

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

С.Ю. Нестерова

**ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ И ОТРАБОТКИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЛАСТОВ ВЕРХНЕКАМСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ.
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ПО СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ**

Учебно-методическое пособие

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2018

УДК 622.232
ББК 33.141
Н56

Рецензенты:
д-р техн. наук, профессор *С.С. Андрейко*
(Пермский национальный
исследовательский политехнический университет);
канд. техн. наук *Г.Я. Кошев*
(Березниковский филиал Пермского национального
исследовательского политехнического университета)

Нестерова, С.Ю.

Н56 Особенности подготовки и отработки промышленных пластов Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей. Техничко-экономические показатели по системе разработки: учебно-метод. пособие / С.Ю. Нестерова. – Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – 41 с.

ISBN

Изложена информация о схемах и способах подготовки, управлении кровлей, технологии очистной выемки и особенностях камерной системы разработки шахтных полей действующих рудников Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (ВКМКС). Даны примерные варианты индивидуальных заданий и методические указания по выполнению расчетов технико-экономических показателей по камерной системе разработки.

Пособие позволит студенту получить общее представление об особенностях подготовки и отработки промышленных пластов ВКМКС и приобрести навыки выполнения расчетов основных технико-экономических показателей: запасов и потерь полезного ископаемого, объема проводимых и поддерживаемых выработок, трудоемкости и производительности труда по системе разработки.

Рекомендовано для выполнения самостоятельных расчетов на практических занятиях по дисциплине «Процессы подземной разработки рудных месторождений», а также при курсовом и дипломном проектировании для условий калийных рудников ВКМКС.

Предназначено для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»

УДК 622.232
ББК 33.141
Н56

ISBN

© ПНИПУ, 2018

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1. СХЕМЫ ПОДГОТОВКИ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ НА РУДНИКАХ ВКМКС	5
1.1. Панельная схема подготовки	5
1.2. Панельно-блоковая схема подготовки	7
2. УПРАВЛЕНИЕ КРОВЛЕЙ НА ВКМКС	9
3. ТЕХНОЛОГИЯ КОМБАЙНОВОЙ ВЫЕМКИ В КАМЕРАХ КАЛИЙНЫХ РУДНИКОВ ВКМКС	10
4. ОСОБЕННОСТИ КАМЕРНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЛАСТОВ НА РУДНИКАХ ВКМКС	13
4.1. Камерная система разработки сильвинитовых пластов при прямом порядке отработки панели (блока)	14
4.2. Камерная система разработки сильвинитовых пластов при обратном порядке отработки панели (блока)	16
4.3. Особенности системы разработки карналлитового пласта В	21
5. РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО КАМЕРНОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ НА РУДНИКАХ ВКМКС	24
5.1. Запасы и потери по системе разработки	25
5.2. Объем проводимых и поддерживаемых выработок	28
5.3. Трудоемкость и производительность труда по системе разработки	29
<i>ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Варианты индивидуальных заданий для практических занятий по дисциплине «Процессы подземной разработки рудных месторождений»</i>	<i>32</i>
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	41

ВВЕДЕНИЕ

На Верхнекамском месторождении калийно-магниевых солей (ВКМКС) разрабатываются *сильвинитовые пласты АБ* и **Красный П** (*Кр-II; Кр-2*), а также *карналлитовый пласт В* (B_K), представленный на отдельных участках месторождения *сильвинитом* (B_C).

Для отработки промышленных пластов на месторождении предусмотрена единственная система разработки – **камерная с поддержанием кровли на ленточных междуканальных целиках (МКЦ)**.

Применение камерной системы на месторождении обусловлено необходимостью охраны объектов на земной поверхности от влияния горных работ и обеспечения сохранности целостности водозащитной толщи (**ВЗТ**), которая предохраняет рудники от затопления.

Горные работы на рудниках ВКМКС должны вестись с соблюдением нормативных документов (*технологических регламентов*).

Для безопасной разработки промышленных запасов на шахтных полях рудников ВКМКС предусмотрено создание *изолированных участков* (из нескольких блоков панелей), разделенных между собой *предохранительными гидроизолирующими целиками* для возможности возведения гидроизоляционных (водонепроницаемых) перемычек при аварийных расслоениях [1].

Число одновременно обрабатываемых пластов на рудниках ВКМКС определяется условиями залегания пород и мощностью ВЗТ. Оработка промышленных пластов ведется *совместно* или *раздельно* в зависимости от горно-геологических условий и требуемых мер охраны рудников от затопления.

При *раздельной* выемке сближенных пластов должны соблюдаться: соосное расположение очистных камер; опережение очистных работ по верхнему пласту не менее чем на 50 м [2].

К *параметрам камерной системы* разработки относятся: ширина и высота очистной камеры, ширина МКЦ, длина камеры.

Очистные камеры делятся на *одноходовые* и *многоходовые* (по *ширине*), *однослойные* и *многослойные* (по *высоте*).

При выполнении комбайном одного хода в очистной камере выполняются следующие основные процессы: *зарубка*, собственно *проходка*, *отгон* комбайна.

На панели (блоке) на одном пласте возможна одновременная работа *одного* или *нескольких комбайновых комплексов*.

Для конкретного участка шахтного поля (*блока, панели*) могут быть определены следующие *техничко-экономические показатели*: величина промышленных запасов и значения коэффициентов извлечения и потерь полезного ископаемого по системе разработки; объем проводимых и поддерживаемых выработок; трудоёмкость и производительность труда по системе разработки [3].

1. СХЕМЫ ПОДГОТОВКИ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ НА РУДНИКАХ ВКМКС

1.1. Панельная схема подготовки

Подготовка шахтного поля при панельной схеме заключается в раскройке крыльев шахтных полей на *панели* [4].

Ширина панели ограничивается техническими возможностями очистного оборудования, а *длина панели* – технической границей шахтного поля. Так ширина панели, как правило, составляет **400 м** (широких панелей **800 – 1350 м**).

Схема применяется на рудниках СКРУ-1; СКРУ-2 и БКПРУ-2.

Рассмотрим принципиальную схему панельной подготовки на руднике СКРУ-1 (рис.1).

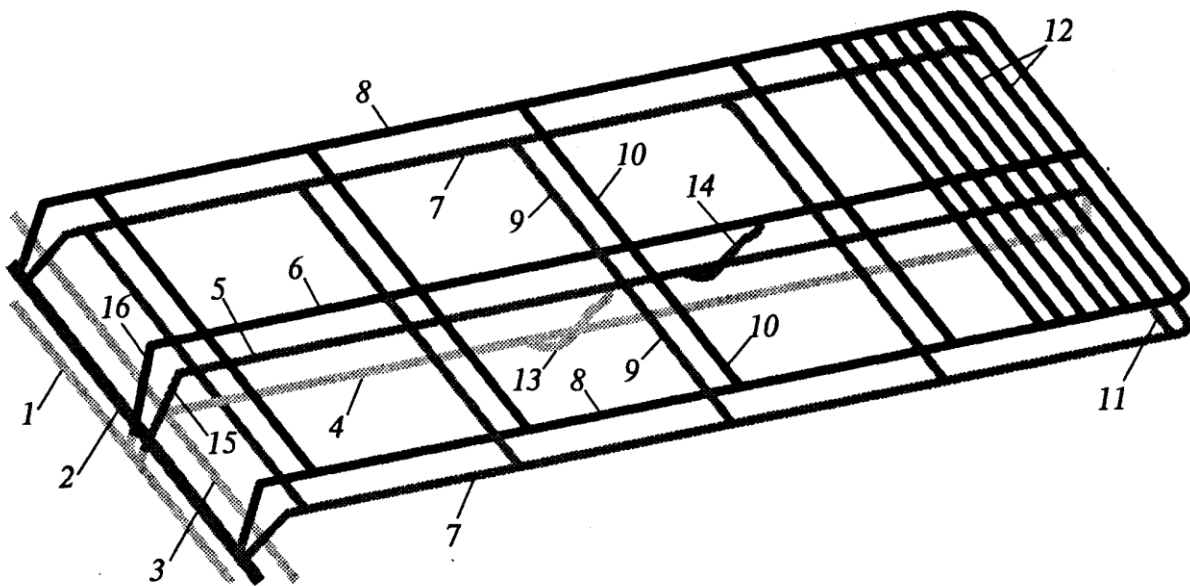


Рис. 1. Схема подготовки панели на руднике СКРУ-1 ПАО «Уралкалий»:

1 – главный транспортный штрек; 2 – главный вентиляционный штрек; 3 – главный конвейерный штрек; 4 – панельный конвейерный штрек; 5 – панельный выемочный штрек пласта Красный II; 6 – панельный выемочный штрек пласта АБ; 7 – панельный вентиляционный штрек пласта Красный II; 8 – панельный вентиляционный штрек пласта АБ; 9 – разрезной штрек пласта Красный II; 10 – разрезной штрек пласта АБ; 11 – очистная камера пласта Красный II; 12 – очистная камера пласта АБ; 13 – транспортный уклон с пласта Красный II на каменную соль; 14 – транспортный уклон с пласта Красный II на пласт АБ; 15 – транспортный уклон с главного транспортного штрека на панельный выемочный штрек пласта Красный II; 16 – транспортный уклон с главного транспортного штрека на панельный выемочный штрек пласта АБ.

Для подготовки панели от *полевых* (по пласту *каменной соли*) *главных конвейерных штреков* под прямым углом проходят *панельные конвейерные штреки*. По этим выработкам транспортируется руда с разрабатываемых пластов (*двух из трех – силвинитовых Кр-2, АБ, Вс или Вк*) и подается свежий воздух в подготовительные забои и очистные камеры. Над панельными конвейерными штреками *соосно* располагаются *пластовые панельные выемочные штреки*, соединяемые между собой *транспортными уклонами*. Конвейерные и выемочные штреки проходят по оси панели. На границах панели располагаются *пластовые вентиляционные штреки*¹.

¹ При проходке вентиляционных штреков в панели периодически проходят *разрезные камеры (штреки)* для доставки руды на выемочный штрек

Добытая на пластах руда поступает на панельный конвейерный штрек по *рудоспускным скважинам* (на рис.1 условно не показаны), пробуренным периодически с главного конвейерного штрека на панельные выемочные штреки.

Панельный выемочный штрек делит панель на *две полупанели*.

Очистные работы на панели ведутся одновременно в обеих полупанелях. Очистные камеры располагаются *перпендикулярно*² оси выемочного штрека. Это требует разворота комбайна поперек выемочного штрека и, соответственно, ширины выемочного штрека, определяемой длиной комбайна.

На рудниках СКРУ-1 и СКРУ-2 устойчивость пород кровли достаточно высокая, что позволяет иметь один широкий выемочный штрек.

На руднике БПКРУ-2 устойчивость пород кровли сильвинитовых пластов значительно хуже. Поэтому панельная схема подготовки здесь имеет свои особенности (рис.2).

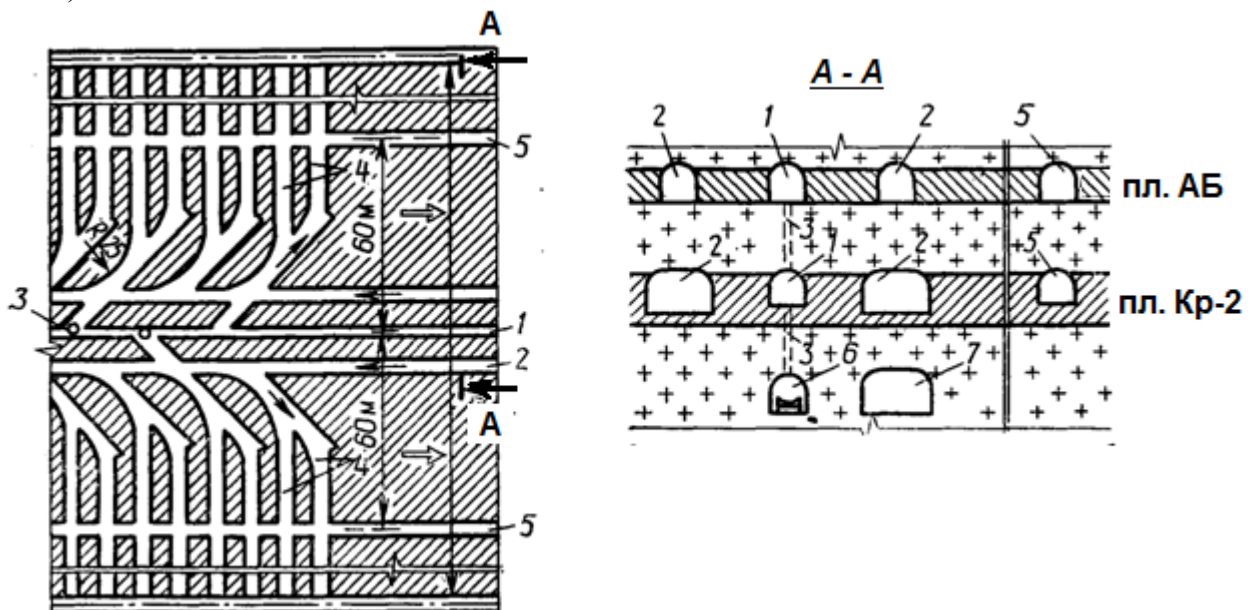


Рис.2. Общий вид панельной схемы подготовки на руднике БПКРУ-2:

- 1 – панельный конвейерный штрек; 2 – панельный транспортный штрек;
3 – рудоспускная скважина; 4 – очистная камера; 5 – сближенный вентиляционный штрек;
6 – конвейерный штрек (по пл. Кр-2 или по кам. соли); 7 – транспортный штрек (по пл. Кр-2 или по кам. соли).

Вместо одного панельного выемочного штрека по каждому рабочему пласту (Кр-2 и АБ) проводятся три штрека – один *конвейерный* и два *транспортных*, соединяемых между собой *разгрузочными сбойками*. Кроме того, в 60 м от выемочных штреков проводятся два (*северный и южный*) *вентиляционных* штрека, которые из-за своего расположения получили название «сближенных» вентиляционных штреков. Применение сближенных вентиляционных штреков на руднике БПКРУ-2 позволяет избежать влияния горного давления от отработанной панели на вентиляционные штреки, что очень важно при неустойчивых породах кровли пластов.

В рассмотренных схемах панельной подготовки рудников СКРУ-1 и БПКРУ-2 принята *индивидуальная* подготовка панелей. Что касается рудника СКРУ-2, то осо-

² Такая ширина выемочного штрека возможна только при *устойчивых породах* кровли.

бенностью его подготовки является **групповой способ**, при котором для подготовки как правило 2-3 панелей (возможно до 5-ти) дополнительно проходятся **групповые штреки** (транспортные по пл. Кр-2 и конвейерно-вентиляционные по каменной соли), с которыми панельные выработки соединяются **межпанельными штреками**.

Достоинства групповой подготовки: уменьшение объемов горнопроходческих работ, необходимых для ввода панелей в эксплуатацию; ускорение сроков подготовки панелей; сокращение длины конвейерных линий.

1.2. Панельно-блоковая схема подготовки

Шахтное поле делится на **панели**, панель – на **блоки**.

Ширина панели составляет от **1200** м (иногда до **2100** м). **Блоки** имеют **ширину 400 – 500** м, **длину** – до **600** м.

Достоинства схемы (по сравнению с панельной): повышение концентрации горных работ; значительное увеличение нагрузки на панель за счет отработки нескольких блоков (до 5-ти).

Схема применяется на рудниках СКРУ-3 и БКПРУ-4.

Для подготовки **панели** на этих рудниках проходят следующие **панельные выработки**:

- на руднике СКРУ-3: **конвейерный штрек** (пласт каменная соль), **транспортный штрек** (пласт Кр-2) и **вентиляционный штрек** (пласт АБ). Такой способ подготовки панелей **пластовыми** и **полевыми** выработками называется **комбинированным**.

- на руднике БКПРУ-4: **конвейерный штрек** (пласт каменная соль), два **транспортных штрека** (по одному на пластах каменная соль и Кр-2) и два **вентиляционных штрека** (пласт АБ), т.е. способ подготовки панелей – **комбинированный**.

Для подготовки **блока** с панельных выработок **под прямым углом** к ним проходят следующие выработки.

На руднике СКРУ-3 (рис.3): **полевой** («заглубленный» в пласт каменная соль) **блоковый конвейерный штрек**; **пластовые** (по рабочим пластам) **выемочный штрек** (один широкий штрек соосно конвейерному штреку) и два **вентиляционных штрека** (по границам блока).

При этом **блоковые** выработки соединяются с панельными посредством **уклонов**. Добытая на пластах руда поступает на **блоковый конвейерный штрек** по **рудоспускным скважинам**, пробуренным с него на **блоковые выемочные штреки** рабочих пластов.

На руднике БКПРУ-4 (рис.4): **пластовые** (по нерабочему пласту Кр-3) **блоковые конвейерный и транспортный штреки**; **пластовые** (по рабочим пластам) **выемочные штреки** (через целик два штрека, один из них соосно конвейерному штреку), соединяемых **разгрузочными сбойками**.

Следует отметить, что в настоящее время на руднике БКПРУ-4 **блоковые вентиляционные штреки** по границам блока по пласту АБ вообще не проводятся, а на пл. Кр-2 их роль выполняют **вентиляционные сбойки** обрабатываемой очистной камеры (хода камеры) с ранее отработанной камерой (ходом камеры).

При этом **блоковые** выработки соединяются с панельными посредством **уклонов**. Добытая на пластах руда поступает на **блоковый конвейерный штрек** по **рудоспускным скважинам**, пробуренным с него на **блоковые выемочные штреки** (**северные или южные**) рабочих пластов.

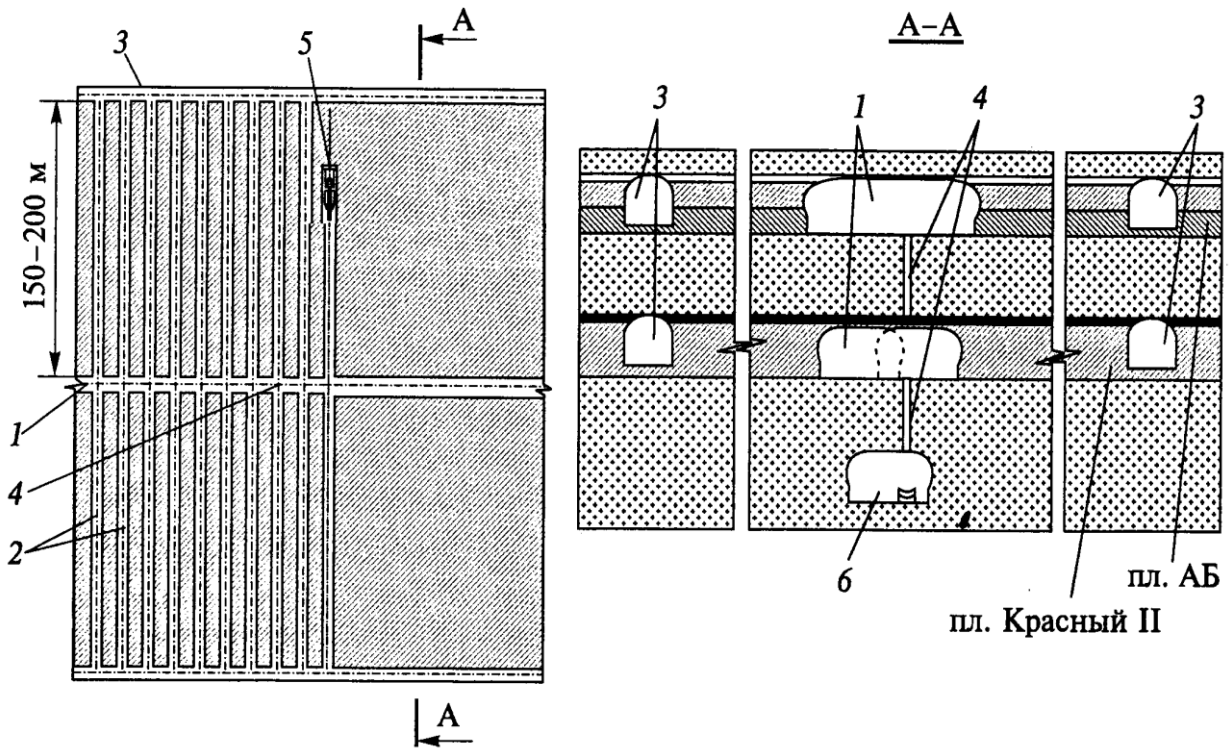


Рис.3. Общий вид блоковых выработок и очистных камер при панельно-блоковой схеме подготовки на руднике СКРУ-3:
 1 – выемочный штрек; 2 – очистная камера; 3 – вентиляционный штрек;
 4 – рудоспускная скважина; 5 – комбайновый комплекс;
 6 – блоковый конвейерный штрек

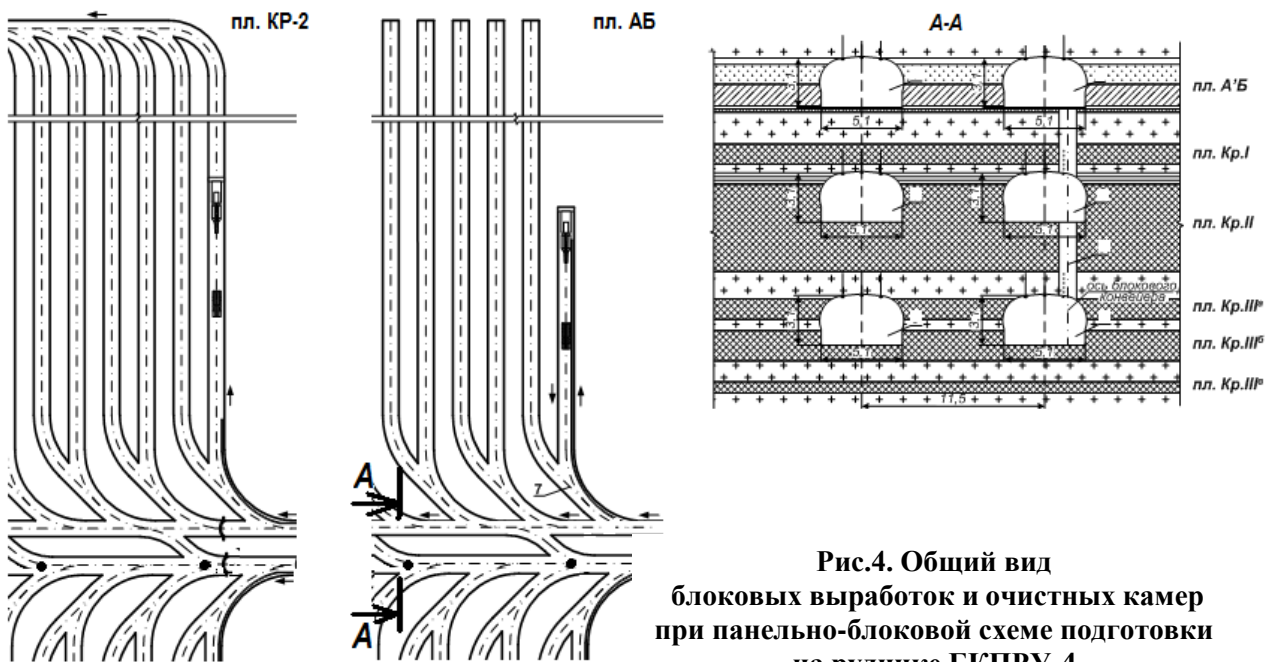


Рис.4. Общий вид блоковых выработок и очистных камер при панельно-блоковой схеме подготовки на руднике БКПРУ-4

2. УПРАВЛЕНИЕ КРОВЛЕЙ НА ВКМКС

Отработка запасов на ВКМКС должна вестись с параметрами, исключаящими проникновение надсолевых вод в горные выработки.

Возможными источниками проникновения надсолевых вод в горные выработки являются [1]:

- шахтные стволы;
- геологоразведочные скважины;
- тектонические (природные) трещины и зоны ослабления в ВЗТ;
- техногенные трещины в водозащитной толще (ВЗТ), образовавшиеся в результате деформирования подработанного массива пород;
- нефтяные скважины.

Для защиты рудников от затопления отработка шахтных полей должна осуществляться гидроизолированными участками с поддержанием налегающей толщи пород (кровли) путем оставления **целиков** различного назначения [5].

Виды целиков для защиты рудников ВКМКС от затопления представлены в таблице 1.

Таблица 1

Виды целиков для защиты рудников ВКМКС от затопления

Вид целика	Назначение	Название
охранный	для обеспечения безопасных условий подработки ВЗТ и объектов на земной поверхности	– междукамерные целики; – междуходовые целики; – целики вдоль подготовительных выработок
предохранительный ³	для охраны ВЗТ	– целики около шахтных стволов, геологоразведочных и нефтяных скважин; – целики под аномальными зонами
	для предотвращения проникновения рассолов с затопленного участка или шахтного поля	– междушахтные целики; – гидроизолирующие целики между отдельными участками шахтного поля; – целики вдоль выработок главных направлений

Таким образом, параметры отработки (*размеры целиков, ширина и высота камер и подготовительных выработок*) должны обеспечивать устойчивость кровли, т.е. не допускать ее деформации.

Исходя из перечисленных требований, единственно возможным способом управления кровлей на ВКМКС является ее «поддержание» на жестких (*или податливых – реже*) **ленточных междукамерных целиках**.

Кроме того, для уменьшения величин прогиба слоев ВЗТ и оседания земной поверхности, как дополнительная мера защиты рудников от затопления и охраны подрабатываемых зданий, сооружения и природных объектов при отработке запасов ВКМКС должна применяться **закладка выработанного пространства**.

³ Балансовые запасы калийных, калийно-магниевых солей и каменной соли, оставляемые в предохранительных целиках различного назначения, должны быть полностью или частично отработаны после того, как надобность в этих целиках отпадает (*за исключением предохранительных целиков, отработка которых является невозможной по условиям безопасности или экономически нецелесообразной*). Проекты на отработку предохранительных целиков разрабатываются и утверждаются в установленном порядке [5].

3. ТЕХНОЛОГИЯ КОМБАЙНОВОЙ ВЫЕМКИ В КАМЕРАХ КАЛИЙНЫХ РУДНИКОВ ВКМКС

На рудниках ВКМКС отработка *сильвинитовых пластов Кр-2, АБ* и пласта *В (сильвинитового или карналлитового)* состава), ведется с помощью проходческо-очистных комбайновых комплексов, в состав которых входят (рис.5):

- *проходческо-очистные комбайны* типа «Урал-10», «Урал-20А», «Урал-20Р», «МФ-320», «Урал-61»;
- *бункеры-перегрузатели* БП-14, БП-15, БПС-22, БПС-25.
- транспортные средства - *самоходные вагоны* типа 5ВС-15М, 10ВС-15, ВС-30.

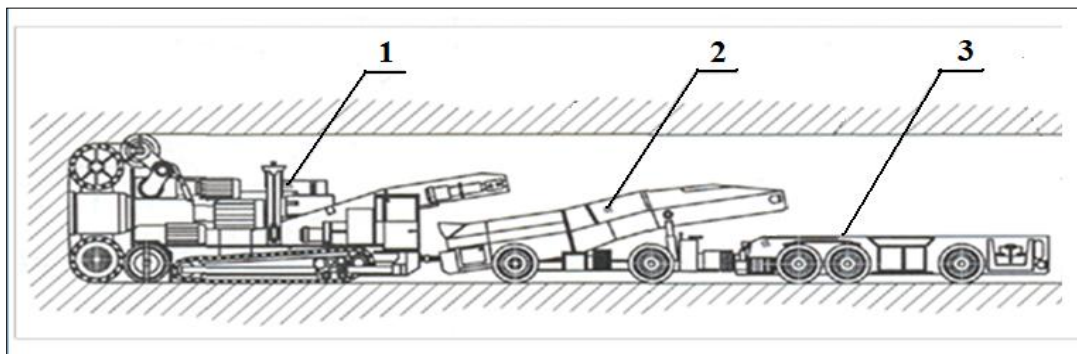


Рис. 5. Размещение оборудования в очистной камере:
1 – проходческо-очистной комбайн; 2 – бункер-перегрузатель (БП);
3 – самоходный вагон (СВ)

Комбайн отделяет руду от массива и грузит ее непосредственно в самоходный вагон или в бункер-перегрузатель⁴.

Комбайн работает в очистной камере по *односторонней схеме*⁵. Согласно этой схеме, комбайн, окончив выемку хода по длине камеры, отводится (*отгоняется*) по этому же ходу обратно к выемочному штреку, и лишь затем начинается выемка следующего хода. Поэтому такую схему принято называть *односторонней с отгоном* (рис. 6).

При выполнении **одного** хода комбайном (*по односторонней схеме*) в камере выполняются следующие основные процессы:

- *зарубка*;
- собственно *проходка*;
- *отгон* комбайна.

⁴ Бункер-перегрузатель служит для приема руды от комбайна, временного ее накопления и перегрузки в самоходный вагон. Таким образом, бункер-перегрузатель позволяет значительно сократить время простоев комбайна в ожидании вагона в период доставки руды в вагоне до места разгрузки – в *рудоспускную скважину* или на *скребковый конвейер* (при отработке карналлитового пласта В), возвращения его обратно и на период загрузки.

⁵ Существует также *челноковая («безотгонная»)* схема работы комбайна, когда комбайн, окончив выемку хода, выходит на блокочный штрек, где разворачивается на 180°, и очередной ход в камере проходит в обратном направлении. Безотгонные (челноковые) схемы пока не получили широкого распространения из-за проблем с доставкой руды, проветриванием, разворотом комбайнов и их энергопитанием. Необходимость применения «безотгонных» схем возникает на участках с малой устойчивостью кровли, где необходимо крепить камеры вслед за выемкой. Дело в том, что наличие крепи (даже штангового типа), затрудняет отвод комбайна или вообще исключает его.

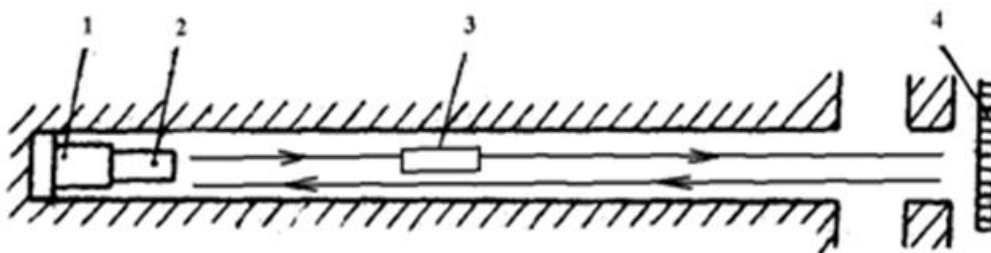


Рис.6. Односторонняя схема работы комбайна с отгоном:
 1 – комбайн; 2 – БП; 3 – СВ; 4 – пункт разгрузки вагона
 (рудоспускная скважина или скребковый конвейер)

ЗАРУБКА

Зарубка – проведение участка горловины камеры (или *стартовой выработки*) на длину, необходимую для размещения оборудования комплекса в полном составе: комбайн, самоходный вагон (СВ) и бункер-перегрузатель (БП).

При зарубке комплекс работает без БП.

Длина участка зарубки составляет 15 – 25 м (в зависимости от типа и длины комбайна, БП и СВ). Следует отметить, что в составе комбайнового комплекса БП может отсутствовать (при этом длина участка зарубки соответствует длине комбайна).

Длительность зарубки по различным слоям в пределах мощности пласта различна, и, в зависимости от состава комплекса и условий, в которых она производится, составляет:

- по первому слою 1 – 2 смены;
- по второму (третьему) слою 0,5 – 1 смену.

Зарубка в камеры производится с выемочного штрека. При этом возможны следующие варианты зарубки:

- **перпендикулярно**⁶ штреку;
- **под углом к штреку** с радиусом закругления 25 м (для комбайнов типа «Урал-20», «MF-320») и не менее 15м (для комбайнов типа «Урал-61» и «Урал-10А»).

В начале зарубки комбайн грузит отбиваемую руду непосредственно на штрековый конвейер или в СВ, установленный под углом к оси комбайна.

После отхода комбайна от выемочного штрека на достаточную длину СВ располагается по оси комбайна и производительность комбайна возрастает.

При дальнейшем подвигании забоя комбайн вынужден работать с перерывами на период разгрузки вагона в рудоспускную скважину. Такая работа с перерывами и, следовательно, с пониженной производительностью продолжается до тех пор, пока комбайн не отойдет от штрека на расстояние достаточное для размещения за комбайном БП. После включения БП в комбайновый комплекс процесс зарубки заканчивается.

Собственно ПРОХОДКА

Проходка – основной этап, представляет собой проведение выработки комплексом в полном составе (комбайн + БП + СВ).

Сначала комбайн работает непрерывно, а БП попеременно – (режим накопления ↔ режим разгрузки).

⁶ Под углом 90° при ширине выемочного штрека 9 м.

Расстояние доставки на этом этапе невелико. При этом СВ успевает совершать рейсы от БП до места разгрузки и обратно (*включая и сам процесс разгрузки*) за то время, пока БП работает в режиме накопления.

При дальнейшем подвигании забоя расстояние доставки возрастает → длительность рейса СВ увеличивается → комбайн приходится периодически останавливать до возвращения СВ.

Со временем запаздывание СВ лишь возрастает → увеличивается длительность остановок комбайна. Наконец, наступает момент, когда комбайн за время рейса СВ успевает полностью загрузить БП объемом руды, равным емкости вагона.

Далее комбайн вынужден простаивать в ожидании СВ, время запаздывания которого все более возрастает с увеличением длины доставки. Этот этап длится до конца камеры.

ОТГОН комбайна

Отгон комбайна начинается по окончании проходки хода на всю длину камеры.

Весь комплекс транспортируется к выемочному штреку:

- комбайн перегоняется сам;
- БП перегоняется с помощью СВ.

Одновременно демонтируется вентиляционный трубопровод, снимается с подвесок кабель и т. п.

Длительность отгона зависит от типа и состава комплекса, длины камеры, засоренности ее почвы просыпавшейся рудой и составляет от 1 до 3 смен.

После отвода на выемочный штрек комплекс в том же порядке начинает зарубку и выполнение следующего хода.

4. ОСОБЕННОСТИ КАМЕРНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЛАСТОВ НА РУДНИКАХ ВКМКС

Для отработки промышленных пластов на месторождении предусмотрена единственная система разработки – **камерная с поддержанием кровли на ленточных междукамерных целиках (МКЦ)**.

Применение камерной системы на месторождении обусловлено необходимостью охраны объектов на земной поверхности от влияния горных работ и обеспечения сохранности целостности водозащитной толщи (ВЗТ), которая предохраняет рудники от затопления.

Число одновременно обрабатываемых пластов определяется условиями залегания пород и мощностью ВЗТ.

Основные **параметры** камерной системы разработки:

- ширина очистной камеры (a_k);
- высота очистной камеры;
- ширина МКЦ ($b_{ц}$);
- длина камеры (L_k).

При комбайновом способе выемки продуктивных пластов на ВКМКС **параметры очистной камеры** (ширина и высота) определяются:

- *ширина* – устойчивостью пород кровли и шириной исполнительного органа комбайна;
- *высота* – мощностью разрабатываемого пласта, высотой исполнительного органа комбайна, необходимостью *прирезки коржей в кровле* пласта или необходимостью *оставления в кровле пласта защитной пачки*.

По ширине очистные камеры делятся на (рис.7):

- **одноходовые** – ширина камеры равна ширине исполнительного органа комбайна;
- **многоходовые** – ширина камеры образована несколькими ходами комбайна.

При этом камеры могут обрабатываться с наложением ходов комбайна или *без наложения ходов* с оставлением междуходовых целиков (МХЦ).

По высоте очистные камеры делятся на (рис. 7):

- **однослойные** – высота камеры равна высоте исполнительного органа комбайна;
- **многослойные** (2 или 3-х) – высота камеры больше высоты исполнительного органа комбайна, т.к. камеры обрабатываются с наложением ходов (2 или 3-х) комбайна по высоте.

Ширина МКЦ (и **МХЦ**) обусловлена параметрами камеры, составом и свойствами вмещающих пород, глубиной разработки, а также мощностью ВЗТ. Ширина МКЦ определяется расчетом в соответствии с «Указаниями по защите рудников от затопления...» [5].

Длина камеры – наиболее постоянный параметр системы разработки, который обоснован эффективным использованием применяемых транспортно-доставочных средств от забоя до места разгрузки руды. Так, средняя длина камеры составляет около 150-200 м, что определяется канатоемкостью барабана самоходного вагона.

Следует отметить, что указанная длина камер не всегда является оптимальной. Как показывают расчеты, максимальная производительность комбайновых комплексов может достигаться при длине камеры существенно отличающейся от 200 м [6, 7].

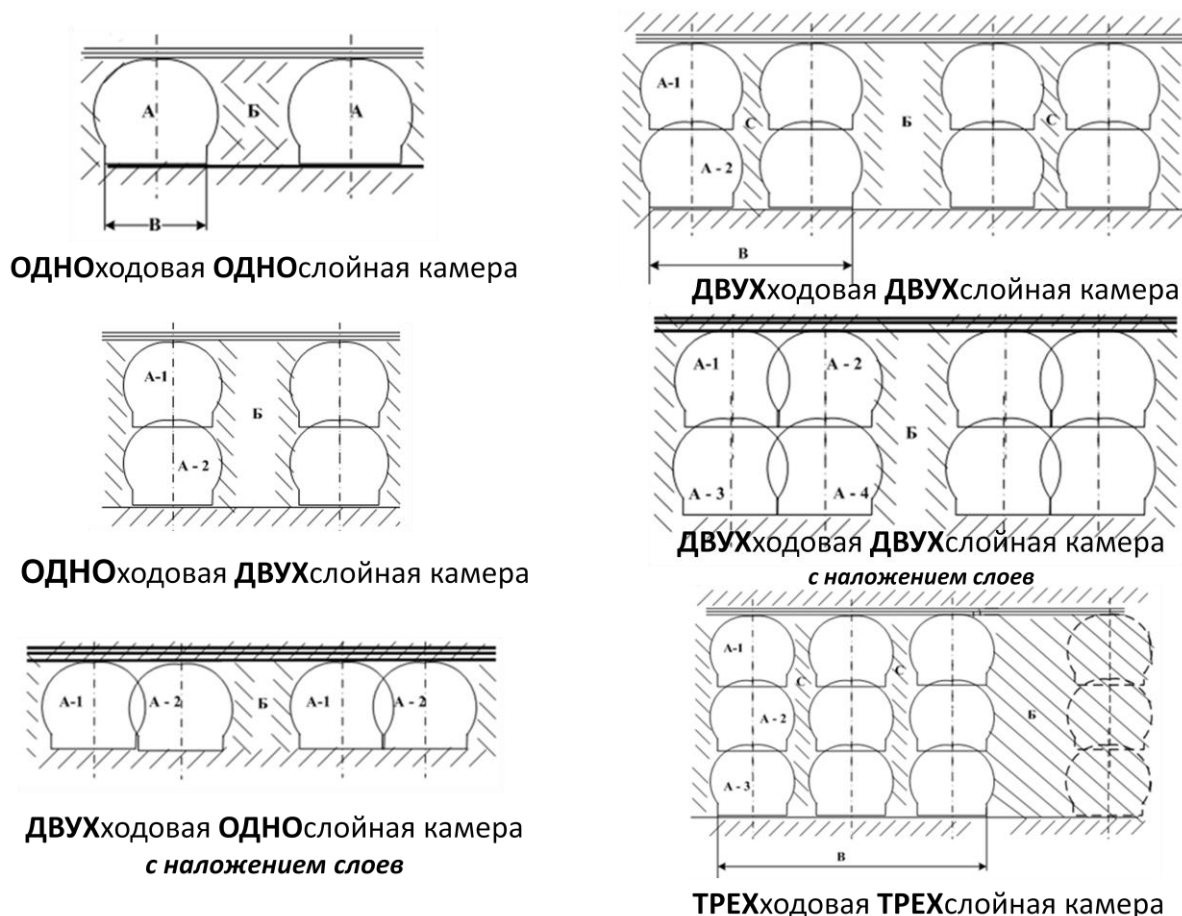


Рис. 7. Возможные схемы комбайновых ходов в камерах:

А - комбайновый ход в камере; **В** – ширина камеры; **Б** - междукамерный целик (МКЦ);
С - междуходовый целик (МХЦ); **А-1...А-4**– последовательность ходов

4.1. Камерная система разработки сильвинитовых пластов при прямом порядке отработки панели (блока)

Пример варианта системы представлен на рисунке 8 [6].

Подготовка панели (блока) 2 включает проведение конвейерного штрека 3, транспортного штрека 4, выемочного штрека 5 и вентиляционных штреков 6. Конвейерный и транспортный штреки проводятся по подстилающей каменной соли или по нерабочему пласту Красный-3 и периодически сбиваются между собой транспортными сбоями (на рис. 8. сбойки условно не показаны). Расстояние между сбоями не превышает 200 м.

Конвейерный штрек располагается по оси панели (блока) и оборудуется ленточным конвейером. Выемочный штрек 5 проводится по сильвинитовому пласту по оси панели (блока), разделяя панель (блок) на две полупанели (полублока). С конвейерного штрека на выемочный бурятся рудоспускные скважины 8 диаметром 0,5 м. Вентиляционные штреки 6 проводятся по пласту на границах панели. Все штреки проводятся в широтном направлении.

При прямом порядке отработки панели (блока) пластовые штреки опережают очистные работы не более чем на 300 м.

Очистные работы ведутся одновременно в обеих полупанелях (полублоках).

Очистные камеры 7 ориентированы в меридиональном направлении.

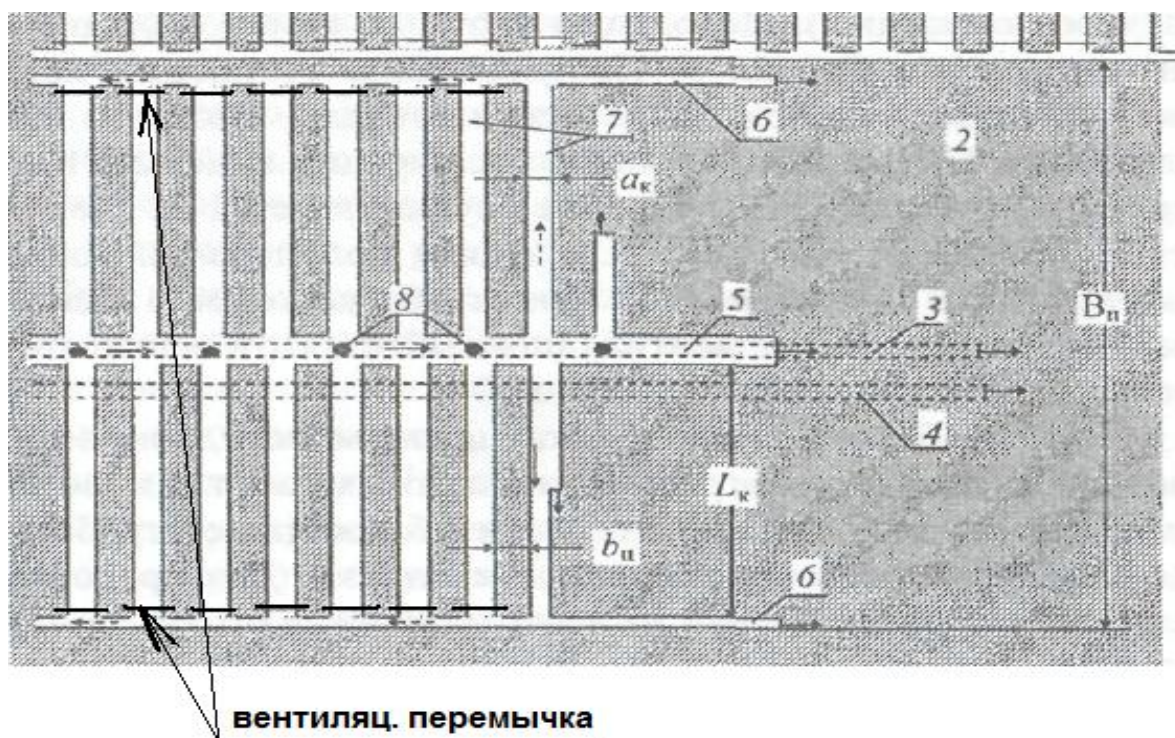


Рис. 8. Камерная система разработки сильвинитовых пластов на рудниках ВКМКС при прямом порядке отработки панели (блока)

Зарубка на камеры перпендикулярна оси выемочного штрека. Это требует разворота комбайна поперек выемочного штрека и, соответственно, ширины выемочного штрека, определяемой длиной комбайна. Такая ширина выемочного штрека возможна только при устойчивых породах кровли.

Транспорт руды: 7 – 5 – 8 – ленточный конвейер на панельном (блоковом) конвейерном штреке 3.

Схема проветривания участка. Свежая струя воздуха подается по выемочному штреку 5. При большой длине панели (блока) свежая струя может подаваться по транспортному штреку 4 и выходить в рабочую зону пласта через специально пройденные уклоны или гезенки (иногда через скважины). Исходящая струя из камер выходит на вентиляционные штреки 6. Проветривание тупиковых ходов очистных камер производится с помощью вентиляторов местного проветривания (ВМП). Проветривание ходов при расширении камеры с наложением их по высоте или по ширине осуществляется за счет общешахтной депрессии. Иногда для улучшения проветривания при отработке ходов с наложением в камеру заводят вентиляционный став от ВМП длиной до 40 м.

При отработке панели (блока) прямым порядком возникают сложности с проветриванием очистных работ, т.к. воздух с выемочного штрека стремится через ближайšie отработанные камеры уйти на вентиляционные штреки. Для предотвращения утечек свежей струи на вентиляционные штреки в отработанных камерах приходится возводить перемычки (рис. 8). Возведение перемычек требует существенных трудовых и материальных затрат, что снижает технико-экономические показатели по системе разработки.

В связи с этим на рудниках ВКМКС в свое время применялись некоторые технические решения, которые позволили сократить объем возводимых перемычек при прямом порядке отработки панели (блока). Два из них показаны на рисунке 9 [6].

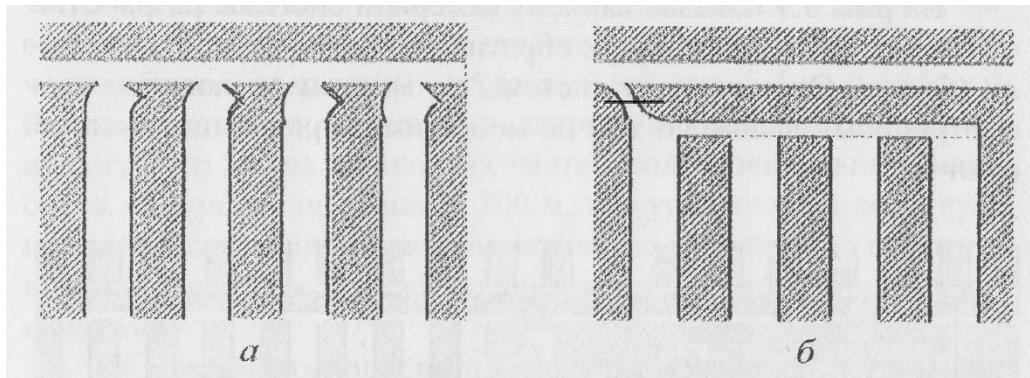


Рис. 9. Технические решения, направленные на уменьшение трудозатрат на возведение перегородок при изоляции камер при прямом порядке обработки панели (блока)

Первый из них (рис. 9, а) предусматривает при подходе к вентиляционному штреку поворот комбайна и выход на штрек не всем исполнительным органом комбайна, а только его частью. Образующееся при этом окно составляет примерно 10% от площади исполнительного органа, и, соответственно, примерно в 10 раз сокращается объем возводимой в камере перегородки по сравнению с тем, как если бы комбайн сбивался с вентиляционным штреком всем исполнительным органом (как показано на рисунке 8.).

При втором варианте (рис.9, б) панель (блок) можно разделить на мини-блоки. В каждом мини-блоке с вентиляционного штрека и параллельно ему проводится дополнительный вентиляционный штрек, с которым сбиваются 4-5 очистных камер. После отработки мини-блока достаточно возвести одну перегородку на дополнительном вентиляционном штреке, и при этом будут изолированы все очистные камеры в мини-блоке. Таким образом, применение мини-блоков дает возможность сократить объем работ по возведению перегородок в 4–5 раз.

К недостаткам рассмотренного варианта камерной системы разработки при прямом порядке обработки панели (блока) кроме сложностей с проветриванием относится поддержание выемочного и вентиляционных штреков позади фронта очистных работ, что также требует дополнительных затрат.

4.2. Камерная система разработки силвинитовых пластов при обратном порядке обработки панели (блока)

Пример одного из вариантов системы представлен на рисунке 10 [6].

Этот вариант системы во многом аналогичен рассмотренному выше, но, тем не менее, имеет ряд существенных отличий.

Отличия от варианта с прямым порядком:

- выемочный (5) и вентиляционные (6) штреки поддерживаются впереди очистных работ в массиве пласта, что делает данный вариант менее затратным;
- значительно упрощается проветривание панели (блока), т.к. сокращаются утечки свежей струи воздуха и отпадает необходимость возведения перегородок для изоляции отработанных камер.

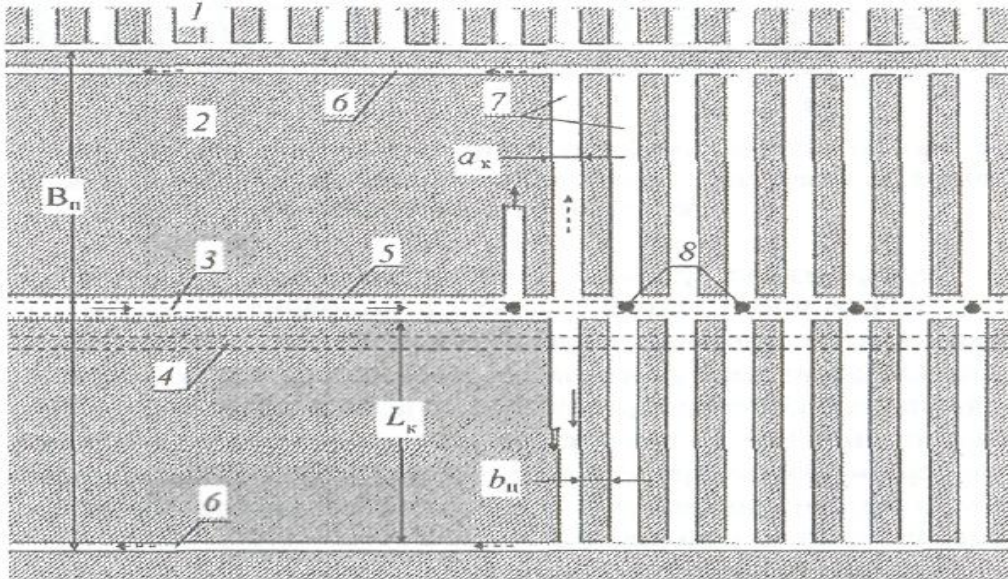


Рис. 10. Камерная система разработки сильвинитовых пластов на рудниках ВКМКС при обратном порядке отработки панели (блока)

Однако этот вариант требует значительного времени на подготовку панели (блока). Кроме того, в связи с большой длиной тупиковых подготовительных выработок, а именно – выемочных и вентиляционных панельных (блоковых) штреков, их приходится периодически сбивать при проходке разрезными штреками.

Расстояние между разрезными штреками принимается исходя из того, что длина тупиковых частей подготовительных выработок не должна превышать 300 м. В период очистной выемки разрезные штреки расширяются до параметров очистных камер.

Оба рассмотренных варианта применяются на рудниках СКРУ–1, СКРУ–2 и СКРУ–3. Вариант применялся также на руднике БПКРУ–1. Устойчивость пород кровли сильвинитовых пластов на перечисленных рудниках достаточно высокая и позволяет иметь один широкий выемочный штрек.

На рудниках БПКРУ–2 и БПКРУ–4 устойчивость пород кровли сильвинитовых пластов значительно хуже. Поэтому камерная система разработки на них имеет свои особенности.

На рисунке 11 показан вариант камерной системы разработки, применяемый на руднике БПКРУ–2.

Подготовка панели заключается в проведении по оси панели конвейерного штрека 3, на котором монтируется ленточный конвейер. Одновременно с проведением конвейерного штрека и параллельно ему проводятся два (северный и южный) транспортных штрека 4. Между конвейерным и транспортными штреками оставляются междуштрековые целики шириной по 7 – 9 м каждый. Конвейерный и транспортные штреки сбиваются разгрузочными сбоями 6.

Примерно в 60 м от транспортных штреков проводятся два (северный и южный) вентиляционных штрека 5, которые из-за своего расположения получили название «сближенных» вентиляционных штреков. Применение сближенных вентиляционных штреков на руднике БПКРУ–2 позволяет избежать влияния горного давления от отработанной панели 1 на вентиляционные штреки, что очень важно при неустойчивых породах кровли пластов.

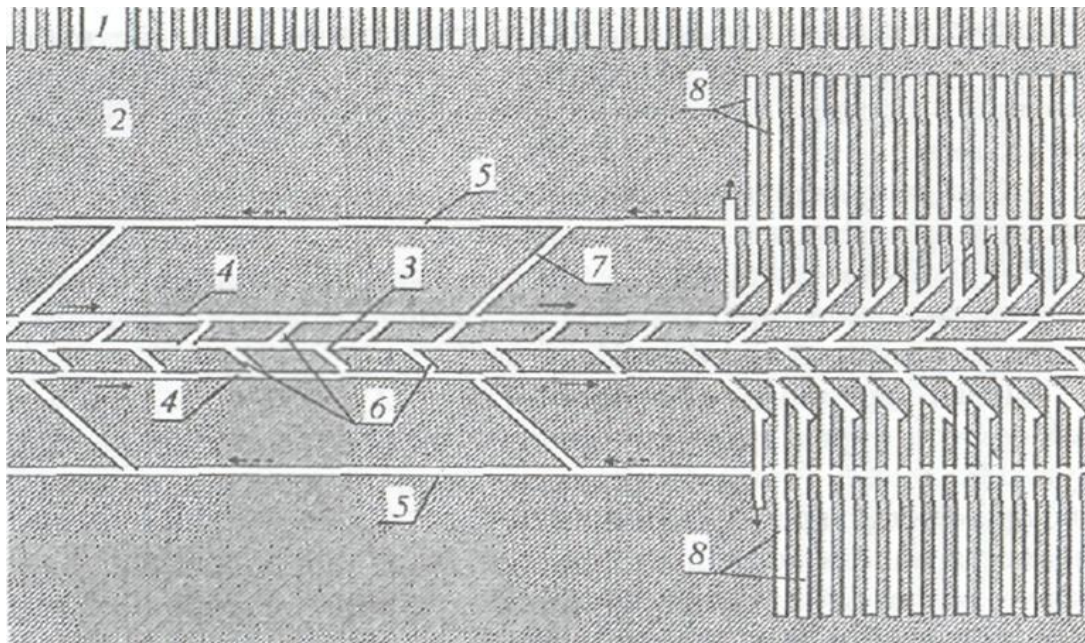


Рис. 11. Камерная система разработки сильвинитовых пластов на руднике БПКРУ-2

Для уменьшения тупиковой части вентиляционных штреков в период проведения транспортные штреки и вентиляционные периодически сбиваются разрезными штреками 7. Все выработки на панели проводятся одним ходом комбайна без расширения, что вызвано неустойчивыми породами кровли пластов на руднике.

Очистные камеры 8 одноходовые по ширине и высоте на пласте АБ, одноходовые по ширине и двухходовые по высоте на пласте Кр-2.

С целью уменьшения изрезанности выемочных штреков сопряжениями с очистными камерами отработка запасов ведется *камерными блоками*, включающими две очистные камеры. Отработка камерного блока начинается с отработки *стартовой выработки*, с которой последовательно нарезаются и отрабатываются две очистные камеры.

Применение камерных блоков несколько увеличивает потери полезного ископаемого на сопряжении с выемочными штреками, но значительно улучшает устойчивость выемочных штреков.

Транспорт руды. Добытая руда транспортируется самоходным вагоном по камере, затем по стартовой выработке на транспортный штрек, далее по ближайшей разгрузочной сбойке транспортируется на конвейерный штрек и разгружается непосредственно на ленточный конвейер, смонтированный на конвейерном штреке.

Схема проветривания участка. Свежая струя воздуха поступает по выемочным штрекам 4 и удаляется по вентиляционным штрекам 5. Поскольку очистные камеры одноходовые по ширине и высоте, то проветривание камеры в течение всего периода ее отработки осуществляется с помощью ВМП.

Рассмотренной выше системой разработки отработаны значительные площади шахтного поля рудника БПКРУ-2. В настоящее время эта система несколько изменилась. В частности, доставка отбитой руды осуществляется самоходным вагоном до рудоспускной скважины (диаметр 500 мм), пробуренной с панельного конвейерного штрека (*пласта Кр-3 или каменной соли*) на панельный конвейерный штрек пласта АБ. Далее отбитая руда попадает на ленточный конвейер, установленный в панельном конвейерном штреке.

На руднике БПКРУ-4 принята панельно-блоковая схема подготовки шахтного поля. Рудник БПКРУ-4 был пущен в эксплуатацию с применением камерной системы с двухстадийной отработкой очистных камер⁷.

Практика показала, что при такой системе разработки состояние панельных и блоковых выработок после отработки первой стадии очень плохое, что делает выполнение второй стадии весьма проблематичным. Кроме того, при двухстадийной выемке извлекается меньше полезного ископаемого. Поэтому в настоящее время отработка очистных камер в блоках на руднике БПКРУ-4 ведется в одну стадию.

Вариант такой системы разработки при обратном порядке отработки пластов показан на рисунке 12.

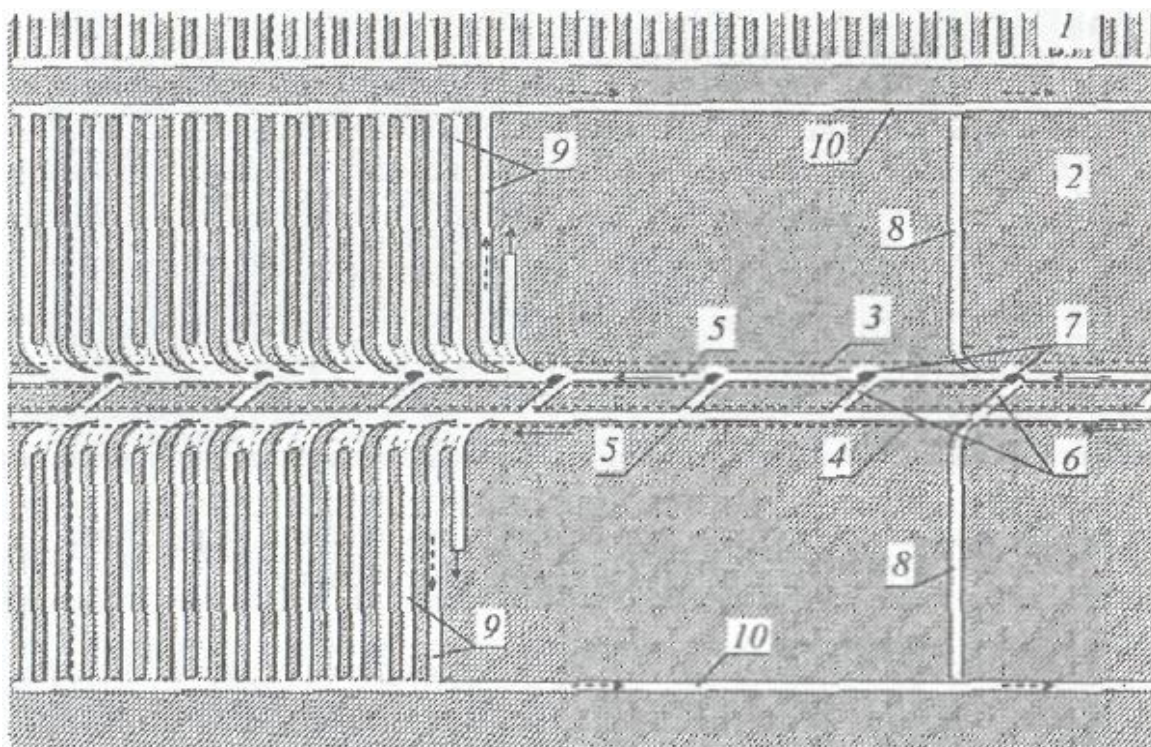


Рис. 12. Камерная система разработки сylvинитовых пластов на руднике БПКРУ-4 при обратном порядке отработки блока

Для подготовки блока в этом варианте системы по середине блока проводятся два (северный и южный) выемочных штрека 5. Между штреками оставляется целик шириной около 14 м. Выемочные штреки сбиваются разгрузочными сбойками 6. По подстилающей каменной соли или по пласту Красный-3 соосно северному выемочному штреку проходится блоковый конвейерный штрек 3, в котором монтируется ленточный конвейер. С конвейерного штрека на северный выемочный штрек бурятся рудоспускные скважины 7 диаметром 0,5 м. Также по подстилающей каменной соли соосно южному выемочному штреку проходится блоковый транспортный штрек 4, предназначенный для движения самоходного оборудования. Конвейерный и транспортный штреки периодически сбиваются транспортными сбойками (на рисунке 12 условно не показаны). По границам панели проходятся два (северный и южный) вентиляционных штрека 10. Периодически при обратном порядке отработки блока вентиляционные и выемочные штреки соединяются разрезными штреками 8.

Очистные камеры 9 на пластах АБ и Красный-2 – двухходовые по ширине (2

⁷ Особенности данного варианта камерной системы разработки подробно изложены в курсе лекций «Системы разработки» [6].

хода комбайна с одной стартовой выработки под углом к выемочному штреку) с оставлением МХЦ. При этом в зависимости от конкретных условий ширина МХЦ и МКЦ (*т.е. целиков между камерными блоками*) составляет в среднем 4,6 – 8,0 м.

По высоте очистные камеры 9 на пласте АБ одно- или двухслоевые, а на пласте Красный-2 – двух- или трехслоевые. Ходы комбайна по верхнему слою обрабатываются тупиковыми забоями и проветриваются вентиляторами местного проветривания. Последующие слои обрабатываются с проветриванием за счет общешахтной депрессии. Для улучшения их проветривания в камеру заводится став вентиляционных труб длиной 40 м от вентилятора местного проветривания. Свежая струя подается на блок по выемочным штрекам, а исходящая – удаляется по вентиляционным штрекам.

Руда, добытая в очистных камерах северной полупанели, самоходным вагоном вывозится на северный выемочный штрек и разгружается в рудоспускные скважины. Руда, добытая в очистных камерах южной полупанели, самоходным вагоном вывозится на южный выемочный штрек, далее по ближайшей разгрузочной сбойке транспортируется на северный выемочный штрек, где и разгружается в рудоспускные скважины.

Применение рассмотренного варианта системы разработки с одностадийной выемкой позволило существенно повысить извлечение полезного ископаемого за счет уменьшения потерь в междуштрековых целиках. Вероятно, возможно отказаться от проведения двух выемочных штреков, но это требует опытной проверки.

Вариант системы разработки сильвинитовых пластов на руднике БКПРУ-4 при прямом порядке их отработки представлен на рисунке 4. При таком варианте блоковые вентиляционные штреки по границам блока по пласту АБ вообще не проводятся, а на пласте Красный-2 их роль выполняют **вентиляционные сбойки** обрабатываемой очистной камеры (хода камеры) с ранее отработанной камерой (ходом камеры).

Все рассмотренные выше варианты камерной системы разработки сильвинитовых пластов на рудниках ВКМКС характеризуются **меридиональным⁸ направлением** очистных камер.

На отдельных участках шахтных полей направление осей складок может существенно отличаться от меридионального. На этих участках рекомендуется применять системы разработки с диагональным направлением очистных камер, что снижает разубоживание руды. Угол направления отработки камер при этом определяется направлением осей складок.

Вариант такой системы разработки показан на рисунке 13.

Подготовка панели (блока) производится проведением по оси панели (блока) в подстилающей каменной соли или по нерабочему пласту Красный-3 конвейерного штрека 3, в котором монтируется ленточный конвейер. Параллельно конвейерному штреку также по подстилающей соли или по пласту Красный-3 проводится панельный (блоковый) транспортный штрек 4. Конвейерный и транспортный штреки для упрощения вентиляции при их проведении периодически сбиваются транспортными сбойками (*на рисунке 13 сбойки условно не показаны*).

⁸ *Гипсометрия пластов* на месторождении изменяется от *спокойной* до *весьма сложной*. Оси складок имеют направление, близкое к меридиональному. Поэтому на месторождении очистные камеры располагаются, в основном, в направлении осей складок, что значительно снижает разубоживание руды. Камеры при этом нарезаются перпендикулярно панельным (блоковым) штрекам и проходятся по обе стороны от них.

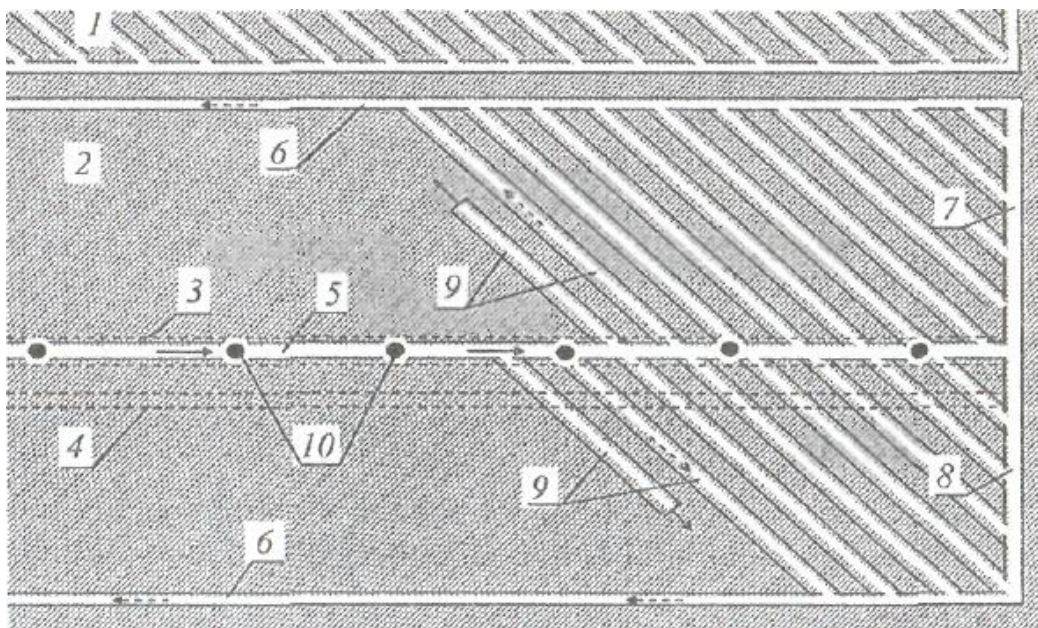


Рис. 13. Камерная система разработки сильвинитовых пластов диагональными камерами (с учетом направления осей складок)

По пласту полезного ископаемого соосно с конвейерным штреком проходится выемочный штрек 5. С конвейерного штрека на выемочный бурятся рудоспускные скважины 10. На границах панели (блока) проходится вентиляционные штреки 6. В конце панели (блока) в северной полупанели (полублоке) проходится дополнительный выемочный штрек 7, оборудуемый, как правило, скребковым конвейером. В южной полупанели (полублоке) в конце панели (блока) проходится дополнительный вентиляционный штрек 8. Аналогичный дополнительный выемочный штрек проводится в начале панели (блока) в южной полупанели (полублоке), а в северной полупанели (полублоке) в начале панели проводится аналогичный дополнительный вентиляционный штрек. Дополнительные штреки нужны для отработки диагональными камерами начальной и конечной частей панели (блока).

Очистные камеры 9 направлены под углом к выемочному штреку. На рисунке 13 направление отработки камер составляет 45° к выемочному штреку. В общем же случае угол направления отработки камер определяется направлением осей складок.

Следует заметить, что применение диагональных камер требует уменьшения ширины панели (блока), т.к. длина камер – величина достаточно постоянная и ограничивается емкостью кабельного барабана самоходного вагона. Уменьшение ширины панели, в свою очередь, приводит к увеличению объема проводимых выработок на тонну извлекаемых запасов руды.

4.3. Особенности системы разработки карналлитового пласта В

Добыча карналлита на ВКМКС в настоящее время ведется только на руднике СКРУ-1 ПАО «Уралкалий». Спокойная гипсометрия пласта в настоящее время позволяет обрабатывать карналлитовый пласт В механизированным способом – с помощью очистных комбайновых комплексов [8].

Высота камер по пласту В карналлитового состава принимается в зависимости от мощности пласта, но по условиям устойчивости ВЗТ составляет не более 10 м.

Действующим проектом механизированной отработки пласта В предусмотрено два варианта технологии очистных работ (рис. 14) [9].

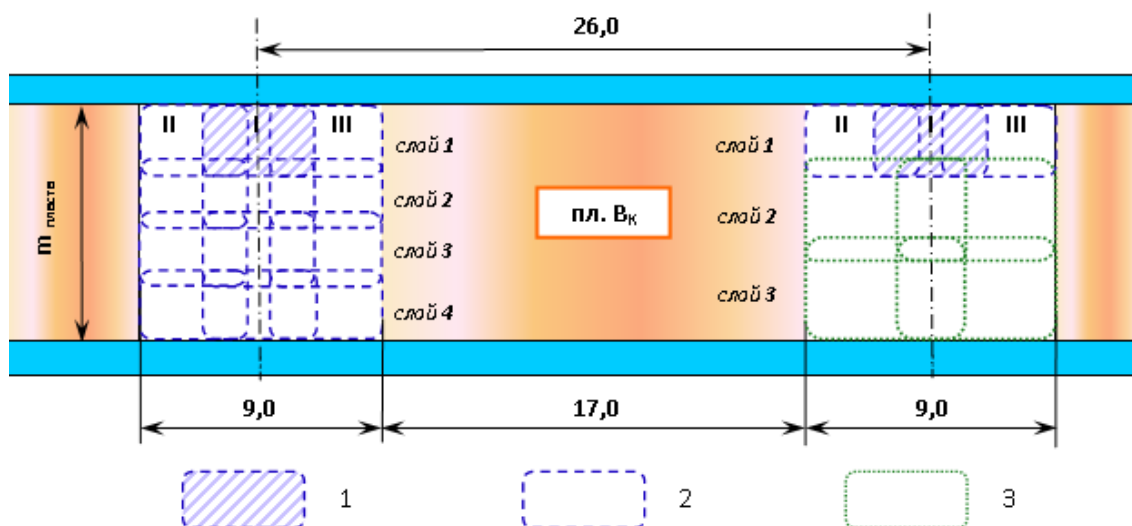


Рис. 14. Параметры камерной системы разработки карналлитового пласта В и варианты отработки очистных камер в условиях рудника СКРУ-1:

1 – разрезная выработка; 2 – проведение хода комбайном Урал-10 А;
3 – проведение хода комбайном Урал-20 А

1 вариант. Очистные камеры отрабатываются комбайновым комплексом Урал-10А в четыре технологических (*выемочных*) слоя, каждый из которых вынимается тремя последовательными ходами комбайна. При отработке первого (*верхнего*) слоя комбайн проходит I ход (*разрезную выработку*) тупиковым забоем по центру камеры, или на границе левой или правой стенки камеры (*в зависимости от угла падения пласта*).

2 вариант. Очистные камеры отрабатываются двумя типами комплексов. Первый (*верхний*) технологический слой отрабатывают тремя ходами комбайна Урал-10А (*аналогично первому варианту*), а последующие слои – комбайном Урал-20А в два хода по ширине.

Известно, что карналлитовый пласт В - самый выбросоопасный среди остальных рабочих пластов свиты. Причем, все газодинамические явления (ГДЯ) на карналлитовом пласте В связаны непосредственно со свойствами карналлитовых пород (повышенной газоносностью и весьма низкой газопроницаемостью). Таким образом, основную опасность при добыче карналлита представляют не вмещающие породы, а сам карналлитовый пласт [9].

Следует отметить, что наиболее газоносным, а значит и опасным, в карналлитовом пласте является его шестой слой (самый верхний из геологических слоев). В пределах этого слоя как раз и проводят первый из 3-х или 4-х технологических (*выемочных*) слоев в очистной камере (см. рис. 14).

В соответствии с действующим проектом механизированной выемки горные работы в пределах проектных контуров очистной камеры ведутся с обязательной предварительной дегазацией верхнего слоя путем его торпедирования [10].

Отработку запасов очистной камеры начинают с проведения тупиковым забоем разрезной выработки по верхнему технологическому слою. При этом одновременно в забое и в стенках разрезной бурят шпурсы для торпедирования шестого слоя пласта В с целью заблаговременного образования в массиве в пределах проектной ширины верхнего технологического слоя очистной камеры области повышенной трещиноватости, обеспечивающей снижение горного давления непосредственно в призабойной зоне карналлитового пласта и его дегазацию (рис. 15).

Таким образом, осуществляется профилактическая обработка выбросоопасного массива карналлитового пласта для снижения в дальнейшем вероятности возникновения внезапных выбросов соли и газа во время последующей отработки комбайном предварительно торпедированного участка массива.

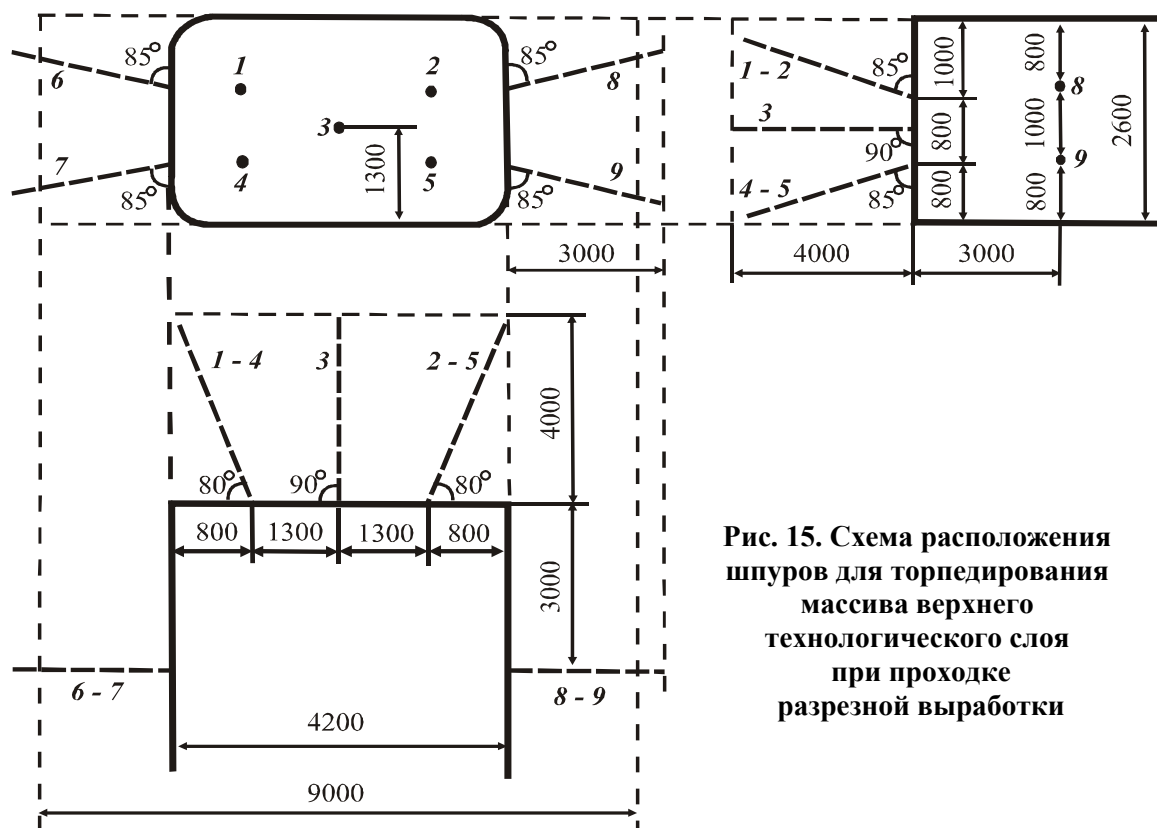


Рис. 15. Схема расположения шпуров для торпедирования массива верхнего технологического слоя при проходке разрезной выработки

Подготовительные выработки по пласту В также проходят с использованием комплекса профилактических мер. Так, *выемочный штрек* проходят в два технологических слоя по высоте с предварительной дегазацией массива путем торпедирования верхнего слоя.

Вентиляционный штрек проводится одним ходом комбайна с дегазацией забоя по схеме аналогичной схеме расположения шпуров в забое разрезной выработки. Торпедирование боковых стенок при проходке вентиляционного штрека не производится.

5. РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО КАМЕРНОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ НА РУДНИКАХ ВКМКС

Расчет технико-экономических показателей⁹ по камерной системе разработки ВКМКС выполняется для *расчетного участка*, в качестве которого рекомендуется принимать:

- при панельной схеме подготовки – *панель*;
- при панельно-блоковой схеме подготовки – *блок*.

На шахтных полях рудников ВКМКС в пределах расчетного участка могут разрабатываться одновременно несколько пластов (до трех).

Для конкретного участка шахтного поля (*панели, блока*) могут быть определены следующие *технико-экономические показатели* [3]:

- величина промышленных запасов;
- значения коэффициентов извлечения и потерь полезного ископаемого по системе разработки;
- производительность комбайнового комплекса¹⁰;
- объем проводимых и поддерживаемых выработок;
- трудоёмкость и производительность труда по системе разработки.

Перед выполнением расчетов ТЭП для расчетного участка шахтного поля в виде таблицы (*по форме табл. 2*) приводятся следующие параметры системы разработки: количество ходов в очистной камере; ширина и высота камер; ширина целиков.

Кроме того, перед выполнением расчетов предварительно для удобства, а также с целью получения корректных результатов, всю информацию о горных выработках и целиках различного назначения (*междукамерных, междуходовых, междублоковых или межпанельных и др.*) в пределах расчетного участка рекомендуется представить по формам таблиц 3 и 4 соответственно.

Таблица 2

Параметры системы разработки промышленных пластов

Пласт	Мощность пласта, м		Тип комбайна	Кол-во ходов по ширине камеры	Параметры отработки, м			
	геологическая	вынимаемая			ширина хода камеры	ширина МХЦ	ширина МКЦ	межосевое расстояние

Таблица 3

Параметры очистных и подготовительных выработок

Пласт	Наименование выработки	Кол-во выработок	Размеры		
			Ширина, м	Длина, м	Площадь сечения, м ²

⁹ Кроме расчетов *себестоимости добычи руды* по системе разработки.

¹⁰ Рассчитывается по «Методике расчета производительности комбайновых комплексов» [4].

Параметры целиков различного назначения

Пласт	Назначение целика	Кол-во целиков	Размеры, м	
			Ширина	Длина

5.1. Запасы и потери по системе разработки

Балансовые запасы панели (блока):

$$Q_b = \sum Q_{bi} ,$$

где Q_{bi} – балансовые запасы i -го пласта в пределах панели (блока), т.

$$Q_{bi} = SHm_{\Gamma i}\gamma_i ,$$

где S – длина панели (блока), м;

H – ширина панели (блока), м;

$m_{\Gamma i}$ – геологическая мощность i -го пласта, м;

γ_i – объемный вес полезного ископаемого i -го пласта в массиве, т/м³.

Потери запасов по системе разработки (эксплуатационные):

$$P_{cp} = \sum P_i ,$$

где P_i – потери по системе разработки на i -м пласте, т.

$$P_i = P_{\Gamma i} + P_{m.\phi i} + P_{\Gamma.ci} + P_{vi} + P_{oi} ,$$

где $P_{\Gamma i}$ – потери в целиках различного назначения по системе разработки на i -м пласте, т;

$P_{m.\phi i}$ – потери по мощности и форме сечения в очистных камерах на i -м пласте, т;

$P_{\Gamma.ci}$ – потери в горловинах (стартовых выработках) очистных камер на i -м пласте, т;

P_{vi} – потери при проведении пластовых подготовительных выработок на i -м пласте, т;

P_{oi} – потери отбитого полезного ископаемого на i -м пласте, т.

Потери в целиках различного назначения на i -м пласте при камерной системе разработки:

$$P_{\Gamma i} = \sum P_{\Gamma ij} ,$$

где $P_{\Gamma ij}$ – потери в целике j -го назначения на i -м пласте, т;

$$P_{\Gamma ij} = a_{ij}b_{ij}m_{\Gamma i}\gamma_i n_{ij} ,$$

где a_{ij} – длина i -го целика на i -м пласте, м;

b_{ij} – ширина i -го целика на i -м пласте, м;

n_{ij} – количество целиков i -го назначения на i -м пласте.

Потери по мощности и форме сечения очистных камер:

$$P_{m.\phi} = \sum P_{m.\phi i} ,$$

где $\Pi_{м.фi}$ – потери по мощности и форме поперечного сечения очистных камер¹¹ на i -м пласте, т.

$$\Pi_{м.фi} = n_{xi}(a_{xi}m_{Гi} - S'_{xi})(l_{ki} - l_{р.н.ci})\gamma_i n_{ki},$$

где n_{xi} – число ходов по ширине камеры на i -м пласте, ограниченных междуходовыми или междукамерными целиками;

a_{xi} – ширина одного хода в камере на i -м пласте, ограниченного междуходовыми или междукамерными целиками, м;

S'_{xi} – площадь сечения одного хода в камере по пласту полезного ископаемого на i -м пласте, ограниченного междуходовыми или междукамерными целиками, м²;

l_{ki} – длина камеры на i -м пласте, м;

$l_{р.н.ci}$ – расстояние по нормали от выемочного штрека до конца горловины (или стартовой выработки) на i -м пласте, м;

n_{ki} – количество очистных камер на i -м пласте.

Потери в горловинах (стартовых выработках) очистных камер:

$$\Pi_{г.с} = \sum \Pi_{г.ci},$$

где $\Pi_{г.ci}$ – потери в горловинах очистных камер или в стартовых выработках на i -м пласте, т.

При зарубке стартовой выработки **ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО** выемочному штреку потери в горловинах очистных камер определяются по выражению:

$$\Pi_{г.ci} = n_{xi}(a_{xi}m_{Гi} - S'_{х.ср.i})l_{р.н.ci}\gamma_i n_{ki},$$

где $S'_{х.ср.i}$ – средняя площадь поперечного сечения одного хода горловины очистной камеры по пласту полезного ископаемого на i -м пласте, ограниченного междуходовыми или междукамерными целиками, м².

$$S'_{х.ср.i} = \frac{S'_{х.в.ш.i} + S'_{xi}}{2},$$

где $S'_{х.в.ш.i}$ – площадь поперечного сечения одного хода горловины по пласту полезного ископаемого на уровне выемочного штрека на i -м пласте, м².

При перпендикулярной зарубке относительно выемочного штрека и отработке камеры в один ход по высоте значение $l_{р.н.ci} = 0$ м, соответственно $\Pi_{г.ci} = 0$ т (т.е. потери при зарубке стартовой выработки отсутствуют).

При перпендикулярной зарубке относительно выемочного штрека и отработке камеры в два хода (слоя) по высоте значение $l_{р.н.ci}$ определяется:

$$l_{р.н.ci} = \max\{h_{кр} \cdot \text{ctg } \alpha_{кр}; h_{пч} \cdot \text{ctg } \alpha_{пч}\},$$

где $h_{кр}$ – расстояние от кровли горловины в начале зарубки (на сопряжении с выемочным штреком) до кровли камеры (кровли верхнего слоя камеры), м;

$h_{пч}$ – расстояние от почвы горловины в начале зарубки (на сопряжении с выемочным штреком) до почвы камеры (почвы нижнего слоя камеры), м;

$\alpha_{кр}$ – угол наклона кровли горловины к горизонту, град;

$\alpha_{пч}$ – угол наклона почвы горловины к горизонту, град;

¹¹ При получении в расчетах отрицательного значения принимать $\Pi_{м.фi} = 0$ (т.е. потерь по мощности и форме нет).

При зарубке или проходке стартовой выработки **ПОД УГЛОМ** к выемочному штреку потери в горловинах или стартовых выработках на i -м пласте:

$$П_{г.сi} = (l_{г.сi} m_{гi} a_{ки} - S'_{г.с.срi} l_{г.сi}) \gamma_i n_{г.сi} ,$$

где $a_{ки}$ – полная (с учетом междуходовых целиков) ширина камеры на i -м пласте, м;
 $S'_{г.с.срi}$ – средняя площадь сечения горловины (или стартовой выработки) по пласту полезного ископаемого на i -м пласте, м²;
 $l_{г.сi}$ – длина горловины (стартовой выработки) по средней¹² линии на i -м пласте, м.
 $n_{г.сi}$ – количество горловин (стартовых выработок) на i -м пласте в расчетном участке.

Средняя площадь горловины или стартовой выработки:

$$S'_{г.с.срi} = \frac{S'_{г.с.в.шi} + S'_{г.с.i}}{2} ,$$

где $S'_{г.с.в.шi}$ – площадь сечения горловины или стартовой выработки по пласту полезного ископаемого в месте зарубки (на уровне выемочного штрека) на i -м пласте, м²;
 $S'_{г.с.i}$ – площадь сечения горловины или стартовой выработки по пласту полезного ископаемого в конце горловины или стартовой выработки на i -м пласте, м².

Потери при проведении пластовых подготовительных выработок на i -м пласте:

$$П_B = \sum П_{Bi} ,$$

где $П_{Bi}$ – потери при проведении пластовых подготовительных выработок на i -м пласте, т.

$$П_{Bi} = \sum П_{Bij} ,$$

где $П_{Bij}$ – потери при проведении j -й пластовой подготовительной выработки на i -м пласте, т.

$$П_{Bij} = (a_{Bij} m_{гi} - S'_{Bij}) l_{Bij} \gamma_i n_{Bij} ,$$

где a_{Bij} – ширина j -й подготовительной выработки на i -м пласте, м;
 S'_{Bij} – площадь поперечного сечения по пласту полезного ископаемого j -й подготовительной выработки на i -м пласте, м²;
 l_{Bij} – длина j -й подготовительной выработки на i -м пласте, м;
 n_{Bij} – количество выработок j -го типа на i -м пласте.

Потери отбитого полезного ископаемого:

$$П_0 = \sum П_{0.ki} + \sum П_{0.Bij} ,$$

где $П_{0.ki}$ – потери отбитой руды в очистных камерах на i -м пласте, т;

¹² Определяется графически. Как правило, принимается равной длине комбайна с бункером – перегружателем. В среднем для всех применяемых в настоящее время комбайновых комплексах «Урал-10А», «Урал-61», «Урал-20 А», «Урал-20 Р» и «МФ-320» за величину $l_{г.сi}$ условно можно принять длину 20м.

При работе комплекса без бункера-перегрузателя за величину $l_{г.сi}$ принимается длина комбайна (по технической характеристике [4]).

$P_{o.vij}$ – потери отбитой руды в j -й пластовой подготовительной выработке на i -м пласте, т.

Потери отбитой руды в очистных камерах на i -м пласте:

$$P_{o.ki} = n_{xi} \frac{a_{xi}}{a_{и.к}} P_{o.к} (l_{ki} - l_{p.ci}) n_{ki} + \frac{a_{г.с.срi}}{a_{и.к}} P_{o.к} l_{г.ci} n_{г.ci} ,$$

где $P_{o.к}$ – потери отбитой руды¹³ на 1 м длины хода комбайна на i -м пласте, т [3];

$a_{г.с.срi}$ – средняя ширина горловины или стартовой выработки на i -м пласте, м;

$a_{и.к}$ – ширина исполнительного органа комбайна, работающего в камере на i -м пласте, м.

Средняя ширина горловины или стартовой выработки:

$$a_{г.с.срi} = \frac{a_{г.с.в.шi} + a_{г.с.i}}{2} ,$$

где $a_{г.с.в.шi}$ – ширина сечения горловины или стартовой выработки в месте зарубки (на уровне выемочного штрека) на i -м пласте, м;

$a_{г.с.i}$ – ширина сечения горловины или стартовой выработки в конце горловины или стартовой выработки на i -м пласте, м.

Потери отбитой руды в j -й пластовой подготовительной выработке на i -м пласте:

$$P_{o.vji} = \frac{a_{vij}}{a_{и.к}} P_{o.к} n_{vij} l_{vij} ,$$

где a_{vij} – ширина j -й подготовительной выработки на i -м пласте, м;

$a_{и.к}$ – ширина исполнительного органа комбайна, которым пройдена j -я подготовительная выработка на i -м пласте, м.

Разность между балансовыми запасами расчетного участка и потерями называется **промышленными запасами** расчетного участка (*панели* или *блока*):

$$Z_{пр} = Q_б - P_{ср} .$$

Отношение промышленных запасов к балансовым называется **коэффициентом извлечения** ($K_{и}$) балансовых запасов, а отношение потерь к балансовым запасам – **коэффициентом потерь** ($K_{п}$) балансовых запасов:

$$K_{и} = \frac{Z_{пр}}{Q_б} \quad \text{и} \quad K_{п} = \frac{P_{ср}}{Q_б} .$$

(Очевидно, что в сумме коэффициент извлечения и коэффициент потерь балансовых запасов должны составлять 1).

5.2. Объем проводимых и поддерживаемых выработок

Для камерной системы разработки этот технико-экономический показатель характеризует кубатуру *проводимых* и *поддерживаемых* выработок на 1000 т добычи ($\text{м}^3/1000 \text{ т}$).

Расчет **объема проводимых** подготовительных выработок осуществляется по выражению:

¹³ $P_{o.к} = 0,47$ т/м (при работе комбайнового комплекса с комбайном «MF-320»);
 $P_{o.к} = 0,31$ т/м (с комбайнами типов «Урал-10А» и «Урал-61»);
 $P_{o.к} = 0,52$ т/м (с комбайном типа «Урал-20А»);
 $P_{o.к} = 0,40$ т/м (с комбайном типа «Урал-20Р»).

$$L_{\text{пров}} = \frac{\sum(l_{\text{в}i}S_{\text{в}i}n_{\text{в}i})}{Z_{\text{пр}}} 1000 ,$$

где $l_{\text{в}i}$ – длина i -й подготовительной выработки в пределах расчетного участка, м;
 $S_{\text{в}i}$ – площадь поперечного сечения i -й подготовительной выработки, м²;
 $n_{\text{в}}$ – количество таких выработок в расчетном участке;
 $Z_{\text{пр}}$ – промышленные запасы расчетного участка, т.

Объем поддерживаемых выработок¹⁴:

$$L_{\text{под}} = \frac{\sum(l_{\text{под}i}S_{\text{в}i}n_{\text{в}i})}{Z_{\text{пр}}} 1000 ,$$

где $l_{\text{под}i}$ – поддерживаемая длина¹⁵ i -й подготовительной выработки, м.

5.3. Трудоемкость и производительность труда по системе разработки

Под трудоемкостью понимают затраты труда (в человеко-сменах) на выпуск единицы продукции. В горнодобывающей промышленности, трудоемкость рассчитывается на 1000 т добытого полезного ископаемого.

ТРУДОЕМКОСТЬ по системе разработки определяется:

$$R_{\text{ср}} = \frac{T_{\text{ср}}}{Z_{\text{пр}}} \cdot 1000 ,$$

где $T_{\text{ср}}$ – трудозатраты на подготовку, отработку и изоляцию панели (блока), чел.-см;
 $Z_{\text{пр}}$ – промышленные запасы панели (блока), т.

Трудозатраты на подготовку, отработку и изоляцию участка:

$$T_{\text{ср}} = T_{\text{оч}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{пров}} + T_{\text{бур}} + T_{\text{под}} + T_{\text{тр}} + T_{\text{из}} ,$$

где $T_{\text{оч}}$ – трудозатраты в очистных камерах, чел.-см;

$T_{\text{обсл}}$ – трудозатраты на обслуживание участка ремонтной службой рудника, чел.-см;

$T_{\text{пров}}$ – трудозатраты на проведение подготовительных выработок, чел.-см;

$T_{\text{бур}}$ – трудозатраты на бурение скважин, чел.-см;

$T_{\text{под}}$ – трудозатраты на поддержание подготовительных выработок, чел.-см;

$T_{\text{тр}}$ – трудозатраты на обслуживание транспорта по подготовительным выработкам, чел.-см;

$T_{\text{из}}$ – трудозатраты на изоляцию отработанной панели (блока), чел.-см.

Трудозатраты в очистных камерах:

$$T_{\text{оч}} = \sum T_{\text{оч}i} ,$$

где $T_{\text{оч}i}$ – трудозатраты в очистных камерах на i -м пласте, чел.-см.

Трудозатраты в очистных камерах на i -м пласте *при комбайновой выемке*:

$$T_{\text{оч}i} = 2T_{\text{к}i}n_{\text{к}i},$$

¹⁴ При расчете объема поддерживаемых выработок не учитываются такие выработки, как сбойки и рудоспускные скважины.

¹⁵ Для выработок постоянной длины в процессе эксплуатации поддерживаемая длина принимается равной полной длине выработки.

Для выработок переменной длины поддерживаемая длина выработки равна средней ее длине за период эксплуатации.

где T_{ki} – полное время отработки¹⁶ очистной камеры на i -м пласте, смен;
 n_{ki} – количество очистных камер на i -м пласте.

Трудозатраты на обслуживание участка работниками ремонтной службы рудника:

$$T_{\text{обсл}} = \frac{108 \cdot N_{\text{обсл}} \cdot t}{N_{\text{год}}},$$

где $N_{\text{обсл}} = 23$ смены – количество дней работы за месяц работников ремонтной службы рудника;

t – время отработки¹⁷ панели (блока), сут;

$N_{\text{год}} = 360$ сут. – количество рабочих дней рудника в году.

Трудозатраты на проведение подготовительных выработок:

$$T_{\text{пров}} = \sum T_{\text{пров}i},$$

где $T_{\text{пров}i}$ – трудозатраты на проведение i -й подготовительной выработки, чел.-см.

Трудозатраты на проведение i -й подготовительной выработки *одним ходом* комбайна:

$$T_{\text{пров}i} = \frac{2n_{\text{см}i}l_{\text{в}i}}{l_{\text{сут}i}},$$

где $l_{\text{в}i}$ – длина i -й подготовительной выработки в пределах расчетного участка, м;

$n_{\text{см}i} = 3$ смены – количество смен за сутки при проведении i -й подготовительной выработки;

$l_{\text{сут}i}$ – суточная скорость¹⁸ подвигания i -й подготовительной выработки, м/сут.

Трудозатраты на проведение i -й подготовительной выработки *несколькими ходами* комбайна:

$$T_{\text{пров}i} = 2 \cdot n_{\text{см}i} \cdot l_{\text{в}i} \cdot \sum \left(1/l_{\text{сут}ij} \right),$$

где $l_{\text{сут}ij}$ – суточная скорость подвигания j -го хода i -й подготовительной выработки, м/сут.

Трудозатраты на бурение рудоспускных скважин:

$$T_{\text{бур}} = \sum n_{\text{скв}i} \left(2 \cdot l_{\text{скв}i} / H_{\text{бур}} \right),$$

¹⁶ Рассчитывается по «Методике расчета производительности комбайновых комплексов» [4].

Для укрупненных расчетов T_{ki} может быть принята по фактическим данным, полученным в ходе прохождения «Производственных практик» на калийных рудниках.

В среднем для *двухходовой по ширине* камеры это значение условно составляет по пласту АБ $T_{ki} = 22$ смены, по пласту Кр-II $T_{ki} = 35$ смен.

¹⁷ Рассчитывается с учетом полного времени (*суток*) отработки одной камеры и количества очистных камер на i -м пласте в пределах панели (блока).

¹⁸ Значение $l_{\text{сут}i}$ принимается по фактическим данным, полученным в ходе прохождения «Производственных практик» на калийных рудниках. При отсутствии данных условно может быть принято по пласту АБ $l_{\text{сут}i} = 13,9$ м/сутки, по пласту Кр-II $l_{\text{сут}i} = 14,5$ м/сутки.

где $n_{\text{скв } i}$ – количество i -тых рудоспускных скважин на расчетном участке, шт;

$l_{\text{скв } i}$ – длина i -й скважины, м;

$N_{\text{бур}}$ – норма выработки¹⁹ на бурение скважин, м.

Трудозатраты на поддержание подготовительных выработок:

$$T_{\text{под}} = N_{\text{под}} t ,$$

где $N_{\text{под}} = (2 \text{ чел./см} \times 2 \text{ смены/сут.}) = 4 \text{ чел.-см/сут.}$ – количество рабочих (крепильщиков) в сутки, занятых на поддержании подготовительных выработок;

t – время отработки панели (блока), сут.

Трудозатраты на транспорт по подготовительным выработкам:

$$T_{\text{тр}} = N_{\text{тр}} t ,$$

где $N_{\text{тр}} = 1 \text{ чел. /см (на одну конв. линию)} \times 3 \text{ смены/сут.} = 3 \text{ чел.-см /сут.}$ – количество рабочих в сутки, занятых на транспорте.

Трудозатраты на изоляцию отработанного расчетного участка

$$T_{\text{из}} = \frac{V_{\text{из}}}{N_{\text{из}}} ,$$

где $N_{\text{из}}$ – норма времени на изоляцию участка (на возведение перемычек²⁰), чел.-см;

$V_{\text{из}}$ – объем работ на изоляцию расчетного участка (на возведение перемычек), м².

$$V_{\text{из}} = S_{\text{пер}} n_{\text{пер}} ,$$

где $S_{\text{пер}}$ – площадь одной перемычки, м²;

$n_{\text{пер}}$ – количество перемычек, шт.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА по системе разработки (т/выход) определяется:

$$П_{\text{тр}} = \frac{1000}{R_{\text{ср}}} .$$

¹⁹ При длине (глубине) скважины диаметром 500 мм $l_{\text{скв.}i} \leq 20$ м норма выработки на ее бурение составляет $N_{\text{бур}} = 5,9$ м. При длине скважины $l_{\text{скв.}i} > 20$ м (до 40 м) норма выработки на ее бурение составляет $N_{\text{бур}} = 6,6$ м.

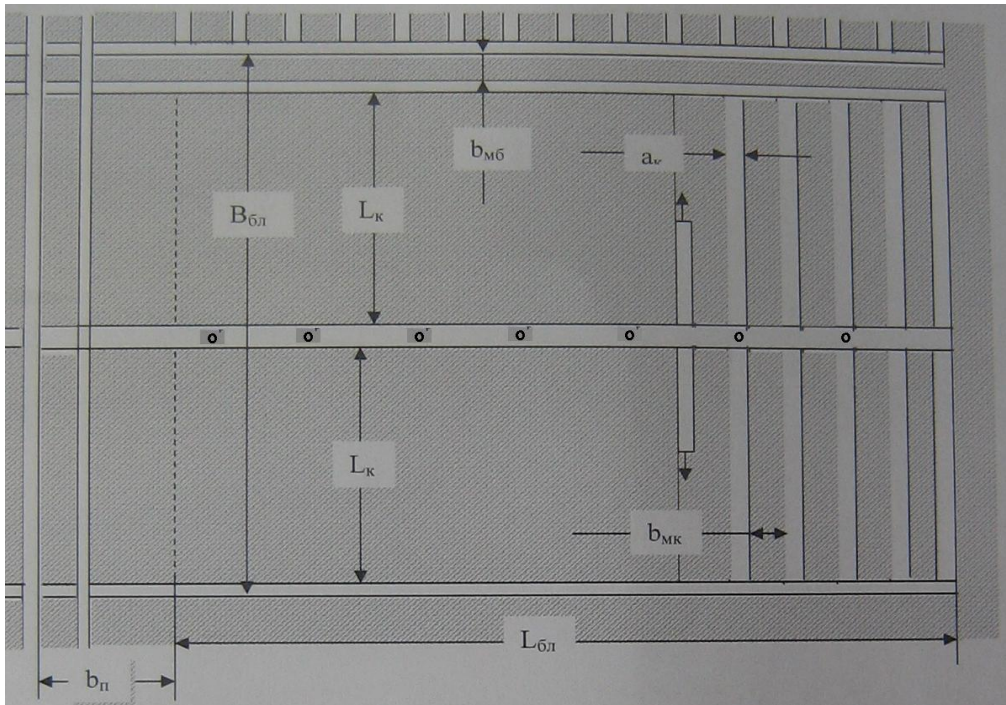
²⁰ Норма времени на устройство 1 м² изолирующей перемычки: из транспортерной ленты $N_{\text{из}} = 0,24$ чел.-см/м²; из вентиляционного рукава $N_{\text{из}} = 0,03$ чел.-см/м²

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ
ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ПРОЦЕССЫ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ РУДНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ»**

ВАРИАНТ 1

Рассчитать технико-экономические показатели по системе разработки для следующих условий²¹.



Камерная система разработки пласта Красный II при панельно-блоковой схеме подготовки и обратном порядке отработки блока. Длина блока 500 м, ширина 400 м.

Ширина междублокового целика 4,0 м. Ширина целика, оставляемого для охраны панельных штреков, составляет 35 м.

Геологическая мощность пласта 4,7 м, объемный вес руды 2,087 т/м³.

Очистные работы осуществляются комбайновым комплексом с комбайном «Урал–20Р» с площадью исполнительного органа 15,5 м², шириной исполнительного органа 5,5 м и высотой 3,1 м. Очистные камеры отрабатываются одним ходом по ширине и двумя слоями по высоте с перпендикулярной зарубкой относительно выемочного штрека. Площадь поперечного сечения камеры 26,5 м², высота камеры 5,1 м. Камеры отрабатываются с подрезкой «коржей» на высоту 0,4 м. Ширина междукammerного целика 4,9 м.

Выемочный штрек пройден тремя ходами комбайна «Урал–20Р» с проходкой первого хода по оси выемочного штрека (с оставлением в кровле «защитной пачки» сильвинита мощностью 0,5 м). В дальнейшем (вторым и третьим ходами) производится расширение выемочного штрека до проектных размеров (ширина – 10 м, высота – 4 м). Площадь поперечного сечения выемочного штрека 32,0 м². Расстояние от выемочного штрека до конца горловины камеры 15,8 м.

Блочные вентиляционные штреки пройдены одним ходом комбайна «Урал–

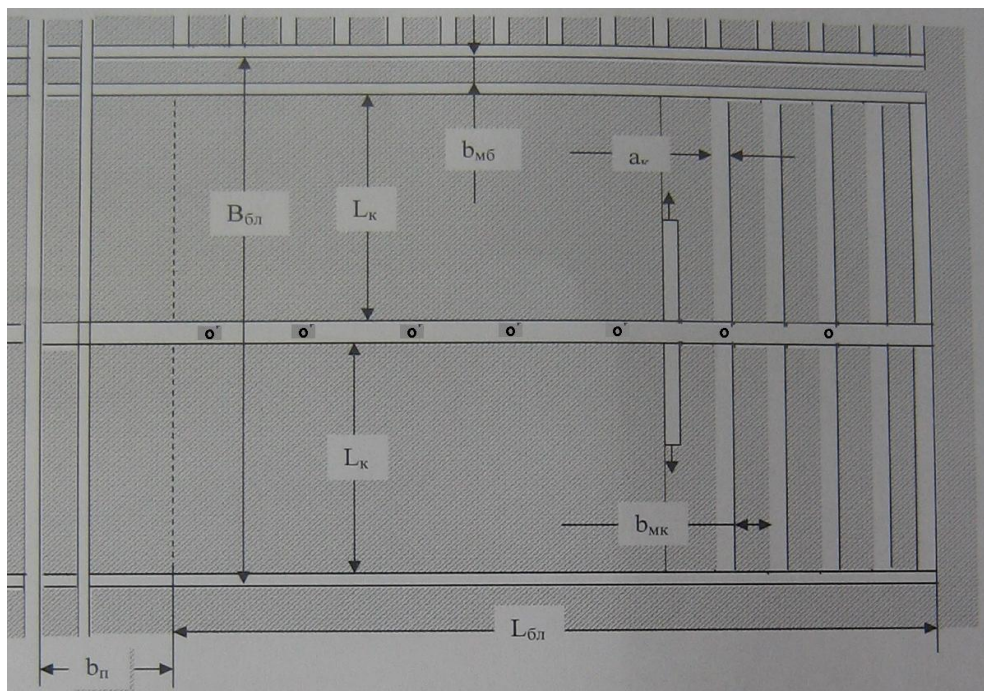
²¹ Вариант содержит примерные исходные данные без привязки к конкретным схемам подготовки и параметрам камерной системы разработки шахтных полей ВКМКС. Реальные условия могут значительно отличаться. Выработки, не указанные на расчетной схеме (уклоны, сбойки, разрезные штреки, камеры разворота комбайна и др.), но имеющиеся в реальных условиях действующих горных предприятий ВКМКС, должны учитываться при курсовом и дипломном проектировании для условий рудников ВКМКС.

20Р» с оставлением защитной пачки сильвинита в кровле выработки мощностью 0,5 м. Блочные вентиляционные штреки имеют ширину 5,5 м и высоту 3,1 м, площадь поперечного сечения $15,5 \text{ м}^2$.

Блочный конвейерный штрек (на расчетной схеме условно не показан) пройден по нижележащему пласту Красный III (на 6 м ниже пласта Красный II) комбайном «Урал-20Р» двумя ходами (с наложением ходов по ширине), имеет площадь поперечного сечения $21,2 \text{ м}^2$. Конвейерный штрек сбивается с выемочным штреком рудоспускными скважинами диаметром 0,5 м. Скважины бурятся через две камеры.

ВАРИАНТ 2

Рассчитать технико-экономические показатели по системе разработки для следующих условий²².



Камерная система разработки пласта Красный II при панельно-блоковой схеме подготовки и обратном порядке отработки блока. Длина блока 700 м, ширина 380 м.

Ширина междублокового целика 4,5 м. Ширина целика, оставляемого для охраны панельных штреков, составляет 34 м.

Геологическая мощность пласта 4,7 м, объемный вес руды $2,085 \text{ т/м}^3$.

Очистные работы осуществляются комбайновым комплексом с комбайном «MF-320» с площадью исполнительного органа $16,96 \text{ м}^2$, шириной исполнительного органа 5,3 м и высотой 3,2 м. Очистные камеры отрабатываются одним ходом по ширине и двумя слоями по высоте с перпендикулярной зарубкой относительно выемочного штрека. Площадь поперечного сечения камеры $25,5 \text{ м}^2$, высота камеры 5,1 м.

²² Вариант содержит примерные исходные данные без привязки к конкретным схемам подготовки и параметрам камерной системы разработки шахтных полей ВКМКС. Реальные условия могут значительно отличаться. Выработки, не указанные на расчетной схеме (уклоны, сбойки, разрезные штреки, камеры разворота комбайна и др.), но имеющиеся в реальных условиях действующих горных предприятий ВКМКС, должны учитываться при курсовом и дипломном проектировании для условий рудников ВКМКС.

Камеры отрабатываются с подрезкой «коржей» на высоту 0,4 м. Ширина междукамерного целика 4,7 м.

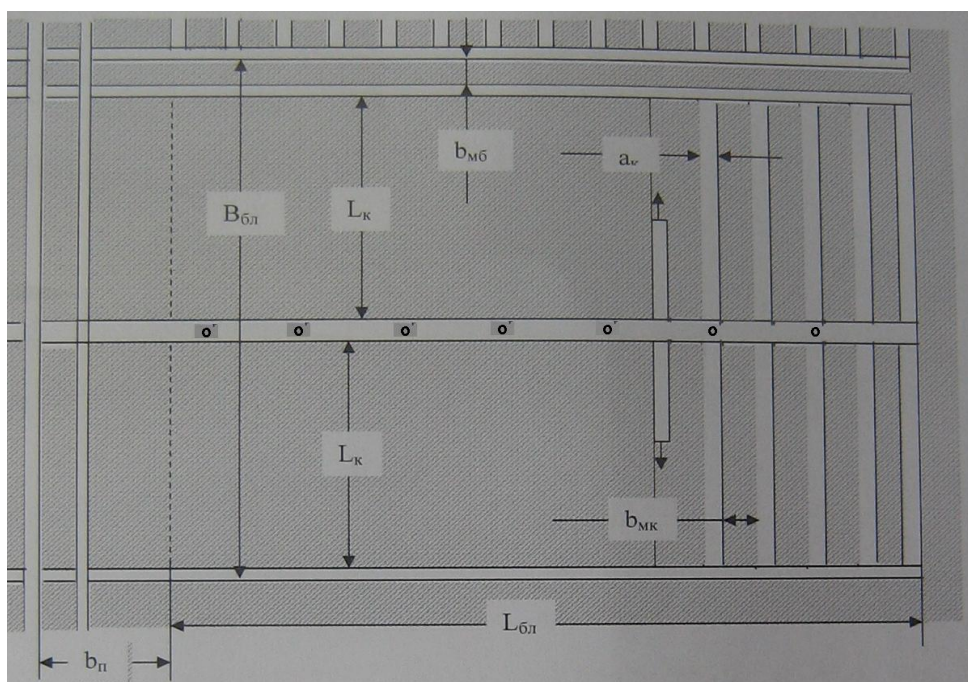
Выемочный штрек пройден тремя ходами комбайна «MF-320» с проходкой первого хода по оси выемочного штрека (с оставлением в кровле «защитной пачки» сильвинита мощностью 0,5 м). В дальнейшем (вторым и третьим ходами) производится расширение выемочного штрека до проектных размеров (ширина – 10 м, высота – 4 м). Площадь поперечного сечения выемочного штрека 31,0 м². Расстояние от выемочного штрека до конца горловины камеры 15,8 м.

Блочные вентиляционные штреки пройдены одним ходом комбайна «MF-320» с оставлением защитной пачки сильвинита в кровле выработки мощностью 0,5 м. Блочные вентиляционные штреки имеют ширину 5,3 м и высоту 3,2 м, площадь поперечного сечения 16,96 м².

Блочный конвейерный штрек (на расчетной схеме условно не показан) пройден по нижележащему пласту Красный III (на 6 м ниже пласта Красный II) комбайном «MF-320» двумя ходами (с наложением ходов по ширине), имеет площадь поперечного сечения 20,8 м². Конвейерный штрек сбивается с выемочным штреком рудоспускными скважинами диаметром 0,5 м. Скважины бурятся через две камеры.

ВАРИАНТ 3

Рассчитать технико-экономические показатели по системе разработки для следующих условий²³.



Камерная система разработки пласта АБ при панельно-блоковой схеме подготовки и обратном порядке отработки блока. Длина блока 500 м, ширина 400 м.

²³ Вариант содержит примерные исходные данные без привязки к конкретным схемам подготовки и параметрам камерной системы разработки шахтных полей ВКМКС. Реальные условия могут значительно отличаться. Выработки, не указанные на расчетной схеме (уклоны, сбойки, разрезные штреки, камеры разворота комбайна и др.), но имеющиеся в реальных условиях действующих горных предприятий ВКМКС, должны учитываться при курсовом и дипломном проектировании для условий рудников ВКМКС.

Ширина междублокового целика 5,0 м. Ширина целика, оставляемого для охраны панельных штреков, составляет 30 м.

Геологическая мощность пласта 2,72 м, объемный вес руды 1,988 т/м³.

Очистные работы осуществляются комбайновым комплексом с комбайном «Урал–20Р» с площадью исполнительного органа 15,5 м², шириной исполнительного органа 5,5 м и высотой 3,1 м. Очистные камеры отрабатываются одним ходом по ширине и высоте с перпендикулярной зарубкой относительно выемочного штрека. Площадь поперечного сечения камеры 15,5 м², высота камеры 3,1 м. Ширина междукамерного целика 5,5 м.

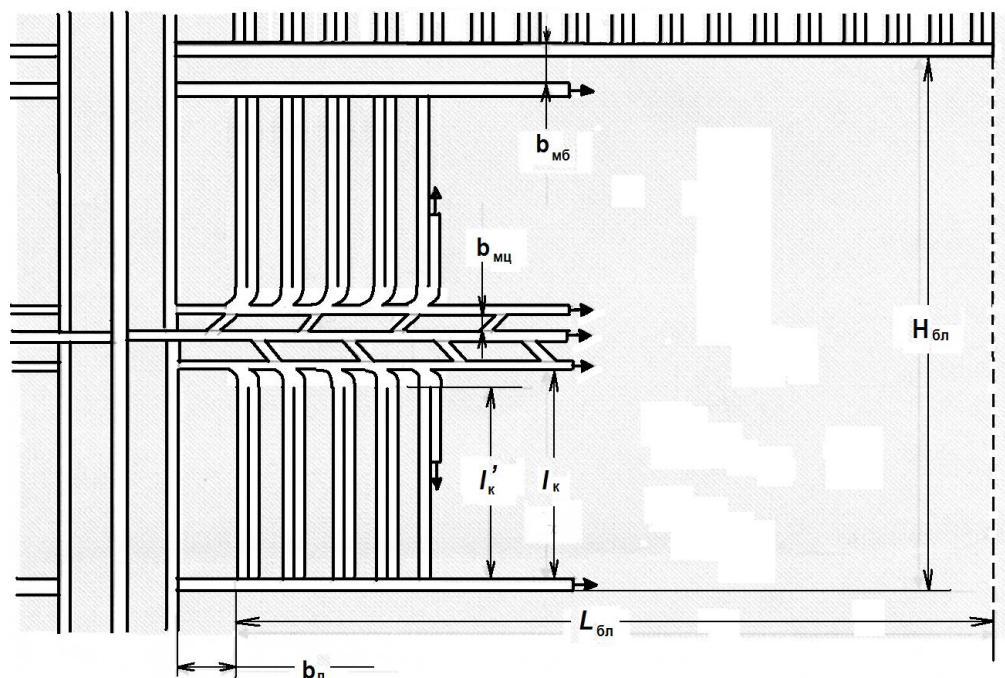
Выемочный штрек пройден комбайном «Урал–20Р» двумя ходами по ширине, с наложением ходов. Ширина штрека 10 м, высота 3,1 м). Площадь поперечного сечения выемочного штрека 27,180 м². Расстояние от выемочного штрека до конца горловины камеры 15,8 м.

Блочные вентиляционные штреки пройдены одним ходом комбайна «Урал–20Р», имеют ширину 5,5 м при высоте 3,1 м, площадь поперечного сечения 15,5 м².

Блочный конвейерный штрек (на расчетной схеме условно не показан) пройден по необрабатываемому пласту Красный II (на 5 м ниже пласта АБ) комбайном «Урал–20Р» двумя ходами (с наложением ходов по ширине), имеет площадь поперечного сечения 21,2 м². Конвейерный штрек сбивается с выемочным штреком рудоспускными скважинами диаметром 0,5 м. Скважины бурятся через две камеры.

ВАРИАНТ 4

Рассчитать технико-экономические показатели по системе разработки для следующих условий²⁴.



²⁴ Вариант содержит примерные исходные данные без привязки к конкретным схемам подготовки и параметрам камерной системы разработки шахтных полей ВКМКС. Реальные условия могут значительно отличаться. Выработки, не указанные на расчетной схеме (уклоны, сбойки, разрезные штреки, камеры разворота комбайна и др.), но имеющиеся в реальных условиях действующих горных предприятий ВКМКС, должны учитываться при курсовом и дипломном проектировании для условий рудников ВКМКС.

Камерная система разработки пласта АБ при панельно-блоковой схеме подготовки и прямом порядке отработки блока. Геологическая мощность пласта 2,9 м, объемный вес руды 1,988 т/м³.

Длина блока 400 м. Ширина междублокового целика 8 м.

Очистные работы осуществляются комбайновым комплексом с комбайном «MF-320» с площадью исполнительного органа 16,96 м², шириной исполнительного органа 5,3 м и высотой исполнительного органа 3,2 м. Очистные камеры отрабатываются одним ходом по высоте и двумя ходами по ширине с оставлением междуходового целика шириной 6,2 м. Ширина междукамерного целика 6,2 м.

Зарубка в камеры под углом 45 градусов к выемочному штреку с радиусом 25 м. Длина камеры 170 м, длина камеры без учета горловины 155,8 м.

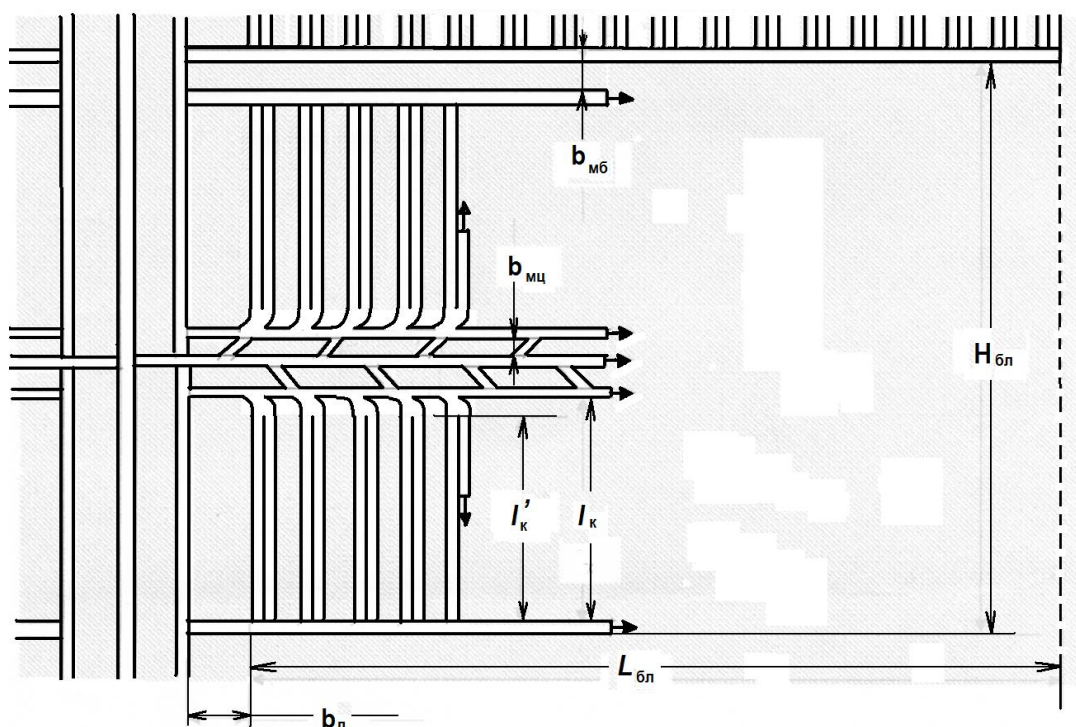
Блочные штреки (два выемочных, конвейерный и два вентиляционных), а также разгрузочные сбойки (между выемочными и конвейерным штреками) пройдены комбайном «MF-320», имеют площадь поперечного сечения 16,96 м² при ширине 5,3 м и высоте 3,2 м. Разгрузочные сбойки проходятся через две камеры под углом 45° к штрекам. Ширина целика между конвейерным и выемочными штреками 9 м.

До начала очистных работ блочные штреки проводятся на длину 200 м.

Ширина целика, оставляемого для охраны панельных штреков, составляет 30 м.

ВАРИАНТ 5

Рассчитать технико-экономические показатели по системе разработки для следующих условий²⁵.



²⁵ Вариант содержит примерные исходные данные без привязки к конкретным схемам подготовки и параметрам камерной системы разработки шахтных полей ВКМКС. Реальные условия могут значительно отличаться. Выработки, не указанные на расчетной схеме (уклоны, сбойки, разрезные штреки, камеры разворота комбайна и др.), но имеющиеся в реальных условиях действующих горных предприятий ВКМКС, должны учитываться при курсовом и дипломном проектировании для условий рудников ВКМКС.

Камерная система разработки пласта Красный II при панельно-блоковой схеме подготовки и прямом порядке отработки блока. Геологическая мощность пласта 4,77 м, объемный вес руды 2,08 т/м³.

Длина блока 400 м. Ширина междублокового целика 7 м.

Очистные работы осуществляются комбайновым комплексом с комбайном «MF-320» с площадью исполнительного органа 16,96 м², шириной исполнительного органа 5,3 м и высотой исполнительного органа 3,2 м. Очистные камеры обрабатываются двумя ходами по высоте и двумя ходами по ширине с оставлением междуходо-вого целика шириной 6,2 м. Ширина междукамерного целика 6,2 м. Площадь поперечного сечения хода камеры 25,44 м², высота 5,21 м.

Зарубка в камеры под углом 45 градусов к выемочному штреку с радиусом 25 м. Длина камеры 180 м, длина камеры без учета горловины 165,8 м.

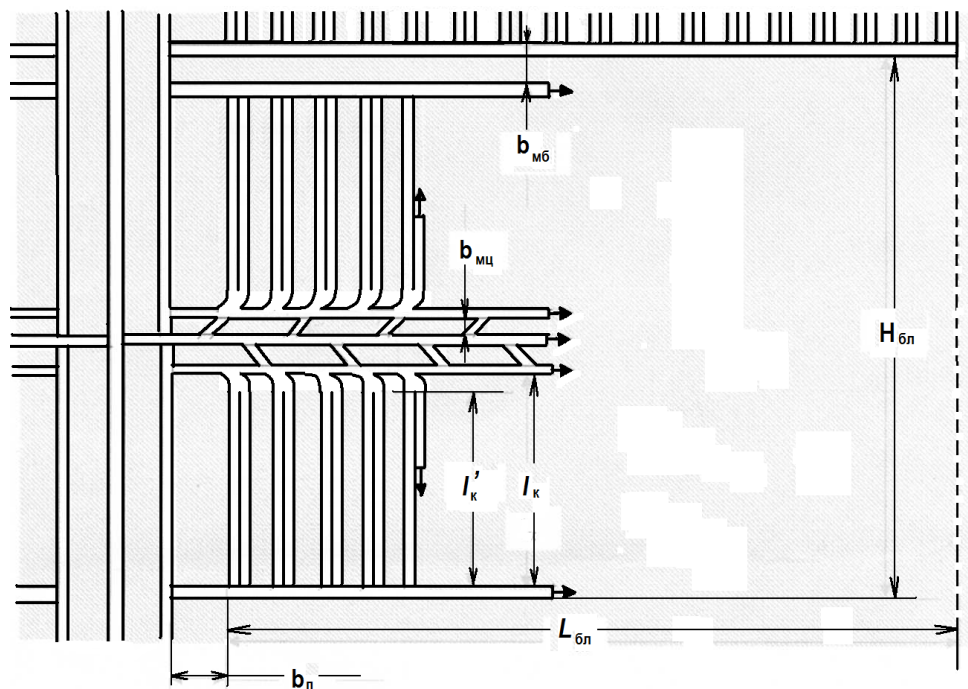
Блочные штреки (два выемочных, конвейерный и два вентиляционных), а также разгрузочные сбойки (между выемочными и конвейерным штреками) пройдены комбайном «MF-320», имеют площадь поперечного сечения 16,96 м² при ширине 5,3 м и высоте 3,2 м. Разгрузочные сбойки проходятся через две камеры под углом 45° к штрекам. Ширина целика между конвейерным и выемочными штреками 8 м.

До начала очистных работ блочные штреки проводятся на длину 200 м.

Ширина целика, оставляемого для охраны панельных штреков, составляет 25 м.

ВАРИАНТ 6

Рассчитать технико-экономические показатели по системе разработки для следующих условий²⁶.



²⁶ Вариант содержит примерные исходные данные без привязки к конкретным схемам подготовки и параметрам камерной системы разработки шахтных полей ВКМКС. Реальные условия могут значительно отличаться. Выработки, не указанные на расчетной схеме (уклоны, сбойки, разрезные штреки, камеры разворота комбайна и др.), но имеющиеся в реальных условиях действующих горных предприятий ВКМКС, должны учитываться при курсовом и дипломном проектировании для условий рудников ВКМКС.

Камерная система разработки пласта АБ при панельно-блоковой схеме подготовки и прямом порядке отработки блока. Геологическая мощность пласта 2,72 м, объемный вес руды 2,062 т/м³.

Длина блока 600 м. Ширина междублокового целика 6 м.

Очистные работы осуществляются комбайновым комплексом с комбайном «Урал-20Р» с площадью исполнительного органа 15,8 м², шириной исполнительного органа 5,5 м и высотой исполнительного органа 3,1 м. Очистные камеры обрабатываются одним ходом по высоте и двумя ходами по ширине с оставлением междуходового целика шириной 5,8 м. Ширина междукамерного целика 5,8 м.

Зарубка в камеры под углом 45 градусов к выемочному штреку с радиусом 25 м. Длина камеры 210 м, длина камеры без учета горловины 195,8 м.

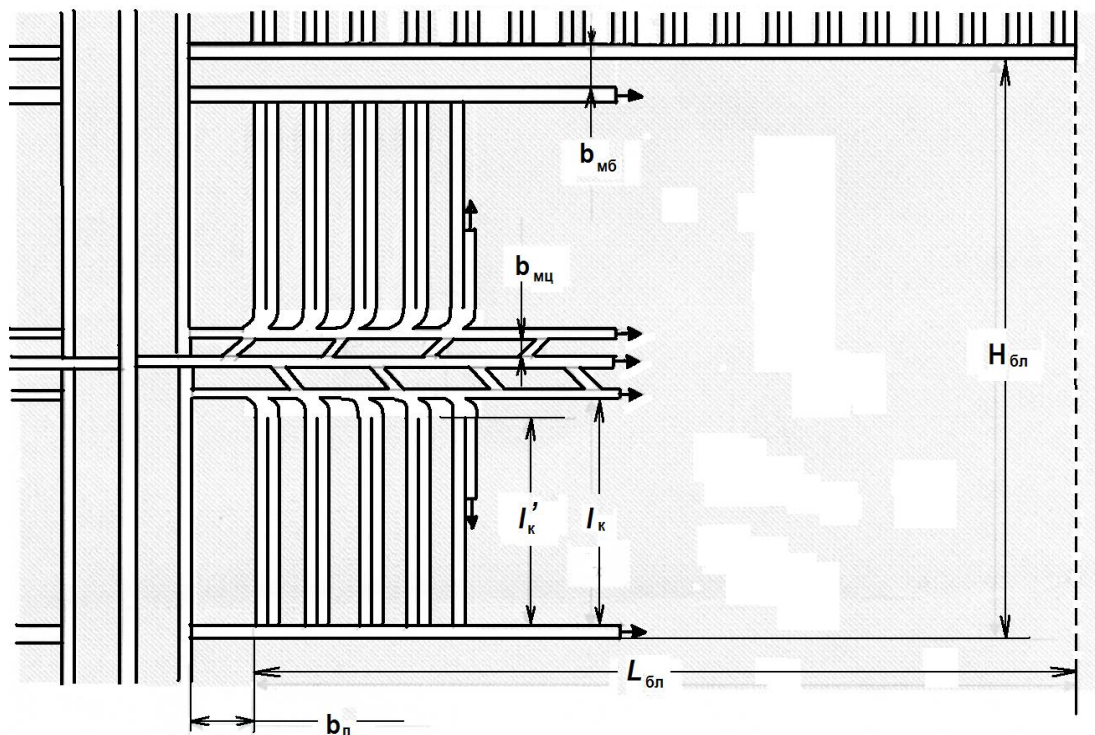
Блочные штреки (два выемочных, конвейерный и два вентиляционных), а также разгрузочные сбойки (между выемочными и конвейерным штреками) пройдены комбайном «Урал-20Р», имеют площадь поперечного сечения 15,8 м² при ширине 5,5 м и высоте 3,1 м. Разгрузочные сбойки проходятся через две камеры под углом 45° к штрекам. Ширина целика между конвейерным и выемочными штреками 8 м.

До начала очистных работ блочные штреки проводятся на длину 300 м.

Ширина целика, оставляемого для охраны панельных штреков, составляет 30 м.

ВАРИАНТ 7

Рассчитать технико-экономические показатели по системе разработки для следующих условий²⁷.



²⁷ Вариант содержит примерные исходные данные без привязки к конкретным схемам подготовки и параметрам камерной системы разработки шахтных полей ВКМКС. Реальные условия могут значительно отличаться. Выработки, не указанные на расчетной схеме (уклоны, сбойки, разрезные штреки, камеры разворота комбайна и др.), но имеющиеся в реальных условиях действующих горных предприятий ВКМКС, должны учитываться при курсовом и дипломном проектировании для условий рудников ВКМКС.

Камерная система разработки пласта Красный II при панельно-блоковой схеме подготовки и прямом порядке отработки блока. Геологическая мощность пласта 4,86 м, объемный вес руды 2,077 т/м³.

Длина блока 600 м. Ширина междублокового целика 8 м.

Очистные работы осуществляются комбайновым комплексом с комбайном «Урал-20Р» с площадью исполнительного органа 15,8 м², шириной исполнительного органа 5,5 м и высотой исполнительного органа 3,1 м. Очистные камеры обрабатываются двумя ходами по высоте и двумя ходами по ширине с оставлением междуходо-вого целика шириной 5,5 м. Ширина междукамерного целика 5,5 м. Площадь поперечного сечения хода камеры 27,5 м², высота 5,29 м.

Зарубка в камеры под углом 45 градусов к выемочному штреку с радиусом 25 м. Длина камеры 195 м, длина камеры без учета горловины 180,8 м.

Блочные штреки (*два выемочных, конвейерный и два вентиляционных*), а также разгрузочные сбойки (*между выемочными и конвейерным штреками*) пройдены комбайном «Урал-20Р», имеют площадь поперечного сечения 15,8 м² при ширине 5,5 м и высоте 3,1 м. Разгрузочные сбойки проходятся через две камеры под углом 45° к штрекам. Ширина целика между конвейерным и выемочными штреками 6 м.

До начала очистных работ блочные штреки проводятся на длину 300 м. Ширина целика, оставляемого для охраны панельных штреков, составляет 25 м.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по ликвидации возможных расслопооявлений в калийных рудниках ПАО «Уралкалий» (технологический регламент). – Березники; 2016.
2. Технологический регламент производства очистных работ и проходки горных выработок на рудниках ПАО «Уралкалий». – Пермь – Березники, 2016.
3. Расчет технико-экономических показателей по системе разработки : методические указания / Сост. И.П. Аман. – Пермский государственный технический университет, Пермь, 2006. – 31 с.
4. Методическое руководство по ведению горных работ на рудниках ОАО «Сильвинит» / ОАО «Галургия». – Новосибирск: Наука, 2011. – 487 с.
5. Указания по защите рудников от затопления и охране подрабатываемых объектов на Верхнекамском месторождении калийно-магниевых солей: технологический регламент. - Пермь, 2014.
6. Аман И.П. Системы разработки: курс лекций. – Пермь: Изд-во Перм. Гос. техн. ун-та, 2008. – 202 с.
7. Аман И.П. Проектирование горных предприятий: учеб. Пособие / И.П. Аман. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2006. – 136 с.
8. Технологический регламент механизированной отработки карналлитового пласта В на руднике СКРУ-1 ПАО «Уралкалий», Пермь – Березники, 2016.
9. Нестерова С.Ю. Предотвращение газодинамических явлений при отработке карналлитовых пластов с помощью щелевой разгрузки: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Пермь: Горный институт УрО РАН, 2010. –22 с.
10. Проект «Механизированная выемка карналлитового пласта В (корректировка) на руднике СКПРУ-1 ОАО «Сильвинит» / Том 1. Пояснительная записка и чертежи. Шифр: 51.108-ПЗ. – Пермь: ОАО «Галургия», 2002.

НЕСТЕРОВА Светлана Юрьевна

**ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ И ОТРАБОТКИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЛАСТОВ ВЕРХНЕКАМСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ.
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ПО СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ**

Учебно-методическое пособие

Корректор *Н.В. Шляева*

Подписано в печать 11.06.2018. Формат 60×90/16.

Набор компьютерный. Усл. печ 5,9.

Тираж 20. Заказ 391/2018

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии центра
«Издательство Пермского национального исследовательского
политехнического университета».

Адрес: 614990, г. Пермь. Комсомольский проспект, 29, к. 113

Тел. (342) 219-80-33.