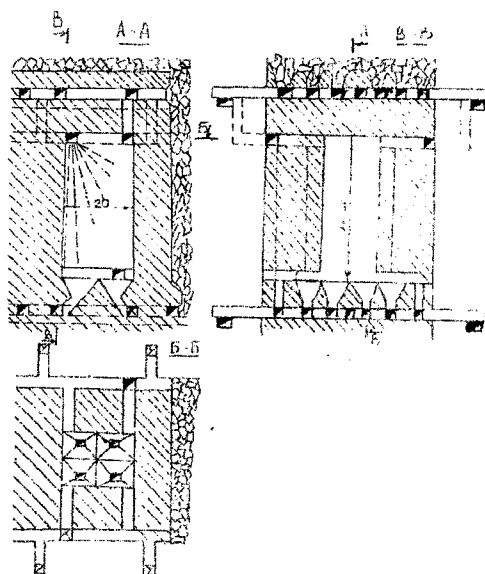


Рис. 23. Этажно-камерная система разработки с отбойкой руды вертикальными слоями.

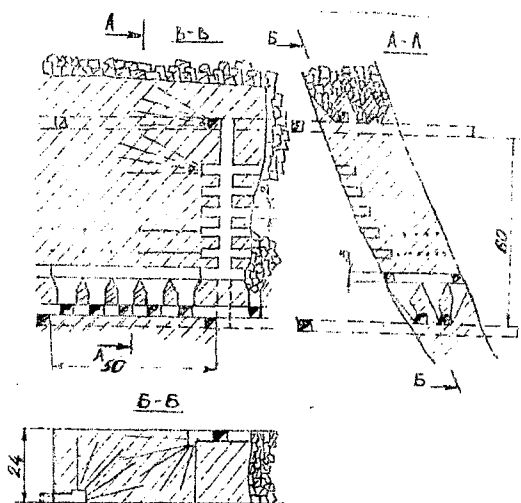


Рис. 24. Этажно-камерная система разработки с отбойкой руды горизонтальными слоями

На рис. 23 показаны подготовительные и нарезные выработки. К подготовительным выработкам относятся откаточные вентиляционные и с обличительные штреки, буровые орты, ходки и вентиляционные сбойки. Нарезными выработками являются рудоспуски, скреперный штрек, дучки, нижняя подсечка, отрезкой восстающий и отрезная щель. Отбойку руды производят к глубокими вертикальными вниз направленными веерными скважинами из буровых ортов станками НКР-100М. Расстояние между веерами 2,5-5 м. Такой способ обурирования принимается на шахте им. Орджоникидзе в Криворожском бассейне и на руднике им. Губкина (КМА).

Доставка руды производится мощными скреперными лебедками. Управление кровли с открытым очистным пространством.

При варианте этажно-камерной системы разработки с отбойкой руды горизонтальными веерами скважинами (рис. 24) по лежащему и висячему бокам проходят буровые восстающие с буровыми камерами. Расстояние между камерами по вертикали определяется толщиной отбиваемого слоя и равняется 2,5-5 м. Нижняя подсечка производится из подсечных штреков скважинной отбойкой, остальные подготовительные-нарезные выработки аналогичны вышеописанному варианту.

Третий вариант этажно-камерной системы разработки с камерными зарядами в настоящее время не применяется из-за большой трудоемкости образования минных колодцев и минных карманов и большого выхода негабарита.

Удельный вес трех вариантов этажно-камерных систем разработки с увеличением горного давления на рудниках Криворожского бассейна снижается из-за роста потерь руды, трудности соблюдения проектных размеров междукамерных целиков, повышенного выхода негабарита. Описанные варианты этажно-камерных систем разработки обладают большой производительностью, низкой себестоимостью 1 т руды, хорошими условиями проветривания. Пути совершенствования видятся в применении добычного оборудования с электроприводом.

Контрольные вопросы

1. Назовите сущность системы с доставкой руды силой взрыва
2. ПНВ системы этажно-камерной системы
3. Достоинства этой системы

2.2. ВТОРОЙ КЛАСС. СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ С МАГАЗИНИРОВАНИЕМ РУДЫ

2.2.1. Общие положения

Особенностью системы разработки данного класса является то, что выработанное пространство в процессе очистной выемки заполняется отбитой рудой. При отбойке руда разрыхляется, а поэтому некоторую ее часть (25-35%) по мере продвижения очистных работ по вертикали необходимо периодически выпускать, оставляя под кровлей свободное пространство. Это пространство является рабочим и компенсационным пространством при шпуровой отбойке руды в блоке. При отбойке же глубокими скважинами из подготовительных выработок играет роль компенсационной камеры.

Одним из специфических условий применения этих систем является то, что руда не должна обладать свойствами самовозгорания, слеживания и окисления.

При разработке маломощных жильных месторождений система с магазинированием и отбойкой из блока получила широкое распространение как у нас в стране, так и на жильных месторождениях США, Канады, Болгарии, Китая и других стран. В последнее время варианты систем с магазинированием руды люковым выпуском и скреперной доставкой вытесняются вариантом с применением самоходного оборудования.

2.2.2. Система разработки с магазинированием руды блоками

Рудничное поле, подготовленное этажным способом, разделяется на отдельные выемочные блоки, запасы руды в которых отрабатываются камерами с мелкошпуровой отбойкой, погрузкой-доставкой с самоходным оборудованием, управлением кровли магазинированием руды (рис.25).

Условия применения:

1. Руда и вмещающие породы крепкие и устойчивые.
2. Мощность залежи не менее 0,6 м, иначе потребуются подрывка боковых пород. В очень тонких жилах возможно заклинивание кусков при выпуске между боковыми стенками магазина. Угол падения крутой, не менее 55°.
3. Руда при оставлении целиков - средней и нижнесредней ценности. При ценной и весьма ценной руде междукамерные и междуэтажные целики не оставляют и отработку рудничного поля

ведут отступающим ходом сплошным забоем (рис.26 б).

Параметры блока - длина 40-60 м, высота 45-60 м, ширина равняется мощности рудного тела.

Подготовительными выработками (рис.25) являются полевые откаточные и вентиляционные штреки, короткие заезды, они же погрузочные камеры, блоковые восстающие. Нарезные выработки - проходка на уровне кровли откаточного штрека, подсечного штрека высотой 2,0-2,5 м на всю мощность рудного тела и на всю длину камеры. Далее нарезают первые потолкоуступные забои и развивают очистные работы, которые заключаются в бурении горизонтальных шпуров глубиной 2; 5-4 м, диаметром 28-32 мм с замагазинированной руды. Отбитую руду частично выпускают. Обработку запасов камеры производят до подштрекового целика, после чего всю замагазинированную руду выпускают на горизонт погрузки и доставки.

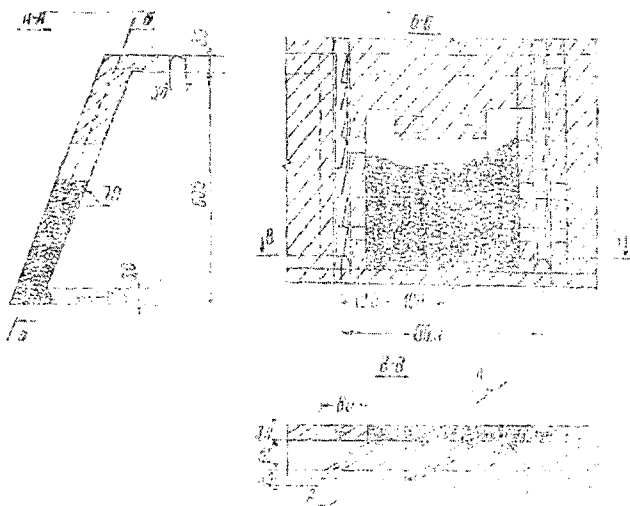


Рис. 25. Система разработки с магазином и машинной погрузкой руды

Если при люковой погрузке (рис.26 б) и скреперной доставке (рис.26 а) производительность труда составляет 12-16 т/см, то с применением самоходных машин 25-30 т/см. На Згидском руднике (Северный Кавказ) применили погрузочные машины. Производительность труда возросла в два раза. Такие же успехи были достигнуты на рудниках "Блек Хок" (США) и "Ренаби" (Канада), имеются и другие примеры применения самоходных машин при системе разработок с мага-

зинированием руды [4]. Потери руды при сплошной выемке с магазинированием не превышают 1,5-2 %, при блоковой выемке с различными целиками - 6-8 %, разубоживание без подрывки боковых пород - 6-8 %, при подрывке боковых пород (а зависимости от мощности) колеблется от 15 до 30 %. Расход ВВ на 1 т руды - 0,35-0,45 кг. Расход подготовительно-нарезных выработок на 1000 г 2-4 п.м. Расход леса при люковом выпуске 0,02-0,03 м³/т.

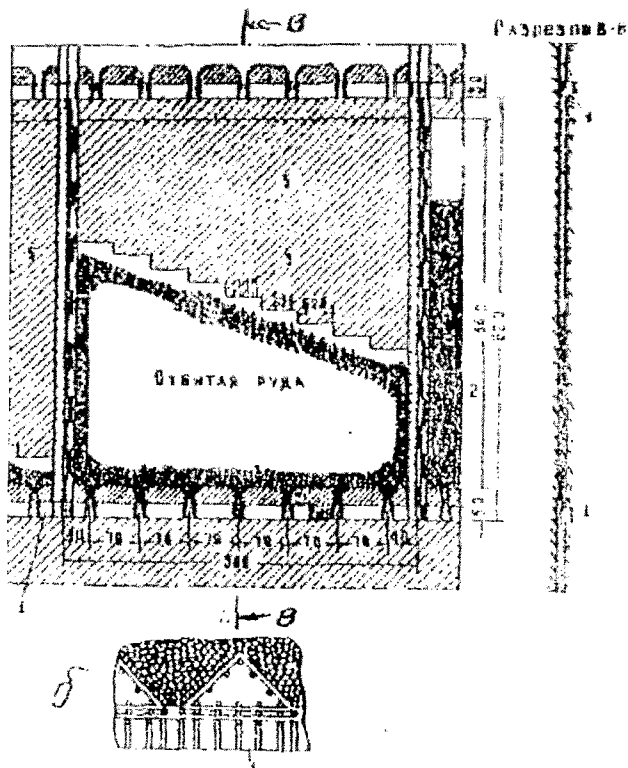


Рис. 26. Система разработки с магазинированием руды: а - вариант с оставлением подштрекового целика; б - схема устройства скатов над откаточным штреком (при отсутствии надштрекового целика); 1 - откаточный штрек; 2 - восстающий; 3 - шпury; 4 - вентиляционный штрек; 5 - блок

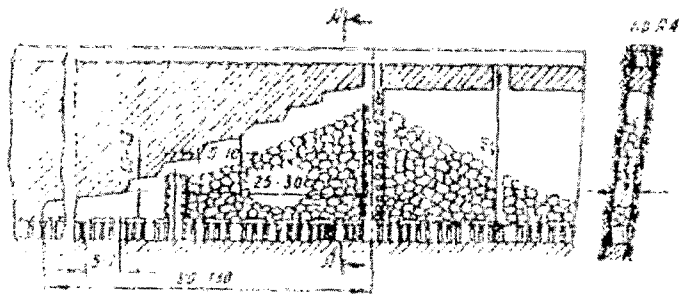


Рис.27. Система разработки потолкоуступным забоем с магазинированием руды

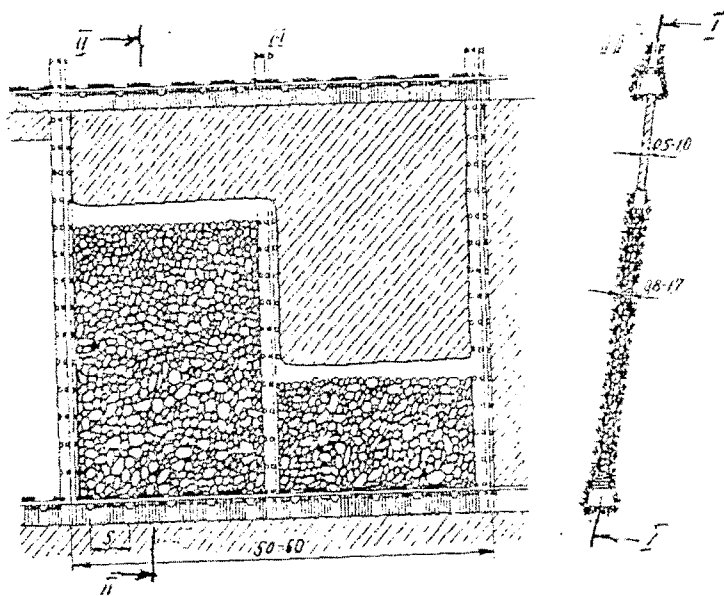


Рис.28 Система разработки с выемкой полосами по восставию с магазинированием руды

Достоинства системы заключаются в малых потерях руды, в малом объеме подготовительно-нарезных выработок, в малом выходе негабарита, в ритмической работе подземного рудничного транспорта и хороших условиях проветривания.

Недостатки - большое разубоживание за счет вывалов пустой породы висячего бока, омертвление расходов на магазинирование отбитой руды, опасность пребывания горнорабочих в камере под потолко-

уступным забоем.

В качестве особых мер по технике безопасности следует отметить тщательную оборуку кровли, вывод людей из камеры как при частичном выпуске, так и при массовом (окончательном) выпуске, и интенсивное освещение рабочего места.

2.2.3. Системы разработки с магазиннированием и отбойкой руды глубокими скважинами

Рудничное поле, подготовленное этажным способом, разделяете я на отдельные выемочные блоки, запасы руды в которых отрабатываются камерами с отбойкой руды глубокими горизонтальными скважинами из буровых восстающих, выпуском и люковой погрузкой и управлением кровли замагазинированной рудой и междукamerными и междуэтажными целиками (рис.29).

Руда и вмещающая порода могут быть менее устойчивыми, чем при вариантах со шпуровой отбойкой руды, т.к. при бурении скважин рабочие не находятся в камере, мощность рудного тела свыше 5 м. При мощности залежи свыше 25-30 м камеры располагают вкрест простирания. Угол падения при мощности 5-2,5 м - крутой, при большой мощности - угол падения может быть и горизонтальным. Остальные условия аналогичны вариантам при шпуровой отбойке.

Параметры. Длина блока 45-60 м, высота 30-50 м. Ширина равняется мощности рудного толла. Толщина отбиваемого слоя (ЛНС) зависит от крепости руды и диаметра скважины и может колебаться в пределах 1,7-3,0 м.

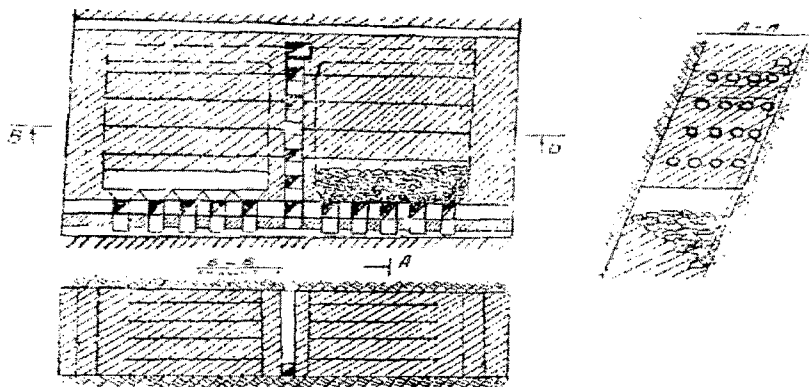


Рис.29. Система разработки с магазиннированием и отбойкой руды глубокими скважинами

уступным забоем.

В качестве особых мер по технике безопасности следует отметить тщательную оборуку кровли, вывод людей из камеры как при частичном выпуске, так и при массовом (окончательном) выпуске, и интенсивное освещение рабочего места.

2.2.3. Системы разработки с магазинированием и отбойкой руды глубокими скважинами

Рудничное поле, подготовленное этажным способом, разделяется на отдельные выемочные блоки, запасы руды в которых отрабатываются камерами с отбойкой руды глубокими горизонтальными скважинами из буровых восстающих, выпуском и люковой погрузкой и управлением кровли замагазинированной рудой и междукamerными и междуэтажными целиками (рис.29).

Руда и вмещающая порода могут быть менее устойчивыми, чем при вариантах со шпуровой отбойкой руды, т.к. при бурении скважин рабочие не находятся в камере, мощность рудного тела свыше 5 м. При мощности залежи свыше 25-30 м камеры располагают вкрест простирания. Угол падения при мощности 5-2,5 м - крутой, при большой мощности - угол падения может быть и горизонтальным. Остальные условия аналогичны вариантам при шпуровой отбойке.

Параметры. Длина блока 45-60 м, высота 30-50 м. Ширина равняется мощности рудного тела. Толщина отбиваемого слоя (ЛНС) зависит от крепости руды и диаметра скважины и может колебаться в пределах 1,7-3,0 м.

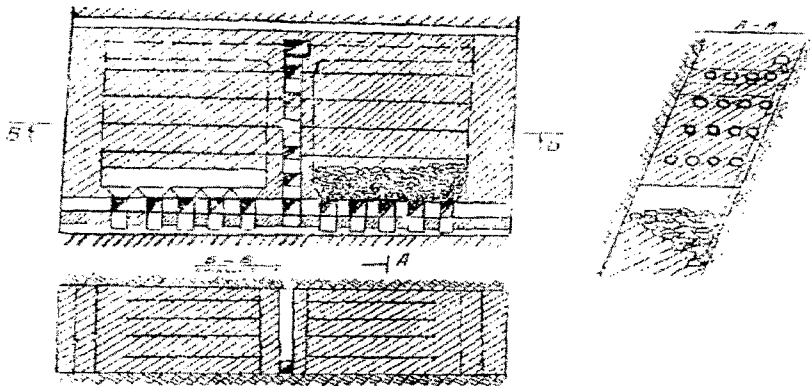


Рис.29. Система разработки с магазинированием и отбойкой руды глубокими скважинами

Большая величина ЛНС приводит к большому выходу негабарита. Ширина междукammerных целиков принимается 8-10 м. Подготовительные работы заключаются в проходке рудного откаточного и вентиляционного штреков и бурового восстающего по середине блока в лежачем боку.

Из буровых восстающих на высоте, равной высоте отбиваемого слоя, проходят буровые камеры. В надштрековом целике на расстоянии 4-5 м друг от друга проходят рудоспуски до горизонта выпуска. На горизонте откатки рудоспуски оформляются погрузочными люками. На горизонте выпуска через каждые 4-5 м, засекают нишу дучки, от которой поднимают горловину под углом не менее 55° . Верхнюю часть горловины дучки разделявают в приемные воронки с таким расчетом, чтобы на вершине рудного гребня окружности приемных воронок касались друг друга. Последними нарезными работами в блоке являются работа, связанные с образованием нижней подсечки на всю ширину и длину камеры глубокими параллельными скважинами высотой 2,5 - 3 м.

Очистные работы заключаются в бурении глубоких параллельных скважин из буровых камер гидравлическими буровыми станками 2БУ-800С [31], производительность которых в 1,5-2 раза выше существующих, зарядка скважин механизированная. Взрывают скважины послойно. После каждого взрыва руду частично (25-35 %) выпускают с учетом коэффициента разрыхления. Выпуск руды производится - в рудоспуск, из которого руда грузится в откаточные сосуды.

ТЭП. Производительность труда забойного рабочего составляет 25-28 т/см при вполне допустимой себестоимости по системе 1800 тенге/т. Выход негабарита 8-10 %. Потери руды 12-15 %, Разубоживание 10-12 %. Расход подготовительно-нарезных выработок 10-12 п.м./1000 т. К достоинствам система следует отнести большую производительность труда забойного рабочего, малую себестоимость, хорошие условия проветривания, обеспечения за счет магазинирования руды, ритмичности работы подземного шахтного транспорта.

Необходимость частого монтажа и демонтажа бурового оборудования при бурении параллельных скважин из специальных буровых камер, большой выход негабарита, значительный объем подготовительно-нарезных работ снижают эффективность система разработки. Устранение этих недостатков возможно при применении принципиально новой технологии очистных работ, описанной в главе 5. 3 данной работы.

Контрольные вопросы:

1. Три главные условия применения системы.
2. Достоинства системы.
3. ТЭП системы.

2.3. ТРЕТИЙ КЛАСС. СИСТЕМЫ С ЗАКЛАДКОЙ. СИСТЕМЫ С КРЕПЛЕНИЕМ

Основной особенностью систем разработки с закладкой является заполнение очистного пространства закладочным материалом по мере продвижения очистной выемки. Закладочный материал служит для поддержания боков очистного пространства, а также платформой для людей, работающих в очистном забое. Крепь в виде распорок, стоек, костров и крепежных рам используют только как вспомогательное или временное средство для поддержания руды и блоков очистного забоя. Между закладкой и рудным массивом оставляют свободным рабочее пространство высотой около 2 м. Операция закладки входит в цикл очистной выемки блока и регулярно чередуется с отбойкой и уборкой руды. Эти системы разработки с закладкой принципиально отличаются от системы с открытым очистным пространством и от систем с магазинированием руды, при которых очистное пространство тоже иногда закладывают, но не по мере продвижения очистной выемки. Назначение закладки в последнем случае иное - предохранить от сдвижения вмещающих породы и земную поверхность или создать благоприятные условия выемки междублоковых или междуэтажных целиков.

Для применения систем разработки с закладкой характерны следующие горно-геологические условия.

1. Мощность может быть любой. Наиболее благоприятная мощность от 0,7 до 4-5 м.
2. Достаточно устойчивые руды, допускающие подработку кровли в блоке без крепления. Вмещающие породы различной устойчивости.
3. Угол падения рудных тел любой.
4. Руды по составу как однородные, так и разнорудные с наличием включений и прослоев в них пустых пород.
5. Как правило, системы с закладкой применяют для разработки руд значительной ценности, когда попытка выемки руд имеет первостепенное значение, а высокая стоимость руд допустима.
6. Когда необходимо сохранить поверхность земли.

2.3.1. Системы разработки горизонтальными слоями с закладкой

Месторождение или рудничное поле, подготовленное этажным способом разделяется на отдельные выемочные блоки, запасы руды в которых отрабатываются горизонтальными слоями снизу вверх с мелкошпуровой отбойкой руды и скреперной доставкой руды и управлением кровли с закладкой выработанного пространства.

Вариантов систем разработок с горизонтальными слоями с закладкой в настоящее время известно значительное количество. Наиболее распространенными в прошлые годы были горизонтальные слои с закладкой и скреперной доставкой в центральный наращиваемый рудоспуск (рис.30, золотоушинский вариант), горизонтальные слои с закладкой и скреперной доставкой руды во фланговые наращиваемые рудоспуски (рис.31), горизонтальные слои с гидравлической закладкой и скреперной доставкой руды в центральный наращиваемый рудоспуск (рис.32, белоусовский вариант). Общими и обязательными условиями для названных вариантов является крутое падение рудного тела, мощность 1,5... 5 м, весьма ценная руда, недопустимость обрушения поверхности. Подготовительно-нарезные выработки тоже не отличаются друг от друга - откаточные, вентиляционные штреки, блоковые восстающие и нижняя подсочка.

Характерным также является то, что все эти варианты малопродуктивны, имеют высокую себестоимость из-за большой трудоемкости всех основных процессов очистной выемки: бурение телескопными перфораторами, укладка настила перед очередным взрыванием, тщательная сборка кровли, скреперная доставка к отбитой руды, так и скреперная закладка выработанного пространства (рис.30 и 31) и уборка настила пород очередным взрыванием, тщательная оборка кровли, скреперная доставка как отбитой руды, так и скреперная закладка выработанного пространства (рис.30 и 31) и уборка настила перед очередной закладкой слоя.

Призобойное пространство поддерживают деревянными стойками с верхняками или дюралюминиевыми стойками с шарнирными металлическими верхняками.

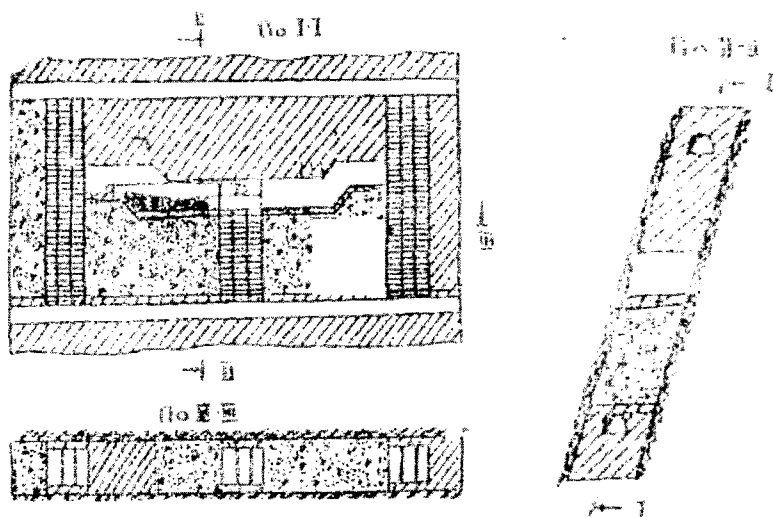


Рис.30. Система разработки горизонтальными слоями с закладкой

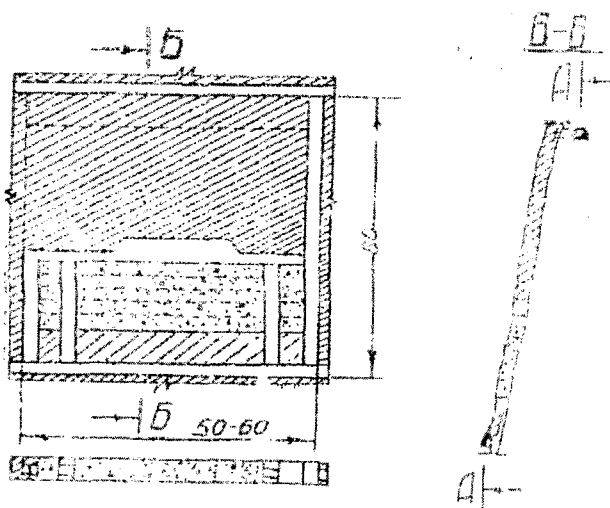


Рис.31 Система разработки горизонтальными слоями с закладкой и скреперной доставкой

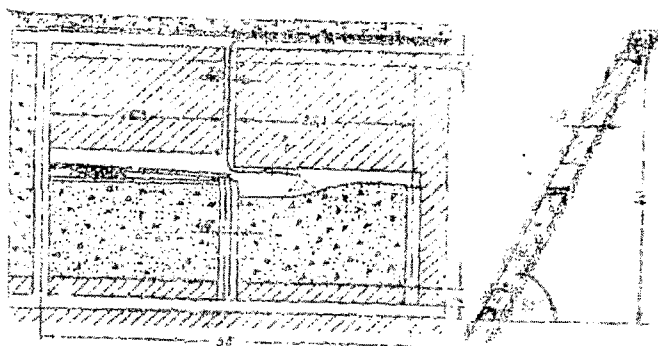


Рис.32. Система разработки горизонтальными слоями с гидравлической закладкой

Доставку руды производят передвижными пластинчатыми конвейерами. Конвейерам, располагающимся вдоль линии забоя, придают соответствующий радиус кривизны. Производительность конвейера 60 т/ч. Конвейерная доставка повысила производительность труда забойного рабочего с $2...2,3 \text{ м}^3$ до $2,5...3 \text{ м}^3$ и снизила стоимость доставки на 27 %.

Скорость подвигания линии очистного забоя от 15 до 30 м/месяц, разубоживание руда около 30 %.

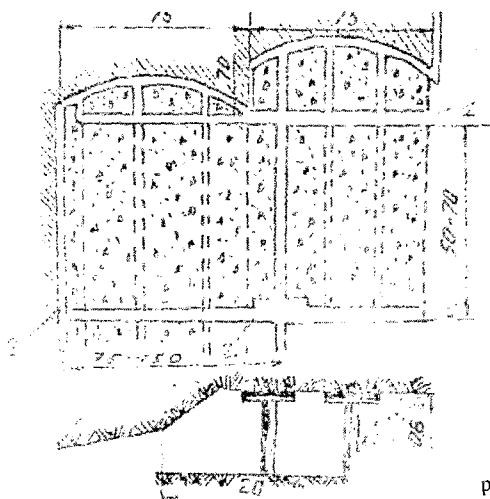


Рис.33 Система разработки с закладкой выемкой (система рудников Маисфельда): 1 - промежуточные штреки; 2 - уклоны

Дальнейшее совершенствование систем разработки горизонтальными слоями с закладкой должно идти по пути широкого применения самоходного малогабаритного добычного оборудования.

Вариант системы разработки с горизонтальными слоями с закладкой с применением самоходного оборудования, применяемый на итальянском руднике "Монтевекchio" (рис.33-а). Особенности варианта является доставка закладочного восстающего самоходными вагонетками и торкретирование каждого закладочного слоя жидким раствором быстротсхватывающего бетона толщиной 15-20 см.

Наиболее прогрессивным вариантом системы разработки горизонтальными слоями с закладкой является вариант, показанный на рис.34. Особенностью варианта является то, что самоходное оборудование применяется не только на очистных работах, но и при проходке подготовительно-нарезных выработок, т. к. наклонный (10-12°) петлевой съезд 4 обеспечивает свободное передвижение самоходного оборудования в пределах блока. К подготовительным выработкам относятся полевой откаточный штрек 1, заезды 2, блоковые материально-ходовые и закладочные восстающие 3, к нарезной выработке относится выемка первого слоя на свою длину и ширину блока.

Очистная выемка ведется горизонтальными слоями высотой 3,5-4,5 м в обе стороны от центрального наращиваемого рудоспуска 5. Шпур бурят самоходными буровыми каретками с двумя-тремя перфораторами, самоходные погрузочно-доставочные машины обеспечивают производительность 500/600 т/см. Для зарядания шпуров, осмотра и крепления кровли также применяются самоходные машины. Все это позволяет обеспечить производительность труда забойного рабочего до 70-80 т/см. Потери руды 1,5-2 %, разубоживание - 3 %. Расход подготовительно-нарезных выработок от 3 до 5 п. м. /1000 м.

2.3.2. Системы разработки с камерной выемкой и закладкой

Данная группа систем разработки в последнее время нашла широкое применение. Мощность залежи должна быть выше 5-8 м. Угол падения для рудных тел мощностью 5...8 м - крутой, для 8 и выше метров - любой. Остальные условия та же, что и для горизонтальных слоев с закладкой.

На рис.35 показана система разработки с камерной выемкой и закладкой применительно к условиям Жезказганского месторождения для залежей мощностью 16÷18 м.

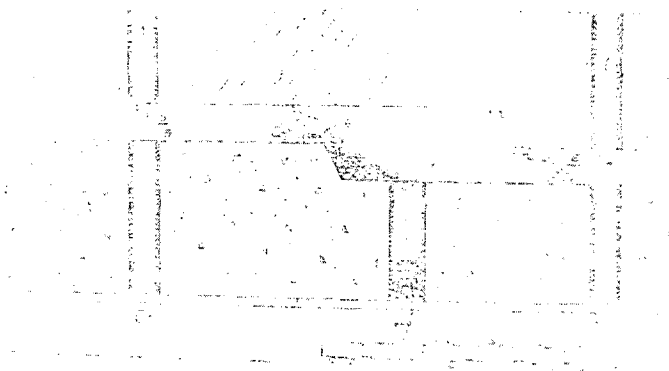


Рис.33-а. Горизонтальные слои с закладкой с применением самоходного оборудования (рудник «Монтивикчио»)

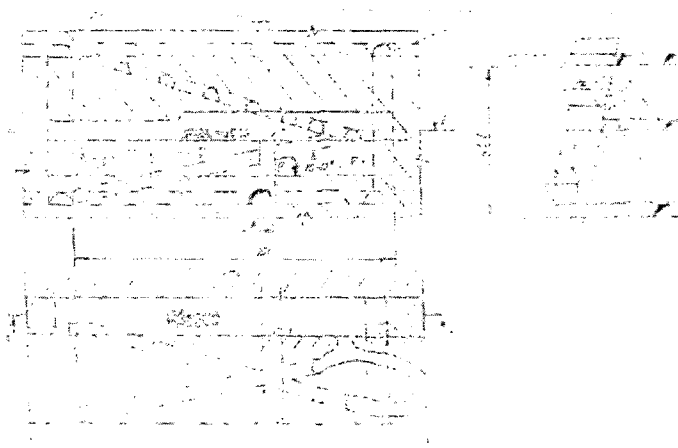


Рис.34. Горизонтальные слои с закладкой с наклонным петлевым съездом

Сущность системы заключается в том, что рудничное поле, подготовленное панельным способом, разделяется на отдельные выемочные камеры, запасы руды в которых отрабатываются с послойной выемкой и шпуровой отбойкой, с погрузкой и доставкой руды самоходным оборудованием и управлением кровли с твердеющей закладкой.

Условиями применения являются значительная мощность зале-

жи, пологое или горизонтальное залегание, ценная руда.

К подготовительным выработкам (рис.35) следует отнести [32] полевые панельные штреки 1, вентиляционный орт 2, закладочный штрек 6, полевой погрузочный штрек 7, вентиляционные сбойки 10 и восстающие, закладочные восстающие 8.

К нарезным работам относятся рудный панельный штрек 9, ортики-заезды, отрезной восстающий 12 и отрезная щель 13.

Панель разделяется на первичные 1 и вторичные камеры. Запасы камер отрабатываются послойно с образованием верхней подсечки 3 высотой 7-8 м и нижнего уступа 4.

При выполнении основных производственных процессов очистной выемки используются самоходные буровые установки типа УГШ-532Д и "Максиматик", погрузмашины типа ПНБ-4, экскаваторы ЭО-5112 (ЭП-1) и ковшовые погрузчики "Катерпиллер" и 980С, на транспортировке руды автосамосвалы типа МоАЗ. При креплении кровли железобетонными штангами применяются самоходные полки типа СП-8А, а при кроплении кровли с аеполимерными штангами специализированные установки типа БодТМИНИ А-100Б и другие [32].

Производительность труда забойного рабочего 30 - 35 т/см, себестоимость по системе 2800 - 3500 тенге/т. потери руды 6 %, разубоживание 8-10 %, расход ВВ - 0,65-0,70 кг/т, расход подготовительно нарезных выработок 12-16 п.м./1000 т.

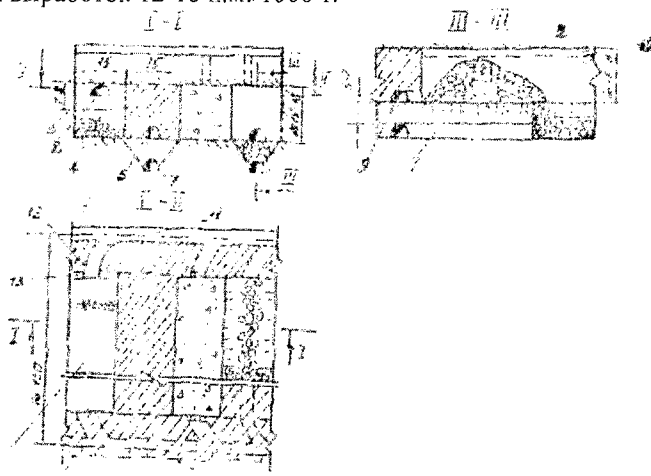


Рис.35. Система разработки камерной выемкой и закладкой (Жезказганский вариант): 1 - панельный штрек; 2 - вентиляционный орт; 3 - отработка подсечки; 4 - выемка уступа; 5 - буровой орт; 6 - закладочный штрек; 7 - погрузочный штрек

На Гайском руднике применяется другой вариант системы разработки с камерной выемкой и закладкой (рис.36).

Рудничное поле, подготовленное этажным способом, разделяется на отдельные выемочные камеры, запасы руды в которых отрабатываются с отбойкой руды веерными скважинами из подэтажных штреков, с погрузкой и доставкой руды самоходным оборудованием и управлением кровли твердеющей закладкой.

Условия применения данного варианта, называемого камера-целик, камера-целик, мощность рудного тела не менее 20-25 м, угол падения любой, руда и вмещающая порода неустойчивые и некрепкие, руда ценная и весьма ценная и склонная к самовозгоранию, глубина залегания любая, обрушения поверхности не допускается.

К подготовительным выработкам можно отнести полевые откаточные и вентиляционные штреки материально-ходовой восстающий, откаточные штреки и орты. К нарезным выработкам относятся оформление выпускных камер в днище, они же погрузочные камеры, проходка отрезного восстающего посередине выемочной камеры, разделка отрезного восстающего в резную щель.

Очистные работы заключаются в бурении, зарядании и взрывании веерообразных скважин из подэтажных штреков, погрузке, доставке руды самоходным оборудованием и заполнение камер твердеющей закладкой.

ТЭП Производительность труда забойного рабочего 48 т/см [34], себестоимость 1т руды по системе 2300-3200 тенге/т, потери 4,5%, разубоживание 14 % [34], Расход ВВ на 1т руды - 0,356 кг/т, расход выработок на 1000 т извлекаемых запасов - 8-12 п.м./1000 т.

К достоинствам системы следует отнести малые потери, возможность борьбы с подавшими пожарами и горными ударами, возможность сохранения дневной поверхности.

К сожалению, у всех вариантов системы разработки с закладкой недостатков значительно больше, чем достоинств. Так, малая производительность труда забойного рабочего объясняется большой трудоемкостью ведения закладочных работ.

Необходимость ведения закладочных работ приводит к большой себестоимости по системе. Загрязненность горных выработок, сырость в них и необходимость сооружения на поверхности закладочного комплекса снижают эффективность системы разработки. Дальнейшее совершенствование технологии закладочных работ и снижение расхода цемента в настоящее время являются проблемными вопросами совершенствования систем разработки с закладкой.

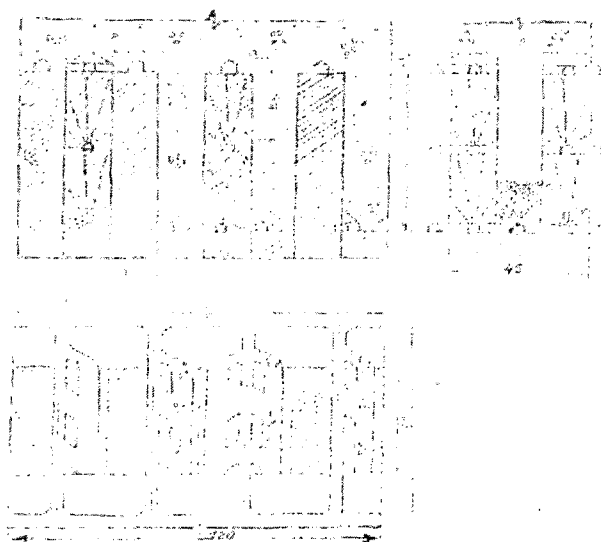


Рис.36. Система разработки с камерной выемкой и твердеющей закладкой с применением самоходного оборудования на Гайском руднике

2.3.3. Системы разработки с креплением

К этому классу относятся системы с крепежными рамами, сплошная с однослойной выемкой и креплением, которые в настоящее время в рудной промышленности не применяются. Из систем с креплением в учебных целях можно рассмотреть систему со станковой крепью. Как самостоятельная система она тоже редко применяется. Однако ее успешно можно применить при отработке запасов междукammerных целиков, усилить станковую крепь закладочным материалом. Главнейшими неотразимыми условиями для применения названного варианта является весьма неустойчивая руда и весьма неустойчивая вмещающая порода. Руда должна быть весьма ценной. Показанную на рис.37 систему разработки со станковой крепью и закладкой также можно применять при отработке весьма ценных руд и междукammerных целиках.

Контрольные вопросы

1. Условия применения систем с закладкой
2. Причины широкого применения этого класса
3. Недостатки системы разработки.

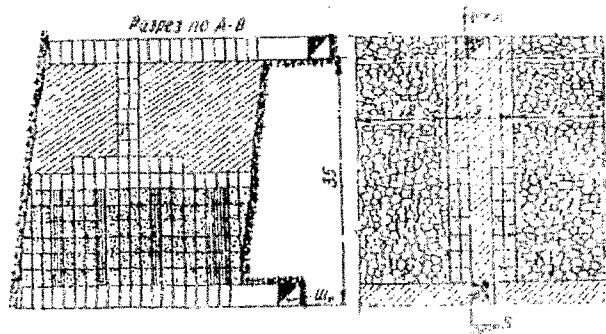


Рис.37. Выемка междуканнерных целиков системой разработки со станковой крепью и закладкой

Система разработки со станковой крепью. Месторождение или рудничное поле, подготовленное этажным способом, разделяется на отдельные выемочные блоки, запасы руды в которых отрабатываются небольшими секциями со шпуровой отбойкой, доставкой руды под действием силы собственного веса и управлением кровли станковой крепью (рис 38).

Руда и вмещающие породы некрепкие, неустойчивые, недопускающие обнажений более $2,5...4 \text{ м}^2$. Руда ценная и весьма ценная с небольшими запасами рудничного поля. Мощность рудного тела $0,8...4,0 \text{ м}$. угол падения крутой. Руда должна обладать свойствами самовозгорания, глубина разработки не более $100-150 \text{ м}$.

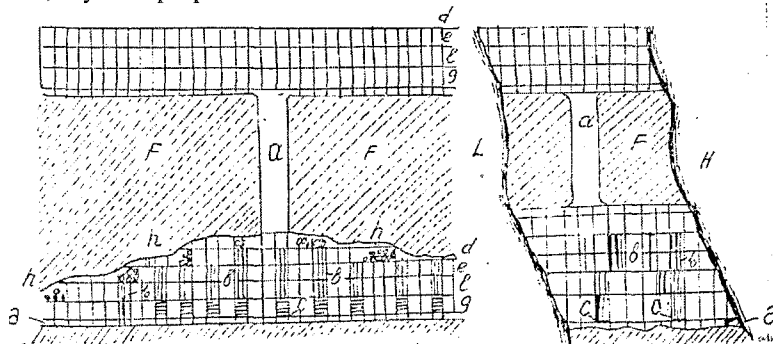


Рис.38 - Система разработки со станковой крепью:

H, L - соответственно висячий и лежащий блок; *F* - массив руды;
a - этажный восстающий; *b* - рудопуски; *c* - люки; *d* - откаточный горизонт;
l, e, d - рабочие слои; *h* - перфораторы

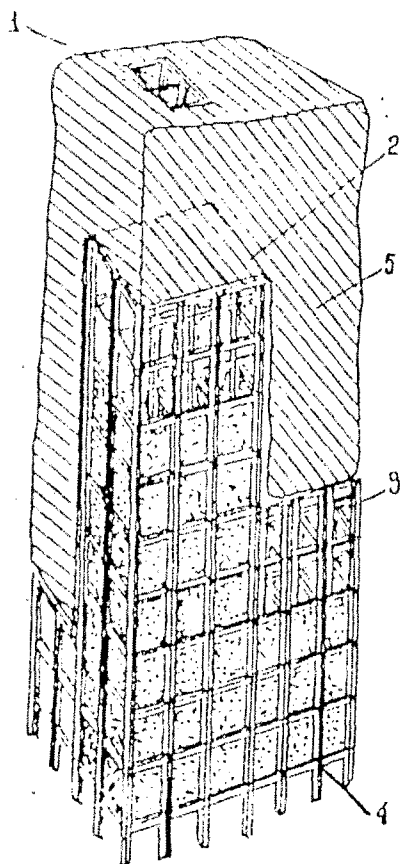


Рис. 39. Выемка междукammerного целика секциями из блокового восстающего с системой разработки со станковой крепью и закладкой:

1 - восстающий; 2 - секция блока; 3 - станок; 4 - закладка; 5 - массив руды

Три выработки - откаточный и вентиляционный штреки, блоковый восстающий - являются подготовительными выработками. Первая нарезная выработка совпадает с выемкой первой секции. Далее развивается очистная выемка, связанная со шпуровой отбойкой и доставкой руды под действием

силы собственного веса. После выемки запасов секции размером $2,0 \times 1,8 \times 1,8$ (длина, ширина, высота) ее тут же крепят станковой крепью, представляющие собой параллелепипед, стороны которого образованы из стоек, перекладов горизонтальных распорок. Соединение стоек, перекладов и распорок осуществляется прямоугольными или

квадратными шипами. Элементы станка заготавливаются в специальных мастерских на поверхности и маркируются. В очистном забое производится лишь их сборка.

Производительность труда забойного рабочего 4-6 т/см, себестоимость 1 т руды 3800 тенге/т., потери 1,5-2 %, разубоживание 2-3 %, расход ВВ и горных выработок незначительный. Расход леса 0,10-0,15 м³/т.

Достоинства: малые потери и разубоживания руды, малый объем подготовительно-нарезных выработок, хорошие условия проветривания, гибкость самой системы и возможность сохранения земной поверхности. Однако малая производительность труда забойного рабочего, большая трудоемкость по управлению кровли, большой расход лесоматериалов и большая себестоимость 1 т руды делают систему малоэффективной.

Контрольные вопросы:

1. Назовите сущность системы.
2. Достоинства системы.
3. Недостатки системы.

2.4. СИСТЕМЫ С ОБРУШЕНИЕМ РУДЫ И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД

В этот класс входят как бы два подкласса: системы разработки с обрушением только лишь вмещающих пород (системы слоевого обрушения) и с обрушением руды и вмещающих пород (подэтажное и обрушение). Следует отметить, что столбовая система разработки с обрушением налегающих пород в горнорудной промышленности в настоящее время не применяется.

2.4.1. Системы разработки слоевого обрушения

Сущность системы заключается в том, что месторождение или рудничное поле, подготовленное этажным способом, разделяется на отдельные выемочные блоки, запасы руды в которых отрабатываются горизонтальными слоями сверху вниз, со шпуровой отбойкой руды из ортов-заходок, со скреперной доставкой и управлением кровли обрушением вмещающих пород под прикрытием древесного мата (рис.40).

Параметры системы разработки: длина блока 40-60 м, высота 40-50 м, ширина блока от 2-3 до 15-20 м, т.е. равняется мощности рудного тела. Длина орта-заходки ограничивается 30 м с точки зрения безопасности и ухудшением условий проветривания. Ширина заходки 2,5-

3,0, высота 1,8-3,0 м.

Условия применения. Мощности рудного тела от 2,5-3,0 м до 12-30 м, угол падения крутой. Руда некрепкая, неустойчивая и средней устойчивости. Вмещающие породы также неустойчивые, средней устойчивости и легко обрушающиеся. Руда ценная, несклонная к самовозгоранию. Глубина разработки 150-200 м и не более. Допускается обрушение поверхности.

При подготовительных работах проводят откаточные 1 слоевые штреки 2, материально-ходовой восстающий с рудоспускным отделением 3. нарезные работы при этом варианте системы разработки отсутствуют, если не считать выемки первой уходки 4 заходки 5, т.е. данная нарезная работа совпадает с началом развития очистной выемки. Можно утверждать, что очистных работы аналогичны проходке горизонтальной горной выработки с той лишь разницей, что процесс управления кровлей уделяется больше внимания. В частности, рамная крепь вразбежку (рис. 40) затягивается горбылями по бокам и кровле заходки с таким расчетом, чтобы обрушаемые налегающие пустые породы не проникали в очистную выработку (заходку). После установки крепи и уборки руды на почву заходки укладывают бревна с таким расчетом, чтобы при выемке нижележащего слоя 6 можно было бы их подхватить стойками рамного крепления. Такая конструкция крепи позволяет образовать такой слой древесного мата, который, во первых, позволит регулировать процессом обрушения слоя (заходки), а во вторых, снизить величину разубоживания руды.

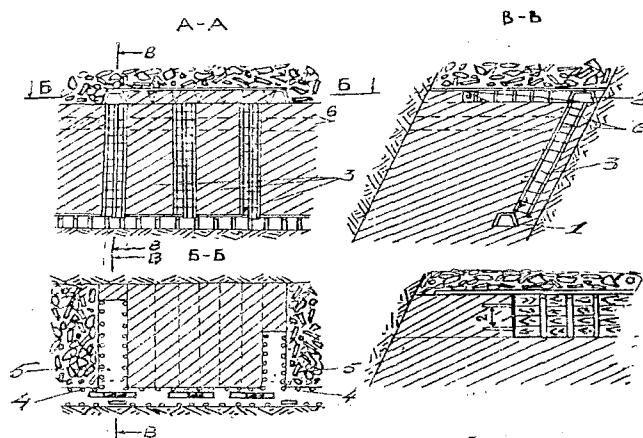


Рис. 40. Слоеое обрушение с прямым скреперованием

После выемки запасов заходки и укладки кругляка на почве её готовят к обрушению. В нескольких стойках крепи пробуривают короткие шпурсы, закладывают в них по пол патрона и взрывают. Кровля выработки обрушается и заполняет выработанное пространство.

Очистной забой при рассматриваемой системе всегда является тупиковым забоем. Поэтому с целью улучшения проветривания на пересечении слоевого штрека и выемочной заходки устанавливают вентилятор местного проветривания.

Прямое скреперование руды в рудоспуск ограничивает длину блока и вызывает необходимость увеличения количества материально-ходового восстающего. Этот недостаток устранения в варианте системы разработки слоевого обрушения с выемкой лавой (рис. 41) авторов А.А.Грибинина и Н.А.Еникеева [3]. В горно-технической отечественной литературе известны и другие варианты системы разработки слоевого обрушения с выемкой лавой [5,6]. На практике все они в настоящее время применяются, поэтому их здесь не рассматриваем.

Производительность труда забойного рабочего не превышает 4-5 т/см. Себестоимость по системе 1400 тенге/т, рудничная себестоимость составляет 3500 тенге/т, потери и разубоживание руды 3-4 %, расход ВВ на 3 т руды 0,3-0,35 кг/т, расход лесоматериала 0,009-0,12 м³/т, расход подготовитель - нарезных выработок 4-6 н.м./1000 т.

Из технико-экономических показателей видно, что главными достоинствами системы являются т малые потери и разубоживания. По этим показателям системы слоевого обрушения не уступают системе разработки с креплением и закладкой. По гибкости применения эти две системы разработки равнозначны.

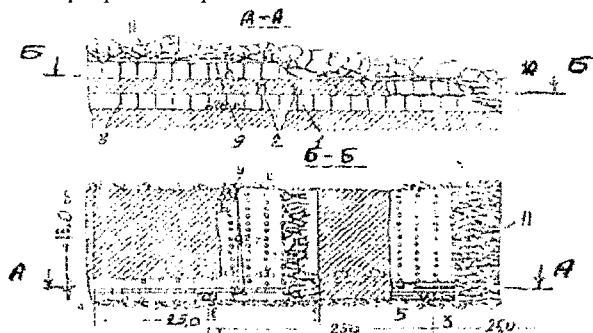


Рис.41. Система разработки слоевого обрушения с выемкой лавой:

- 1 - аккумуляющий штрек; 2 - дучки; 3 - восстающий; 4 - рельсовый путь; 5 - настил;
6 - скреперная лебедка; 7 - скрепер; 8 - металлические стойки; 9 - отбитая руда;
10 - выработанное пространство; 11 - мат

К сожалению, недостаток у рассмотренной системы разработка больше, чем достоинств. В частности, малая производительность труда забойного рабочего, большая трудоемкость процессов очистной выемки, большая себестоимость 1 т руды, малая интенсивность разработки, пожароопасность и невозможность сохранения земной поверхности делают систему разработки малоэффективной.

Контрольные вопросы

1. Назовите две крупные группы этого класса
2. Специфические условия применения
3. Как объяснить условия: «Руда должна легко обогащаться»

2.4.2. Системы разработки подэтажного обрушения

Стремление горняков к повышению производительности труда как по системе, так и забойного рабочего, снижению себестоимости и появлением эффективного бурового оборудования привели к увеличению высоты отбиваемого слоя. Так, система разработки подэтажного обрушения с применением мата [6, стр. 467, рис. 252] позволили увеличить высоту отбиваемого слоя (высоты подэтажа) до 7-8 м. Варианты системы разработки подэтажного обрушения грушевидными заходками, закрытый веер, камеры над дучками [20, стр.475, рис.256], [4, стр.291, рис. 162], также являются дальнейшим развитием системы слоевого обрушения. Названные варианты в настоящее время не применяются, так как они имели существенные недостатки. Ниже приводятся варианты системы разработки подэтажного обрушения, которые нашли применение на отдельных рудниках как в нашей стране, так и за рубежом.

Системы разработки подэтажного обрушения с применением горизонтальных глубоких скважин. Рудничное поле, подготовленное этажным способом, разделяется на отдельные выемочные блоки, запасы руды в которых отрабатываются (разделением этажа на подэтажи) с отбойкой руды горизонтальными скважинами на нижние компенсационные камеры на всю высоту подэтажа со скреперной доставкой и управлением кровли обрушением руды и вмещающих пород (рис. 42).

Длина блока 40-60 м. Высота блока 60-80 м, подэтажного - 15-40 м.

Подготовительные работы в блоке включают проходку полевого откаточного 7 и вентиляционного 11 штреков, полевого вентиляционного восстающего 5, этажных рудоспусков (рудных восстающих 4), которые играют роль и буровых восстающих. Вентиляционные восстающие 8 также являются подготовительными выработками.

Нарезные работы начинаются с проходки 2-х подэтажных соеди-

нительных 12 ортов. Эти орты иногда называются хозяйственными и лебедочными. Из соединительных ортов через каждые 10-12 м проходят подэтажные доставочные 6, они же скреперные штреки. По длине этих штреков на 5-6 м друг от друга проходит двухсторонние дучки 3 с верхней разворонкой. На уровне этих воронок проходят две подсечные штреки 13 размерами 3х3, которые с помощью коротких веерных шпуров разделяются в горизонтальные компенсационные камера 14 высотой 5-6 м.

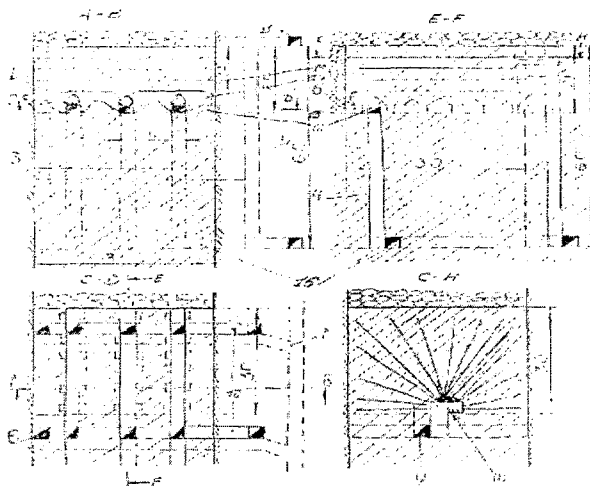


Рис.42. Система разработки подэтажного обрушения горизонтальными скважинами
1 - подсечная камера; 2 - целик; 3 - дучка; 4 - рудный восстающий; 5 -полевой восстающий; 6 - подэтажный штрек; 7 - откаточный штрек; 8 -вентиляционный восстающий; 9 - буровой восстающий; 10 - буровая камера

К моменту окончания образования компенсационной камеры на подэтаже заканчивается бурение веерных горизонтальных скважин 15. Расстояние между рядами (ЛНС) скважин 1,7-2,5 м, редко 2,8.. 3,0 м. Взрывание скважин производится на полную высоту подэтажа. За обрушенной массивом рудой обрушаются и налегающие вмещающие породы, которые в процессе выпуска руды из дучек на скреперную дорожку заполняют отработанное пространство. Выпуск руды из дучек прекращают с появлением пустых пород. После отработки запасов верхнего подэтажа отрабатывают нижний подэтаж.

Выпуск и доставка руды производят скрепером в этажные рудоспуски 4, выходящие на этажный откаточный орт 16.

Для применения этого варианта системы разработки необходимо, чтобы мощность рудного тела была не менее 20-30 м, угол падения крутой, при большой мощности может быть горизонтальным. Руда средней и нижесредней ценности, не обладающая свойствами самовозгорания, слеживая и окисления. Лет 15-20 назад все системы разработки с обрушением применяли без ограничения глубины разработки. В настоящее время с ужесточением экологических требований глубина разработки не должна превышать 60-800 м, так как при большой глубине возрастает площадь земли, подлежащая обрушению. Одним из главных условий применения систем разработки с обрушением вмещающих пород является допустимость обрушения поверхности. Вмещающие породы должны легко обрушаться и желательно содержали бы полезные компоненты хотя бы ниже принятой величины промышленного минимального содержания металла в руде.

Производительность труда забойного рабочего 25-28 т/см, потери и разубоживание 18-25 %. Расход подготовительно-нарезных выработок 12-46 п.м./1000 т, расход ВВ незначительный. К достоинствам следует отнести относительно большую производительность труда забойного рабочего и низкую себестоимость по системе, хорошие условия проветривания.

Недостатками этой системы являются большие потери и разубоживание, большой выход негабарита (до 8-12%), большой объем подготовительно-нарезных работ, невозможность сохранения дневной поверхности и жесткие условия применения.

Дальнейшее совершенствование систем разработки привело к созданию варианта подэтажного обрушения с отбойкой в зажатой среде с погрузкой и доставкой руды самоходным оборудованием (рис. 43). При этом варианте шпур бурят с помощью самоходных бурильных установок. Руду отбивают на почву подэтажных выработок, что позволяет отказаться от дучек, подсечек и отрезных щелей.

На рис. 44 руду отбивают секциями [35] толщиной 2-7 м на ранее обрушенные породы веерными скважинами также на почву подэтажных выработок 1. Буровую выработку 3 проводят выше доставочного орта, оставляя рудный козырек 3 толщиной 5-7 м. При высоте подэтажа до 20 м шаг обрушения защитой козырька принимают равным толщине слоя, при большой высоте подэтажа козырек обрушают в 2-3 приема.

На рис. 45 показана система разработки подэтажного обрушения в зажатой среде вибровыпуском и виброконвейерной доставкой руды.

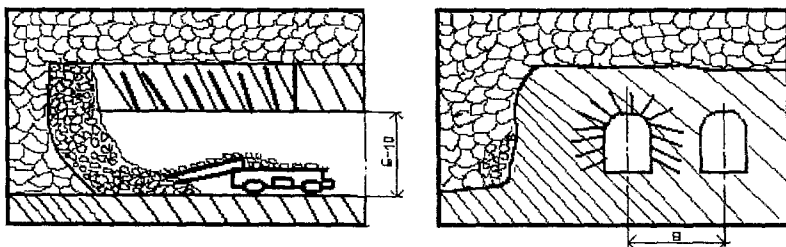


Рис. 43. Система разработки подэтажного обрушения с отбойкой руды в зажиме с применением самоходного оборудования

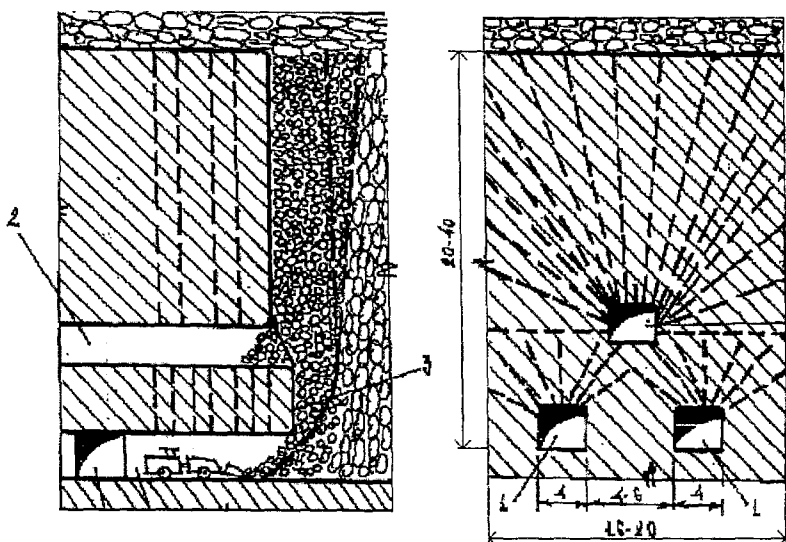


Рис. 44. Вариант подэтажного обрушения с отбойкой руды в зажиме с применением самоходных машин

Рассмотренные последние три варианта подэтажного обрушения имеют производительность труда забойного рабочего до 45 – 60 т/см, низкую себестоимость и малый объем подготовительно-нарезных выработок 4-6 п.м./1000. За счет лучшего использования энергии взрыва в зажиме выход негабарита так же незначителен. При отступающем способе отработки запасов рудничного поля потери руды в междуканальных целиках отсутствуют (10-12%). Разубоживание при соблюдении планаграммы выпуска можно снизить до 8-10%, которое фактически составляет 25-28%.

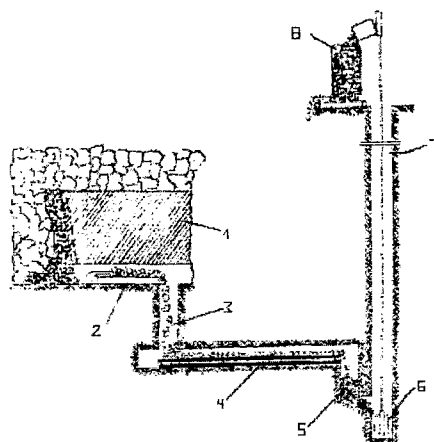


Рис. 45 – Схема торцевого выпуска руды при поточной организации работ:
1 – подэтаж; 2 – конвейер в подэтажной выработке; 3 – рудопуск; 4 – конвейер на основном горизонте; 5 – бункер; 6 – скип; 7 – ствол; 8 – бункер на поверхности

Применение вибропитателей и виброконвейеров дает возможность организовать циклично-поточную технологию очистных работ, что значительно повышает интенсивность разработки запасов рудничного поля со всеми вытекающими отсюда положительными выводами.

Схема торцевого выпуска руды при поточной организации работ показана на рис. 46.

Контрольные вопросы:

1. Условия применения систем подэтажного обрушения
2. Достоинства и недостатки
3. ТЭП показатели

2.4.3. Система разработки этажного обрушения

Дальнейшее развитие слоевого и подэтажного обрушения привело к созданию конструкции систем этажного обрушения. Если при слоевых системах разработки максимальная высота вынимаемого слоя составляла 3-5 м и при подэтажном обрушении от 20 до 40 м, то при системах этажного обрушения руду обрушают на всю высоту этажа. Вариантов этой системы разработки, так же как и систем подэтажного обрушения, на практике встречается множество. Рассмотрим из них более существенные.

Система разработки этажного принудительного обрушения на нижние

компенсационные камеры. Рудничное поле, подготовленное этажным способом, разделяется на отдельные выемочные блоки, запасы руды в которых отрабатывается с отбойкой горизонтальными веерными скважинами с массовым обрушением на всю высоту этажа со скреперной доставкой и управлением кровли с обрушением руды и вмещающих пород.

Длина блока — 60 м, высота 60 м, ширина 50 м. Расстояние между рядами скважин 2,6 – 5,0 м. Остальные параметры системы разработки показаны на рис. 47.

Для применения этой системы мощность рудного тела должна быть выше 20 – 30 м. Угол падения крутой при мощности 25 – 30 м, и любой при большой мощности. Руда средней крепости, способна дробиться на мелкие части, но не превращаться в мелочь. Вмещающая порода любой крепости способная легко обрушаться. Руда средней и нижесредней ценности, не способная самовозгораться, окисляется и слеживается. Вмещающие породы желательно содержали бы полезные компоненты, руда легкообогатимая. Применение системы разработки допускает обрушение земной поверхности.

При подготовительных работах проводит полевой откаточный 1 и вентиляционный 2 штреки, полевой, вентиляционный, восстающий 3, откаточный орт 4, буровые восстающие 5.

Нарезные работы начинаются с 8 – и рудоспусков 6, 2-х соединительных ортов 7, вентиляционного орта 8, 4-х вентиляционных сбоек 9. Из соединительных ортов 7 навстречу друг другу методом совмещения горных работ во времени проходят скреперные штреки 10. Их в блоке 4, Расстояние между ними 12 м. В скреперном штреке через каждые 6 метров проходят двухсторонние дучки. Их в блоке 72. Дучки в верхней части разравниваются. На уровне воронок проходят два штрека, называемые подсечными штреками 3х3 м. В этих штреках пробуривают вертикальные веерообразные скважины, с помощью которых образуют компенсационные камеры высотой 13-14 м. Компенсационная камера является последней нарезной выработкой в блоке. Расположение скважин в слое показано на рис. 48. Взорванная массовым взрывом руда заполняется в компенсационную камеру и выпускается из дучек на скреперную дорожку и по ней скреперами доставляется к блоковым рудоспускам.

Вместе с обрушенной рудой обрушаются породы, которые по мере выпуска руды заполняют отработанное пространство.

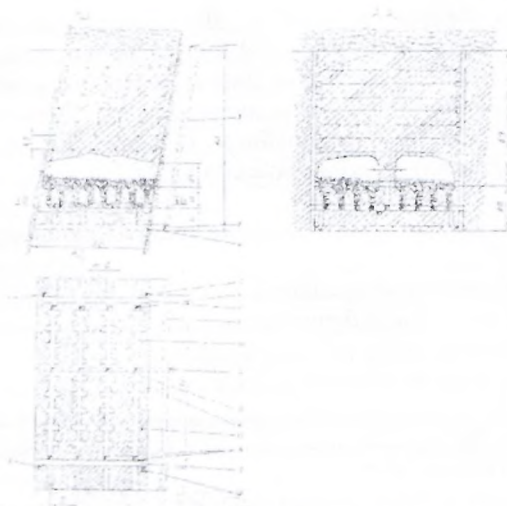


Рис. 47. Система этажного принудительного обрушения на нижние компенсационные камеры:

1 - полевой откаточный штрек; 2 - полевой вентиляционный штрек; 3 - полевой вентиляционный восстающий; 4 - откаточный орт; 5 - буровые восстающие; 6 - рудоспуски; 7 - соединительные (лебедочные, хозяйственные) орты; 8 - вентиляционный орт; 9 - вентиляционные сбойки; 10 - скреперный штрек; 11 - дучки

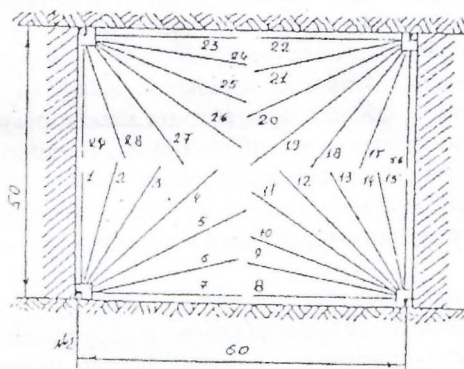


Рис. 48. Система расположения скважин в забое

Суточная производительность блока по выпуску руды, а, следовательно, и производительность труда забойного рабочего зависит от интенсивности выпуска руды из дучек. При большом выходе негаба-

рита в дучках часто образуются "пробки". Ликвидируют же их вручную с применением металлических ломов и кувалды или взрыванием накладных зарядов. Единственный путь снижения выхода негабарита - это правильный выбор оптимальных параметров скважинной отбойки, в первую очередь ЛНС, диаметра, глубины, минимального и максимального расстояния между концами скважин и т.д.

Технико-экономические показатели системы разработки

Суточная производительность блока, т/сут.....	2100
Производительность труда бурильщика, т/см.....	270
Производительность труда забойного рабочего, т/см.....	80
Себестоимость руды по системе, тенге/т.....	700-850
Потери руды, %.....	15
Разубоживание, %.....	11
Расход ВВ на 1т руды, кг/т.....	0,35
Расход подготовительно-нарезных выработок на 1000 т извлекаемых запасов, п.м. на 1000 т.....	19,6

Как видно из ТЭП сама система высокопроизводительна, производительность труда забойного рабочего также высокая. Себестоимость по системе низка. Все это является достоинством системы разработки. К недостаткам следует отнести большой выход негабарита (до 12-15%) и большой объем подготовительно-нарезных работ и не возможность сохранения дневной поверхности.

Дальнейшее совершенствование системы разработки должно идти по пути снижения выхода негабарита и объема подготовительно-нарезных работ. Если выход негабарита можно регулировать, подбирая оптимальные параметры отбойки руды, то снижение объема подготовительно-нарезных выработок можно достичь совмещением горизонтов откатки, доставки и подсечки в один горизонт, а также отказавшись от компенсационных камер и отрезных щелей.

Контрольные вопросы:

1. Чем отличается система слоевого обрушения от поэтажного?
2. На каких рудниках применяются системы этажного обрушения?

3. ТЭП системы этажного обрушения

На руднике применение отбойки руды в зажиме позволило сократить объем капитальных и подготовительных работ на 39,7 %, на Таштагольском 24 %, достигнув расхода ПНВ на 1000 т. руды 2,15 м [39].

Главным преимуществом описываемых систем разработки является возможность организации циклично-поточной технологии очистных работ за счет применения вибропитателей и виброконвейеров. На рисунке 12.4 показано, как руда из очистных забоев трех этажей вибропитателями и виброконвейерами доставляется до капитальных рудоспусков, а далее - по концентрационному горизонту до ствола шахты. Вариант современный и высокопроизводительный. Так, суточная производительность блока №24 на Абаканском руднике с 3400 т, а производительность рабочего по выпуску 800 т/см. На Шерегесском руднике в блоке №34 производительность достигла 400 т/смену [39]. Производительность труда забойного рабочего колеблется в зависимости от варианта системы разработки от 45 до 65 т/см при себестоимости по системе 0,65-0,85 тенге/т.

К недостаткам системы следует отнести большое разубоживание руды, трудные условия проветривания и жесткие условия проветривания и применения.

Совершенствование системы следует вести по пути внедрения станков для бурения скважин с программным управлением [29], [33]. Внедрение вибропитателей, виброконвейеров, станков программного бурения приблизит возможность создать безлюдную выемку.

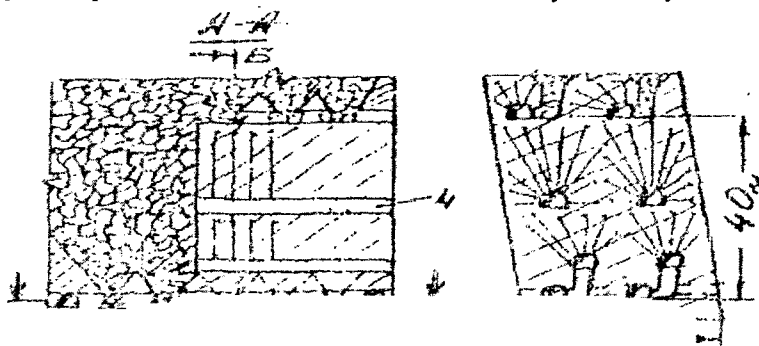


Рис. 49. Система разработки этажного обрушения с отбойкой руды в зажиме с выпуском и скреперной доставкой

2.4.4. Системы этажного принудительного обрушения с отбойкой руды в зажиме

Различные варианты систем разработки этажного принудительного обрушения с отбойкой руды в зажиме появились за последние 15-20 лет. Развивались варианты совершенствования так называемого

«шведского варианта подэтажного обрушения» [5], [36]. В настоящее время известно большее количество вариантов рассматриваемой системы. Таштагольский вариант системы этажного обрушения описан ещё в 1972 году в работе К.А.Кристина и др. [37]. В работе С.Л.Шаширина [37] и др. рассмотрена система этажного обрушения с отбойкой в зажатой среде. В работе О.С.Брюховецкого и др. [33] имеется вариант подэтажного обрушения с отбойкой руды в зажатой среде. К сожалению, этажному варианту место в работе не нашлось.

На рис. 49 показана система этажного обрушения с отбойкой руды в зажиме с выпуском и скреперной доставкой. Хотя в этом варианте и не отказались от трех горизонтов (откаточного, доставочного и бурового), но все же за счет применения отбойки руды в зажиме удалось снизить объем подготовительно-нарезных работ на 3-5% и увеличить производительность труда забойного рабочего до 30-35 т/см за счет равномерного дробления руды и увеличения интенсивности выпуска руды. Однако скреперная доставка сдерживала дальнейшее повышение производительности труда забойного рабочего. Широкое внедрение самоходного оборудования на очистных работах привело к созданию варианта системы этажного обрушения с отбойкой руды в зажиме (рис. 49). Данный вариант хотя и позволил совместить три горизонта в один горизонт, снизить объем подготовительно-нарезных работ и повысить производительность, как по системе, так и рабочих на очистной выемке, однако необходимость проходки горных выработок большого сечения снижает общую эффективность системы разработки.

Наиболее перспективными вариантами этой системы являются варианты, где широко применяются вибропитатели и виброконвейеры, три вида из которых показаны на рис. 50, 51, 52.

Полевой откаточный штрек, транспортный орт, он же соединительный и хозяйственный орт и доставочный штрек вместе с вентиляционным восстающим являются подготовительными выработками. Нарезные выработки включают проходку бурового штрека и единственного отрезного восстающего и отрезной щели, проходимых в каждом крыле шахтного поля. Первую ведут на эту отрезную щель, последующие ряды скважин отбивают на взорванную руду. Такой способ отбойки, как известно, позволяет наиболее полно использовать энергию взрыва, снизить выход негабарита, обеспечить кучность взрыва, что в свою очередь позволит увеличить производительность по вибровыпуску и вибродоставке. Это так называемые «достоинства отбойки руды в зажиме». Есть и технологические достоинства. Например, существенно снижается объем подготовительно-нарезных выработок за счет совмещения трех горизонтов в один горизонт, за счет применения

отступающего способа обработки рудничного поля. Как известно, при отступающем способе обработки этажи по простиранию на блоки, камеры или панели можно не делить.

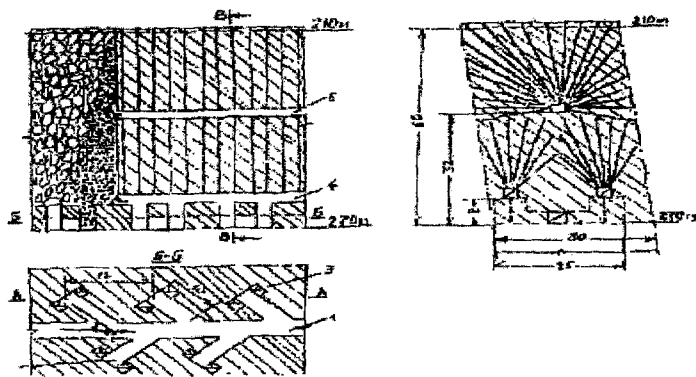


Рис. 50. Система этажного обрушения отбойкой в зажиме с погрузкой и доставкой руды самоходным оборудованием

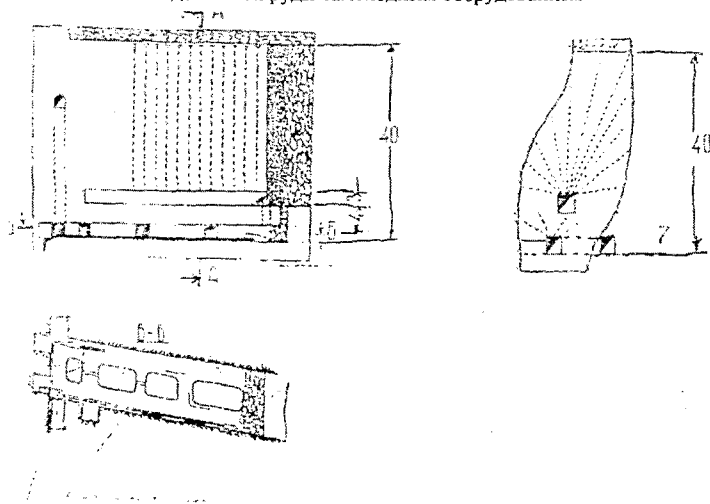


Рис. 51. Система принудительного этажного обрушения с торцовым
вибрационным выпуском руды

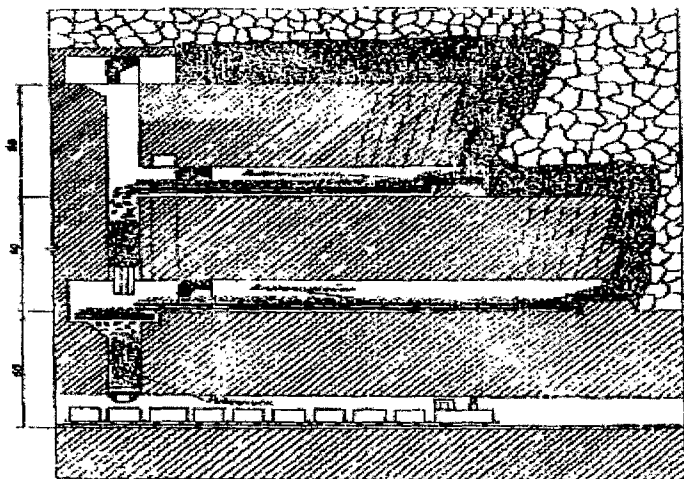


Рис. 52. Система разработки этажного обрушения с отбойкой руды в зажиме с вибровыпуском и виброконвейерной доставкой

Контрольные вопросы:

1. Достоинства этих систем
2. Сдерживающие факторы применения систем этого класса
3. На каких рудниках применялись и применяются эти системы

3. ВЫБОР СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Выше была описана лишь незначительная часть известных систем разработки рудных месторождений. Ещё в 1969 году О.А.Байконуров [3] писал о том, что известно около 3000 систем разработки. За последние 20 лет появилось не менее 500 систем разработки. Ориентироваться в таком "море систем разработки" затруднительно. Изучать системы разработки можно, соблюдая порядок и последовательность изложенный в 3-ем разделе данной работы. Для выбора наиболее целесообразной системы разработки также следует соблюдать строгий порядок и определенную последовательность. От правильно выбранной системы разработки в конечном итоге зависят все технико-экономические показатели работы рудника и менять принятую систему разработки во время эксплуатации запасов шахтного поля по меткому выражению известного специалиста по разработке рудных месторождений Сперра "все равно, что менять лошадей во время пересечения потока" [40].

На практике имеются примеры неправильного выбора систем разработки. Одно из них - Текелийское месторождение, для которого была вначале принята система этажного принудительного обрушения без учета фактора самовозгораемости руды. Для тушения возникшего подземного пожара была рекомендована система разработки с закладкой. Хотя очаг пожара удалось ликвидировать, убытки составляющие ежегодно десятки млн.руб., привели рудник к банкротству и он в настоящее время получает государственную дотацию.

Система разработки с закладкой принятая на Соколовском руднике ежегодно приносит около 8 млн. убытка. Если заменить существующую систему на систему этажного принудительного обрушения, то рудник начнет работать с прибылью.

В настоящее время известно большое количество методик, посвященных выбору систем рудных месторождений, многие из которых глубоко проанализированы в работе академика О.А.Байконурова [3]. В данной работе рассмотрены методики, которые оказали влияние на дальнейшее развитие горной науки, на её существенный раздел «Выбор системы разработки».

Выбор системы разработки все исследователи делят на два этапа.

На первом этапе методом прямого отбора по укрупненным горно - геологическим и горно-техническим факторам, оказывающим существенное влияние на выбор системы разработки, отбирают несколько наиболее приемлемые системы разработки. При выполнении работ этапа используют нижеприведенную общеизвестную таблицу 8.

Из курса рудничной геологии известно, что по форме рудные тела могут быть пластовые, пластообразные, столбообразные, трубообразные, лентообразные, жильные, сближенные залежи и рудные тела, свита пластов и рудных тел. Конечно, при разработке лентообразных рудных тел наибольший эффект дадут панельно-столбовые и сплошные системы разработки, в другие классы, за исключением столбовых с креплением и обрушением, неприемлемы.

Как известно, по мощности рудные тела делятся на весьма тонкие - до 0,5 м, тонкие 0,5 м, средней мощности 1,3-3,5 м, мощные 3,5-15 м и весьма мощные - свыше 15 м. Для потолкоустойчивых систем разработки с распорной крепью наилучшей мощностью является мощность 1,1 -1,2 м. При таких мощностях нельзя применить системы разработки слоевого, этажного и подэтажного обрушения. Влияние мощности рудного тела на производительность труда забойного рабочего, а, следовательно, и на себестоимость общеизвестно. Поэтому учет влияния мощности рудного тела на выбор системы разработки является существенным.

Горизонтально залегающие (до 3° - 5°), пологопадающие (от 5° до 25 - 30°), наклонные (от 30° до 45°) и крутопадающие рудные тела (свыше 45°) в первую очередь предопределяют способ выпуска, погрузки и доставки руды. Так, при горизонтальных углах падения наилучшего результата можно получить, применив погрузку и доставку руды самоходным оборудованием; сплошные, камерно-столбовые, панельно-столбовые, панельно-столбовые системы разработки, как известно, без каких-то дополнительных объемов подготовительно-нарезных работ при соответствующих мощностях позволяют широко принять самоходное оборудование. Правда, практика показала [42], [43], [44], [45], что при любых, углах падения рудного тела можно применять самоходное оборудование, но объемы работ по подготовке и нарезке, пусть даже незначительно, возрастают. При наклонных и крутых углах падения вообще можно отказаться от механизированного способа доставки применить доставку под действием силы собственного веса и силы взрыва.

Если характер контакта рудного тела и вмещающих пород ясно выраженный, то нет необходимости применять системы разработки с массовым обрушением. В этих условиях селективная выемка с мелкошпуровой отбойкой, дающие наименьшее разубоживание, сыграет решающую роль. И, напротив, при неясно выраженных контактах валовый способ выемки, т.е. системы разработки с массовым обрушением, может решить успех дела.

Таблица 8

Первый этап работы по выбору системы подземной разработки рудных месторождений

	Факторы, влияющие на выбор системы разработки	Характеристика фактора применительно к разработке данного месторождения	Возможные системы разработки по каждому из факторов
	Постоянные факторы		
1	Форма рудного тела		
2	Мощность рудного тела		
3	Угол падения рудного тела		
4	Характер контакта рудного тела со вмещающими породами		
	Переменные факторы		
5	Нарушение залегания рудного тела		
6	Устойчивость руды и другие её физические свойства		
7	Устойчивость вмещающих пород и другие её физические свойства		
8	Характер распределения рудных минералов в рудном теле		
9	Минералогический состав вмещающих пород		
10	Ценность руды		
11	Склонность руды к самовозгоранию, окислению и слежению		
12	Глубина разработки рудного тела		
13	Гидрогеологические условия разработки		
14	Возможность нарушения земной поверхности и вмещающих пород		
15	Прочие факторы, влияющие на выбор системы разработки		

Изменение угла падения, направления простирания, мощности, наличие сдвигов и сбросов резко осложняют работу по выбору систем разработки, т.к. учесть эти факторы не только в комплексе, но и каждый фактор в отдельности практически затруднительно. Так, в зоне развитой флексуры на Жезказганском месторождении для горизонтальных и пологих залежей панельно-столбовую систему разработки, для крутопадающих рудных тел систему разработки, а для крутопадающих рудных тел систему разработки подэтажных штреков. На Миргалимсайском месторождении на пологих маломощных залежах применения камерно-столбовую систему разработки, при наклонных же углах падения - систему разработки с доставкой с доставкой руды

силой взрыва.

В горнотехнической литературе известны следующие сочетания устойчивости руды и вмещающих пород. Группа А. Устойчивая руда. Устойчивая вмещающая порода. Группа Б. Устойчивая руда. Неустойчивая вмещающая порода. Группа В. Неустойчивая руда. Устойчивая вмещающая порода. Группа Г. Неустойчивая руда. Неустойчивая вмещающая порода. Если для группы А приемлемы все шесть групп первого класса, то для группы Г только системы разработки с закладкой. При устойчивой руде и неустойчивой вмещающей породе возможно применение систем с магазинированием шпуровой отбойкой и с обрушением вмещающих пород. Следует отметить, что устойчивость руды и вмещающих пород оказывает решающую роль при выборе системы разработки.

Характер распределения рудных минералов в рудном теле, т.е. наличие пустых пород, чередование участков богатых и бедных руд, наличие различных сортов полезного ископаемого в первую очередь предопределяют применение селективной или валовой выемки. При системах с креплением и закладкой возможна селективная выемка, а при системах с магазинированием и обрушением селективный способ выемки применить нельзя. Данный фактор следует рассматривать как регулятор показателя разубоживания, с одной стороны, и как главный, фактор повышение производительности по системе и снижение себестоимости 1 т руды за счет применения селективного или валового, способа выемки с другой.

Минералогический состав вмещающих пород, т.е. имеется ли во вмещающих породах металл с содержанием ниже или близко к величине промминимума, характерен для систем разработки с магазинированием руды, когда породы всякого бока ухудшают показатель разубоживания. Сказанное еще более касается систем разработки принудительного обрушения, когда проникновение вмещающих пород в руду увеличивает коэффициент разубоживания.

Известно, что по ценности рули бывают бедные, средней ценности, ценные и весьма ценные. Показатель ценности это содержание металла (металлов) в руде. При бедных рудах можно принять систему этажного принудительного обрушения с отбойкой руды в зажиме (Таштагольский вариант). При весьма ценных рудах система разработки с твердеющей закладкой оправдывает трудовые и материальные затраты. Системы разработки с закладкой оправдательные и тогда, когда руда ценная, средней и нижнесредней ценности и когда необходимо сохранить земную поверхность как промышленную площадку и как сельскохозяйственные угодья или как экологический чистый объект.

Если руды, склонные к самовозгоранию (содержание серы в рудах более 18-20%) то системы с магазинированием и обрушением применять нельзя. Окисляемость и слеживаемость руд также не позволяет применять названные системы разработки.

Глубина разработки рудного тела. При неглубоком залегании (до 40-600 м) приемлемы все системы разработки. При глубине 600-1200 м и более все системы разработки первого класса неприемлемы, т.к. размеры всех видов целиков увеличиваются. С увеличением глубины разработки количество применяемых систем разработок сокращается. Связано это с увеличением горного давления, появлением горного удара и стреляния горных пород.

Гидрогеологические условия разработки по своему оказывают влияние на выбор системы разработки. При простых гидрогеологических условиях разработки, когда приток воды не превышает 800 м³/час, применяются все известные системы разработки. При сложных (800-1000 м³/час) применение отдельных, особенно высокопроизводительных систем разработки, ограничивается.

Возможность нарушения поверхности земли и вмещающих пород связано с экологическими проблемами окружающей среды. Острота экологических проблем в настоящее время полностью исключают применения систем разработки с обрушением вмещающих пород.

К прочим факторам, влияющим на выбор системы разработки, можно отнести наличие подъездных путей, обогатительной фабрики, лесоматериалов, ЛЭП и др. Так, отсутствие подъездных путей, ЛЭП и обогатительной фабрики не позволяет применять высокопроизводительные системы разработки, а дефицит лесоматериалов в регионе - отказаться от систем разработки с креплением.

В таблицу 9 в 3-ю графу вносят характеристику каждого фактора по конкретному месторождению. В 4-ю графу записывают возможно приемлемые системы по каждому фактору. Их при ручной работе может быть не более 4-5 и при выборе с применением ЭВМ – неограниченное количество.

Если при выборе системы разработки почти все исследователи на 1-м этапе едины во мнениях, то на 2-м этапе все авторы окончательный выбор производят по различным показателям. Так, по методике К.М.Чарквиани [40] окончательная экономическая оценка системы производится сравнением извлекаемой ценности и себестоимости 1 т руды по формуле

$$P_p A_3 \left[\frac{\alpha'}{100} (1 - 0.01 \beta'') - \frac{\alpha'}{100} (1 - 0.01 \beta') \right] \frac{\alpha''}{100} \cdot \Theta''_{II} - \frac{\alpha'}{100} \cdot \Theta'_{II},$$

где P_p - оптово-отпускная цена за 1 тонно-процент, тенге/т %;

A_3 - содержание полезного компонента ископаемого в месторождении, %;

$\alpha', \alpha'', \beta', \beta''$ - потери и разубоживание руды соответственно при 1-й и 2-й системах, %;

Θ'_d, Θ''_d - себестоимость добычи 1 т товарной руды соответственно при 1-й и 2-й системах, тенге/т.

П.И.Городецкий [46] рекомендует выбор системы производить по показателю рентабельности промышленного использования руды по формуле:

$$\alpha_1 = \frac{V_1 - U_1}{U_1} \cdot 100, \%,$$

где V_1 - ценность 1 т руды, тг/т;

U_1 - суммарные расходы по добыче, транспорту и переработке 1 т добытой руды, тг.

М.И.Агошков [20] считает целесообразным сравнением систем разработки производить по участковой себестоимости добычи 1 т (франко-люк, C_{np}) с учетом экономического ущерба от разубоживания Y_p и потерь Y_{np} , таким образом, задача сводится к решению следующей модели:

$$(C_{np} + Y_p + Y_{np}) \rightarrow \min$$

С.Я.Рачковский [47] экономическую эффективность системы разработки определяют по формуле:

$$\Xi = (C_2 - C_1) - [(Y_{n2} - Y_{n1}) + (Y_{p2} - Y_{p1})], \text{тг/т},$$

где C_1, C_2 - себестоимость добычи 1 т руды по вариантам систем, тг/т;

Y_{n1}, Y_{n2} - ущерб от потерь по вариантам систем разработки, тг/т;

Y_{p1}, Y_{p2} - то же, от разубоживания, тг/т.

Р.П.Каплунов [5] степень эффективности систем разработки рекомендует оценивать, пользуясь коэффициентом эффективности:

$$\eta = \frac{\Theta_v}{\Theta} = \frac{\Theta_v}{\Theta_1 + \Theta_n + \Theta_p} = \beta_v [P - W(\Theta_1 + \beta \cdot \Theta_n)]$$

где Θ_M - промышленная ценность добытой руды, тенге/т;

Θ - обобщающий показатель эффективности системы

$$\Theta_c = \frac{2}{3} \Theta_d,$$

где Θ_d - полная себестоимость добычи, тг/т.

Ущерб от потерь:

$$\Theta_p = d \left(\frac{П - 0,01ПR}{100 - П} \right), \text{ тг},$$

где $d \left(\frac{П - 0,01ПR}{100 - П} \right)$ - количество потерянной руды, т;

П - потери, %;

R - разубоживание, %.

Ценность 1 т потерянной руды с учетом амортизации основных средств:

$$d = (C_a + \frac{q}{1 - 0,01R}),$$

где C_a - амортизация основных средств на 1 т балансового запаса;

q - ценность 1 т потерянной руды:

$$q = \Theta_M - \Psi \Theta_M$$

$$\Psi = 0,3 - 0,5$$

Ущерб от разубоживания:

$$\Theta_p = \left[\left(\frac{\alpha_m - \alpha_d}{\alpha_m} \right) \cdot \Theta_{дтп} + \Delta_p \right] + 0,01W \cdot P \cdot \alpha_m, \text{ тг/т},$$

где $\frac{\alpha_m - \alpha_d}{\alpha_m} = 0,01R$ - коэффициент разубоживания;

α_m - содержание полезного компонента в массиве, %;

α_d - содержание полезного компонента в руде, %;

$\Theta_{дтп}$ - суммарная стоимость добычи, транспортировки и переработки 1 т руды, тг/т;

Δ_p - увеличение стоимости переработки 1 т разубоживанной руды, тг/т;

W - снижение извлечения металла(%) при переработке разубоживанной руды по сравнению с извлечением металла при переработке руды с содержанием в рудном массиве, %;

P - государственная цена тонны - процента металла, тг/т.

О.А.Байконуров[3] на втором этапе выбора системы разработки рекомендует производить методом сравнительной оценки с учетом сово-

купности критериев оптимальности по наименьшей норме вектора.

Работа выполняется в следующей последовательности:

1. Составляется матрица критериев оптимальности по таблице 9.

Таблица 9

Критерий оптимальности

№	Наименование критерий оптимальности	варианты				
1	Производительность труда забойного рабочего, т/см	1	2	3	4	5
2	Себестоимость добычи 1 т руды, тг/т					
3	Коэффициент извлечения					
4	Коэффициент разубоживания					
5	Ценность руды, тг/т					
6	Экономический ущерб от разубоживания, тг/т					
7	Экономический ущерб от потерь, тг/т					
8	Суммарные технологические затраты	1	2	3	4	5
9	Рентабельность использования руды, %					
10	Коэффициент эффективности систем разработки					
11	Удельные приведенные капитальные затраты, тг/т					

2. В таблице 9 определенным знаком, выделяют наилучшие количественные показатели.

3. Определяем величины отклонений оптимальных значений от расчетных:

$$\Delta J_{jp}^{jp} = \frac{J_{jp}^{jp} - J_{jp}^{jo}}{j_{jp}^{jp}},$$

4. Затем строят матрицу отклонений:

$$\Delta J_{jp}^j = \begin{pmatrix} \Delta J_1^1 & \Delta J_1^2 & \Delta J_1^j & \dots & \Delta J_1^n \\ \Delta J_2^1 & \Delta J_2^2 & \Delta J_2^3 & \dots & \Delta J_2^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Delta J_n^1 & \Delta J_n^2 & \Delta J_n^3 & \dots & \Delta J_n^n \end{pmatrix}$$

5. По показателю наименьшей нормы вектора выбирают окончательную целесообразную систему разработки.

Достоинства методики профессора О.А.Байконурова:

1. Простота самой методики;
2. В методике широко использован глубокий математический аппарат;
3. Методика учитывает множество технико-экономических пока-

зателей;

4. По величине отклонений оптимальных значений от расчетных можно найти тормозящий фактор, т.е. имеется возможность наметить пути совершенствования систем разработки

5. Окончательный выбор системы разработки не зависит от субъективных факторов, т.к. методика позволяет применить ЭВМ;

6. Методика дает более точные конечные результаты;

7. Методику можно применить и при решении других горнотехнических задач, таких как выбор способа вскрытия и подготовки, определения оптимальной величины промминимума и т.д.

Недостатки:

1. Так же как и в методике Р.П. Каплунова трудно определить отдельные показатели Δ_{Π} , W ;

2. Отдельные критерий оптимальности (K_{jo}) нельзя использовать при выборе систем разработки.

Значительно позже профессор С.В.Цой, Р.С.Пермякова, В.Г.Брызгалов [48] предложили методику выбора системы разработки с использованием ЭВМ. Коренная разница заключается в определении абсолютных отклонений. О.А.Байконуров предлагает от расчетного значения вычислить оптимальное по формуле:

$$\Delta J_{jp}^{jp} = \frac{J_{jp}^{jp} - J_{jo}^{jo}}{J_{jo}^{jo}},$$

где J_{jp}^{jp} - расчетное значение критерии оптимальности;

J_{jo}^{jo} - оптимальное значение критерия оптимальности.

Профессор С.В.Цой и др. по каждой строке вычисляют абсолютное отклонение от лучшего значения по всем системам. Затем находится отношение этого отклонения по всему диапазону изменения значений данного критерия. Речь идет об уточнении величины отклонений:

$$\delta_{ij} = \frac{K_i^j - K_j^{opt}}{K_i^{max} - K_i^{min}}.$$

Методика О.А.Байконурова по сравнению с другими методиками имеет научную новизну. В работах С.В.Бабаева [49] и Ш.А.Абдраманова, Н.Х.Баязитова [50] имеется новизна выбора системы разработки с применением ЭВМ. Так, автор работы [50], приняв за основу методику проф. О.А.Байконурова, включили в показатели интенсивность отработки месторождения, убрав из показателей критериев опти-

мальности удельные капитальные затраты. Разработана блок-схема.

В работе К.В.Волкова и др. [51] выбор системы разработки и её параметров производится также с использованием ЭВМ. За основные показатели приняты минимальные приведенные капитальные и трудовые затраты.

Контрольные вопросы:

1. Методика К.М.Чарквиани
2. Достоинства теории А.И.Агошкова
3. Что такое «норма вектора»?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТРЕМ ГЛАВАМ

1. Что называется отбойкой руды?
 - A. бурение;
 - B. взрывание;
 - C. разрушение;
 - D. отделение;
 - E. долбление.

2. Что называется доставкой руды?
 - A. перемещение;
 - B. транспортировка;
 - C. откатка;
 - D. перевозка;
 - E. пересылка.

3. Что называется управлением кровли?
 - A. мероприятия по сохранению кровли;
 - B. закладка выработанного пространства;
 - C. крепление;
 - D. поддержание;
 - E. установка стоек.

4. Простираание рудного тела – это ...
 - A. ширина;
 - B. высота;
 - C. объем;
 - D. вес;
 - E. длина.

5. Пластообразная залежь – это ...
 - A. залежь, вытянутая в четырех направлениях;
 - B. залежь, вытянутая по глубине;
 - C. залежь, вытянутая в трех направлениях;
 - D. залежь, вытянутая в двух направлениях;
 - E. залежь, вытянутая во всех направлениях.

6. К какой форме относится залежь, вытянутая в одном направлении?
 - A. столб;
 - B. линза;

- С. гнездо;
- Д. глина;
- Е. пласт.

7. Наибольшая концентрированность поперечных веществ в:

- А. линзе;
- В. столбе;
- С. гнезде;
- Д. жиле;
- Е. пласте.

8. Укажите системы разработки, где отсутствует процесс отбойки:

- А. распорная крепь;
- В. сплошная система;
- С. принудительное обрушение;
- Д. взрывная доставка;
- Е. самообрушение.

9. Системы разработки с открытым пространством применяются при породах:

- А. весьма устойчивых;
- В. устойчивых;
- С. средней устойчивости;
- Д. неустойчивых;
- Е. весьма неустойчивых.

10. Система разработки с распорной крепью применяется при мощности рудных тел:

- А. 0,8-1,2 м;
- В. 2,5-3 м;
- С. 3,2-3,5 м;
- Д. 3,5-4,0 м;
- Е. 4,0-5,0 м.

11. Система с распорной крепью применяется при:

- А. весьма богатой руде;
- В. богатой руде;
- С. средней ценности;
- Д. бедной;
- Е. весьма бедной.

12. Системы разработки с самообрушением применяется при руде:
- А. весьма устойчивой;
 - В. устойчивой;
 - С. средней устойчивости;
 - Д. неустойчивой;
 - Е. весьма неустойчивой.
13. Если доля участия очистных работ превышает 75 %, то системы считаются:
- А. весьма эффективными;
 - В. эффективными;
 - С. средней эффективности;
 - Д. неэффективными;
 - Е. весьма неэффективными.
14. По полноте выемки на первом месте находится система:
- А. с распорной крепью;
 - В. с этажным обрушением;
 - С. с слоевым обрушением;
 - Д. с закладкой;
 - Е. сплошные системы.
15. Системы слоевого обрушения не применяется в рудах, склонных:
- А. к самовозгоранию;
 - В. к слеживанию;
 - С. к слипанию;
 - Д. к окислению;
 - Е. к большим потерям.
16. Подрывку боковых пород производят при системах разработки, применяемых при разработке:
- А. камерными системами;
 - В. этажными системами;
 - С. с магазинированием;
 - Д. с распорной крепью;
 - Е. панельно-столбовых.

17. При какой системе возможно применение габаритных самоходных машин?

- А. с распорной крепью;
- В. слоевого обрушения;
- С. со станковой крепью;
- Д. с усиленной распорной крепью;
- Е. при панельно-столбовой.

18. Предельная глубина применения систем разработки с обрушением руды и пород:

- А. 100-200 м;
- В. 200-300 м;
- С. 300-500 м;
- Д. 500-1000 м;
- Е. > 1000 м.

19. Какая из этих систем разработки имеет наименьший объем ПНВ?

- А. камерно-столбовая;
- В. панельно-столбовая;
- С. этажно-камерная;
- Д. подэтажных штреков;
- Е. горизонтальные слои с закладкой.

20. При какой системе потери руды наименьшие?

- А. с распорной крепью
- В. камерно-столбовой;
- С. панельно-столбовой;
- Д. с доставкой руды силой взрыва;
- Е. этажно-камерной.

21. Укажите систему с весьма большими потерями руды:

- А. камерно-столбовая;
- В. этажно-камерная;
- С. подэтажных штреков;
- Д. слоевого обрушения;
- Е. этажного обрушения.

22. Какая из этих систем имеет наибольший объем ПНВ?

- А. с распорной крепью;
- В. сплошная;
- С. этажно-камерная;

- D. со станковой крепью;
 - E. этажного принудительного обрушения.
23. Укажите пути снижения ПНВ:
- A. отбойка руды в зажиме;
 - B. блоковая выемка;
 - C. камерная выемка;
 - D. панельная выемка;
 - E. этажная выемка.
24. Можно ли применять системы разработки с магазинированием, имеющих свойства руд?
- A. слеживаться;
 - B. растрескиваться;
 - C. откалываться крупно;
 - D. не самовозгораться;
25. Тормозящим фактором широкого применения систем разработки этажного обрушения руды является:
- A. бедная руда;
 - B. богатая руда;
 - C. невозможность нарушения поверхности земли;
 - D. крепкие породы;
 - E. весьма крепкие породы.
26. Возможность увеличения высоты этажа сдерживается из-за:
- A. отсутствия бурового оборудования;
 - B. способа управления кровлей;
 - C. сложности подготовки блока;
 - D. сложности нарезки блока;
27. Себестоимость 1 тонны руды при применении высокопроизводительных систем не снижается из-за больших эксплуатационных затрат на:
- A. заработную плату;
 - B. амортизацию оборудования;
 - C. материалы;
 - D. энергию;
 - E. погашение стоимости выработки.

28. Себестоимость 1 тонны руды наиболее высока при системах:

- А. с распорной крепью;
- В. со станковой крепью;
- С. со станковой крепью и закладкой;
- Д. сплошных;
- Е. этажного самообрушения.

29. Наибольшее разубоживание руды при системах разработки:

- А. камерно-столбовой;
- В. сплошных;
- С. этажно-камерных;
- Д. горизонтальных слоях с закладкой;
- Е. этажного принудительного обрушения.

30. Какую фразу в определение системы разработки ввел О.А. Байконуров?

- А. подготовка;
- В. нарезка;
- С. фронт работ;
- Д. интенсивность;
- Е. производительность.

Номер вопроса	Правильный ответ	Номер вопроса	Правильный ответ
1	D	16	D
2	A	17	E
3	A	18	E
4	E	19	E
5	D	20	A
6	A	21	A
7	D	22	E
8	E	23	A
9	A	24	A
10	A	25	C
11	A	26	C
12	C	27	B
13	B	28	C
14	D	29	E
15	A	30	C

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шевяков Л.Д.* Разработка месторождений полезных ископаемых. М.: Госгортехиздат, 1963.
2. *Агошков М.И., Борисов С.С., Боярский В.А.* Разработка рудных и нерудных месторождений. М.: Недра, 1970.
3. *Байконуров О.А.* Классификация и выбор методов подземной разработки месторождений. - Алма-Ата: Наука, 1969.
4. *Именитов В.Р.* Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений. - М.: Недра, 1984.
5. *Каплунов Р.П., Черемушенцев И.А.* Подземная разработка рудных и россыпных месторождений. - М.: Высшая школа, 1966.
6. *Попов Г.Н.* Технология и комплексная механизация разработки рудных месторождений. - М.: Недра, 1970.
7. *Ананьин Г.П., Арсланов Н.К., Рацупкин И.Г., Завьялов Л.Н.* Технология подземных горных работ. - М.: Недра, 1970.
8. *Стещенко А.И.* Курс систем разработки рудных месторождений. - М.: Госгортехиздат, 1930.
9. *Бокий Б.В.* Сб. Вопросы горного дела. М.: Углетехиздат, 1948.
10. *Цулукидзе Г.А.* Общая классификация подземных методов разработки полезных ископаемых. Тбилиси, 1940.
11. Бюллетень Комитета технической терминологии АН СССР. 1953.
12. *Райт Ч.* Сравнительное описание систем разработки и технико-экономические показатели на рисунках США (перевод Джармен Р.Э.). - М.: ЦМИ.1932.
13. *Трушков Н.И.* Разработка рудных месторождений. Подземные работы. - М: Металлургиздат, 1947.
14. *Именитов В.Р.* Технология, механизация и организация производительных процессов при подземной разработке рудных месторождений. - М: Недра, 1973.
15. *Шевяков Л.Д.* Разработка месторождений полезных ископаемых. - М.: "Союзуголь". Научно-техническое бюро, 1930.
16. *Мамедов Ш.Н.* Основы выбора систем подземной разработки рудных месторождений. Баку, АН АзССР, 1964.
17. *Цулукидзе Г.А.* Общая классификация подземных методов разработки месторождений полезных ископаемых. Тбилиси, 1940.
18. *Агошков М.И., Малахов Г.М.* Подземная разработка рудных месторождений. - М.: Недра, 1980.
19. Технологическая инструкция по применению камерно-столбовой системы разработки. МЦМ КазССР, Джекказган,

ДГМК, 1985.

20. *Баязитов Н.Х.* Методы определения годовой производительности шахты. Методические указания к практическим занятиям. Алма-Ата, МНО КазССР, КазПТИ, 1989, с.6-7.

21. *Баязитов Н.Х., Баймухамедов М.Ф., Баймухамедова С.К.* Определение оптимальной длины доставки руды. Методические указания к курсовому проекту по системам подземной разработки рудных месторождений для специальности 0902. Алма-Ата, МВиССО КазССР, КазПТИ, 1987.

22. *Байконуров О.А., Крупник Л.А., Мельников В.А.* Подземная разработка месторождений с закладкой. Алма-Ата, Наука, 1972.

23. *Фролов В.И., Кудрявцев Ю.И. и др.* Результаты применения поточной технологии добычи руды на Текелийском руднике, Горный журнал № 2, 1977. с. 49-52.

24. *Малахов Г.М., Колодознев А.С., Свилов В.И., Лубенец В.А.* Подземная разработка магнетитовых кварцитов в Криворожском бассейне. Киев, Наукова думка, 1983

25. *Бронников Д.М., Замесов Н.Ф., Богданов Г. И.* Разработка руд на больших глубинах М.: Недра, 1982.

26. *Сайфутдинов Ю.Н.* Определение параметров сплошной системы разработки крутопадающих жил при использовании монорельсовых комплексов. Автореферат диссертации соискание ученой степени кандидата технических наук. М.: 1988.

27. *Шнайдер М.Ф., Гольперин В.Г., Кузнецов Л.И.* Пути совершенствования очистной выемки жильных месторождений. Цветная металлургия, №6 .1988.

28. Гидравлические буровые каретки. КазНИИТИ, Горное дело, 1986. с. 4-6.

29. *Ахметзянов Р.М., Стрекалов М.П., Улыбин В.П.* Самоходный гидравлический буровой станок 2БУ-80С. Горный журнал № 5, с. 43-44.

ГЛОССАРИЙ

Б

Бедная руда - руда, содержание полезных компонентов в которой значительно ниже среднего содержания по обрабатываемым в настоящее время месторождениям.

Бермы- площадки.

Бескапсюльное взрывание – способ взрывания посредством детонирующего шнура, при котором капсюль-детонатор не вводится в заряд ВВ.

Блок – при разработке рудных месторождений подземным способом, выемочный участок в пределах этажа.

Богатая руда – руда, в которой содержание полезных компонентов выше среднего содержания в данной отрасли на рассматриваемый отрезок времени.

Боковые породы – горные породы, непосредственно примыкающие к поверхности, ограничивающей полезное ископаемое. Различают кровлю и почву пласта, жилы, залежи. При крутом залегании пласта, жилы, залежи боковые породы называют висячим и лежащим боком.

Борт карьера – боковая поверхность, ограничивающая карьер.

Бортовое содержание – минимальное содержание основного ценного компонента.

Бремсберг – подземная наклонная выработка, не имеющая выхода на поверхность.

Бурение – процесс получения цилиндрического углубления в массиве горных пород.

Бурильные машины – машины, с помощью которых осуществляется бурение шпуров в горных породах.

Буримость горной породы – способность горной породы сопротивляться проникновению в нее бурового рабочего инструмента.

Буровзрывные работы – работы, заключающиеся в отделении горных пород от массива при одновременном дроблении их на куски необходимых размеров путем взрывания зарядов ВВ, располагаемых в специальных углублениях, пройденных с помощью бурения.

Буровой инструмент – инструмент, разрушающий при бурении горные породы.

Буровые станки – машины, предназначенные для бурения скважин на открытых и подземных горных работах.

В

Величина заряда ВВ – весовое количество ВВ, составляющее заряд.

Вертикальные горные выработки – горные выработки, пройденные в вертикальном направлении (стволы шахтные, гезенки, шурфы, скважины и другие).

Взрываемость – относительная сопротивляемость горной породы разрушению действием взрыва.

Взрывание – процесс детонирования зарядов ВВ в заданной последовательности.

Взрывные работы – работы по отбойке и дроблению горных пород, выполняемые с помощью ВВ.

Взрывчатые вещества (ВВ) – химические системы, способные под влиянием определенного внешнего воздействия (начального импульса) переходить с высокой скоростью в другие системы или вещества с выделением большого количества тепловой энергии и газообразных продуктов.

Висячий бок (кровля пласта, залежи) – горная порода, непосредственно залегающая над пластом полезного ископаемого.

Вскрытие месторождения – проходка выработок, открывающих доступ с поверхности ко всему месторождению или его части и обеспечивающих возможность проведения подготовительных горных работ.

Вскрыша – породы, подлежащие выемке и удалению при открытых горных работах.

Вскрышные работы – горные работы по выемке и удалению пород вскрыши.

Выемочное поле – часть этажа в пределах одного пласта, обслуживаемая одним бремсбергом, уклоном или квершлагом.

Выемочный участок – часть выемочного поля, заключенная между соседними штреками.

Выработанное пространство – 1. При разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом – пространство, образующееся после извлечения полезного ископаемого в результате ведения очистных работ. 2. При разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом – пространство, образующееся в результате выемки полезного ископаемого.

Высота этажа – расстояние между границами этажа по вертикали.

Выщелачивание руд – гидрометаллургический метод извлечения ценных компонентов из руд путем селективного растворения ценных металлов, входящих в состав руды.

Г

Газификация углей подземная – получение горючего газа из угля без извлечения последнего из недр Земли.

Гидравлический транспорт – перемещение полезных ископаемых или пород потоком воды.

Гидродобыча – способ извлечения полезных ископаемых, при котором отделение их от массива, транспортирование по горным выработкам и доставка на поверхность производится силой водяного потока.

Гидромеханизация – комплексная механизация горных работ, при которой разработка и транспортирование полезного ископаемого и пород, а также укладка их в отвал производится потоком воды.

Глубина карьера – вертикальное расстояние от господствующего уровня поверхности до дна карьера.

Горизонтальные горные выработки – горные выработки, проведенные горизонтально или с незначительным уклоном в толще горных пород (тоннели, штольни, квершлагги, штреки, орты).

Горная крепь (рудничная крепь, крепь) – искусственные сооружения, возводимые для предотвращения обрушения окружающих пород и сохранения необходимых поперечных сечений выработок, а также для управления горным давлением.

Горная масса – полезное ископаемое и порода, получаемые в результате разработки месторождения как в смешанном виде, так и раздельно.

Горная наука – совокупность знаний о природных условиях залегания месторождений полезных ископаемых, о технологических способах добычи и обогащения полезных ископаемых, об организации производства, обеспечивающей безопасную и экономическую разработку месторождений.

Горное давление – силы (напряжение), возникающие в массиве, окружающем горную выработку.

Горное дело – отрасль техники, охватывающая совокупность процессов, необходимых для извлечения из недр земли полезных ископаемых и для предварительной их отработки с целью использования в промышленности, на транспорте или в быту.

Горное предприятие – промышленное предприятие, имеющее своим назначением разработку или разведку месторождений полезных ископаемых.

Горные выработки – полости в земной коре, образуемые в результате ведения горных работ.

Горные работы – работы по выемке горных пород, по проходке, проведению и поддержанию выработок.

Горный отвод – часть земных недр, представленная организации или предприятию для промышленной разработки содержащихся в ней залежей полезных ископаемых.

Граница шахтного поля – поверхности, определяющие контуры шахтного поля. Шахтное поле – месторождение или его часть, разрабатываемое одной шахтой.

Д

Детонация – взрыв, распространяющийся с постоянной и максимальной для данного ВВ и данных условий скоростью превышающей скорость звука.

Ж

Жила – трещина в земной коре, заполненная каким-либо минеральным веществом.

З

Забой – 1. На подземных работах поверхность, ограничивающая место непосредственной выемки полезного ископаемого или породы и перемещающаяся в результате ведения горных работ. 2. На открытых работах – часть уступа, которая является объектом выемки.

Закладка – процесс заполнения выработанного пространства закладочным материалом при разработке полезного ископаемого подземным способом.

Запасы полезных ископаемых – весовое ил объемное количество полезного ископаемого и его компонентов, заключенное в Недрах на определенной площади.

Заряд – определенное количество ВВ, подготовленное к взрыву.

И

Изверженные горные породы (магматические породы) – горные породы, образующиеся из магмы в результате охлаждения и затвердения ее.

К

Карьер – совокупность выемок в земной коре, образованных в процессе производства горных работ при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.

Квершлаг – горизонтальная или наклонная (реже) подземная гор-

ная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность и проводимая по породам под углом к простиранию месторождения.

Концентрат – полученный в результате обогащения продукт, в котором содержание компонента выше, чем в исходном материале.

Коэффициент вскрыши – количество вскрывших пород, исчисляемое на единицу полезного ископаемого, добываемого открытым способом.

Коэффициент крепости горной породы – величина, количественно характеризующая крепость горной породы.

Коэффициент потерь – отношение потерянного количества полезного ископаемого к балансовым запасам.

Коэффициент разрыхления горных пород – отношение объема породы в разрыхленном состоянии к объему той же породы в массиве.

Л

Лежащий бок (почва пласта, залежи) – горная порода, непосредственно подстилающая пласт (залежь) полезного ископаемого.

Линия падения – линия, лежащая в плоскости напластования и составляющая наибольший угол с горизонтом.

Линия простирания – горизонтальная линия, лежащая в плоскости напластования слоев, или направление линии пересечения пласта с горизонтальной плоскостью.

М

Месторождение – естественное скопление полезного ископаемого (минерала или агрегата минералов) в земной коре, разработка которого или данной экономической конъюнктуре может считаться целесообразной.

Минеральное сырье – полезное ископаемое, добываемое из земных недр.

Мощность пласта (залежи) – расстояние по нормали между поверхностями пласта, а также между лежащим и висячим боками чисел, линз и других геологических тел.

О

Открытые горные работы – работы, осуществляемые в карьерах для выемки полезного ископаемого.

П

Падение месторождения (рудного тела или пласта) – наклон руд-

ного тела или пласта к горизонтальной плоскости, определяется углом падения – углом, образованным горизонтальной плоскостью и линией, проведенной в плоскости пласта (или рудного тела) и направленной перпендикулярно линии простирания.

Пласт – форма залегания осадочных пород в виде плиты, ограниченной двумя параллельными поверхностями.

Подземные горные выработки – полости в толще полезного ископаемого или породы, образующиеся в результате ведения горных работ.

Подземные горные работы – работы, проводимые в толще земной коры по вскрытию, подготовке и эксплуатации месторождения.

Полезные ископаемые – природные минеральные вещества, которые при данном состоянии техники могут быть с достаточным экономическим эффектом использованы в народном хозяйстве.

Р

Разработка месторождений полезных ископаемых – совокупность работ по вскрытию, подготовке месторождения к очистной выемке полезного ископаемого может производиться открытыми горными работами, подземными горными работами и комбинированными горными работами.

С

Самовозгорание – переход от низкотемпературного окисления к горению. Самовозгоранию всегда предшествует длительное...

Самонагревание – процесс естественного повышения температуры угля (сульфидных руд) в результате окисления.

Сдвигание (смещение, опускание) горных пород – перемещение и деформирование горных пород в результате нарушения их равновесия под влиянием горных разработок.

Системы разработки месторождений открытым способом – порядок производства горных работ, увязанных во времени и пространстве.

Системы разработки месторождений подземным способом – определенный порядок проведения подготовительных и очистных работ, увязанных во времени и пространстве.

Скважина (шпур) – горная выработка цилиндрической формы, пройденная в горных породах бурением.

Способ взрывания – совокупность приемов взрывания зарядов ВВ в заданной последовательности и в заданный момент времени с использованием средств, обеспечивающих безопасность взрыва.

Средства взрывания – средства, при помощи которых передается начальный импульс зарядом ВВ и возбуждение их взрыва (детонации).

К ним относятся капсюли-детонаторы, электродетонаторы, детонирующий шнур, огнепроводный шнур.

Схема обогащения – последовательность технологических операций которым подвергается при обогащении полезное ископаемое и получаемое в процессе его работы продукты.

Сыпучие горные породы – горные породы, представляющие склонение зерен и небольших отметков различной формы без сцепления между ними.

Сцепление горных пород – сопротивление породы срезу при отсутствии нормальных напряжений.

Т

Траншея – открытая горная выработка трапециевидного сечения.

Трещиноватость горных пород – совокупность трещин разного происхождения и разных размеров, обычно сообщающихся между собой.

Трещины – разрывы сплошности в горных породах.

У

Угол естественного откоса – наибольший угол, который может быть образован свободным откосом сыпучего материала с горизонтом в состоянии равновесия.

Уголь ископаемый – твердая горючая горная порода растительного происхождения, содержащая некоторое количество минеральных примесей.

Устойчивость горных пород – способность горных пород сохранять равновесие в различных условиях их обнажения.

Уступ – при открытой разработке месторождений слой полезного ископаемого или пород определенной высоты, разрабатываемый с применением самостоятельных комплексов горного и транспортного оборудования.

Ф

Физические свойства горных пород – удельный вес, плотность пористость, влажность, крепость, пластичность.

Э

Эрлифт – устройство, обеспечивающее подъем жидкости с большой глубины сжатым воздухом.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Классификация систем подземной разработки рудных месторождений	4
1.1. Основные понятия и определения	4
1.2. Техничко-экономические показатели системы подземной разработки	6
1.3. Порядок и последовательность изучения систем разработки	7
1.4. Классификация систем разработки	8
1.4.1. Принципы построения классификации	8
1.4.2. Требования предъявляемые к классификации систем разработки	9
1.4.3. Классификация Мак Клеланда	10
1.4.4. Классификация М.И. Агошкова	
1.4.5. Классификация Ч. Рейта, Н.И. Трушкова и В.Р. Именитова	13
1.4.6. Бинарная общая классификация О.А. Байконурова	14
1.4.7. Единая классификация систем подземной разработки рудных месторождений	18
1.4.8. Рекомендуемая классификация систем подземной разработки рудных месторождений	20
2. Классы систем разработки	21
2.1. Первый класс. Системы разработки с открытым очистным пространством	21
2.1.1. Общие положения	21
2.1.2. Почвоуступная система разработки	21
2.1.3. Потолкоуступная система разработки	22
2.1.4. Сплошные системы разработки	26
2.1.5. Сплошная система разработки наклонных залежей	28
2.1.6. Сплошная система разработки с почвоуступной выемкой	29
2.1.7. Камерно-столбовая система разработки	30
2.1.8. Камерная система разработки для маломощных залежей	37
2.1.9. Системы разработки для маломощных залежей с поточной технологией	41
2.1.10. Система разработки подэтажных треков (ортов)	42
2.1.11. Система разработки с доставкой силой взрыва	46
2.1.12. Этажно-камерные системы разработки	48

2.2. Второй класс. Системы разработки с магазинированием руды	51
2.2.1. Общие положения	51
2.2.2. Системы разработки с магазинированием руды блоками	51
2.2.3. Системы разработки с магазинированием руды и отбойкой глубокими скважинами	55
2.3. Третий класс. Системы с закладкой. Системы с креплением	57
2.3.1. Системы разработки горизонтальными слоями с закладкой	58
2.3.2. Системы разработки с камерной выемкой и закладкой	61
2.3.3. Системы разработки с креплением	65
2.4. Системы с обрушением руды и вмещающих пород	68
2.4.1. Системы разработки слоевого обрушения	68
2.4.2. Системы разработки подэтажного обрушения	71
2.4.3. Системы разработки этажного обрушения	75
2.4.4. Системы разработки этажного принудительного обрушения с отбойкой руды в зажиме	79
3. Выбор системы разработки рудных месторождений	83
Тестовые вопросы по трем главам	93
Список литературы	99
Глоссарий	101