

УДК 622.363.2:622.211

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОТРАБОТКИ КАЛИЙНОГО ПЛАСТА НА УЧАСТКАХ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ РАЗМЕРАМИ

¹Смычник А.Д., ²Прушак В.Я., ³Дакуко С.Н., ²Ищенко Р.В.

ОАО «Белгорхимпром», г. Минск, Беларусь

ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством»,
г. Солигорск, Беларусь

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

Перспективным направлением повышения технико-экономических показателей очистной выемки в условиях калийных рудников РУП «ПО «Беларуськалий») является использование при отработке участков с ограниченными размерами систем разработки полезного ископаемого с разворотом лавы без демонтажа очистного оборудования.

Основным недостатком известных технологических схем с разворотом лав на границе панелей являются значительные эксплуатационные потери полезного ископаемого в целиках, достигающие 33 % балансовых запасов панели и большая удельная протяженность подготовительных выработок [1].

Как следует из проведенных исследований [1], к числу основных тенденций, влияющих на выбор технологических схем отработки Третьего калийного пласта на рудниках РУП «ПО «Беларуськалий»), относятся:

1) увеличение производительности очистных механизированных комплексов и времени их эффективной эксплуатации до ремонта;

2) увеличение с ростом глубины потерь полезного ископаемого, оставляемых в целиках и между столбами (эксплуатационные потери в целиках достигают 65 %);

3) увеличение числа участков шахтных полей с размерами, которые меньше оптимальной длины столба при использовании современных очистных механизированных комплексов. Длины столбов, подготавливаемых к отработке в ближайшие 10–20 лет, по IV-му слою на 40–50 % не соответствуют оптимальному значению. На строящихся рудниках (Краснослободский и Березовский) таких участков около 80 %.

Эффективная отработка участков с ограниченными размерами может быть достигнута с применением технологических схем, которые должны обеспечить минимальные потери полезного ископаемого в недрах; сократить объемы горноподготовительных работ и затраты на подготовку панели; увеличить длину выемочных столбов до значений, близких к оптимальным.

Для отработки IV-го сильвинитового слоя Третьего калийного пласта предлагается три варианта технологической схемы.

Вариант № 1. Для подготовки панели по IV сильвинитовому слою проходят штреки 1, 2, 3, 5 и сбойки 4. В случае одновременной проходки этих выработок очистные работы можно начинать при неполном оконтуривании панели подготовительными выработками (рис. 1). Это позволит сократить срок ввода в эксплуатацию новой лавы и увеличить пространственную концентрацию работ в панели. Схема проветривания и транспорта обеспечивается посредством технологических сбоек, расположенных в поле лавы. По ним подается свежая струя воздуха, транспортируется руда, добытая от проходки выработки.

Сущность технологической схемы (рис. 2) заключается в отработке участка ограниченных размеров с разворотом лавы на его границе и оставлением целика шириной Z между столбами, обрабатываемыми до и после разворота [3]. При выемке столба полезного ископаемого на 1-м этапе лава движется от выработок главного направления к границе выемочного участка. Здесь осуществляют разворот лавы, после чего производят отработку столба в противоположном направлении до выработок главного направления (2-й этап).

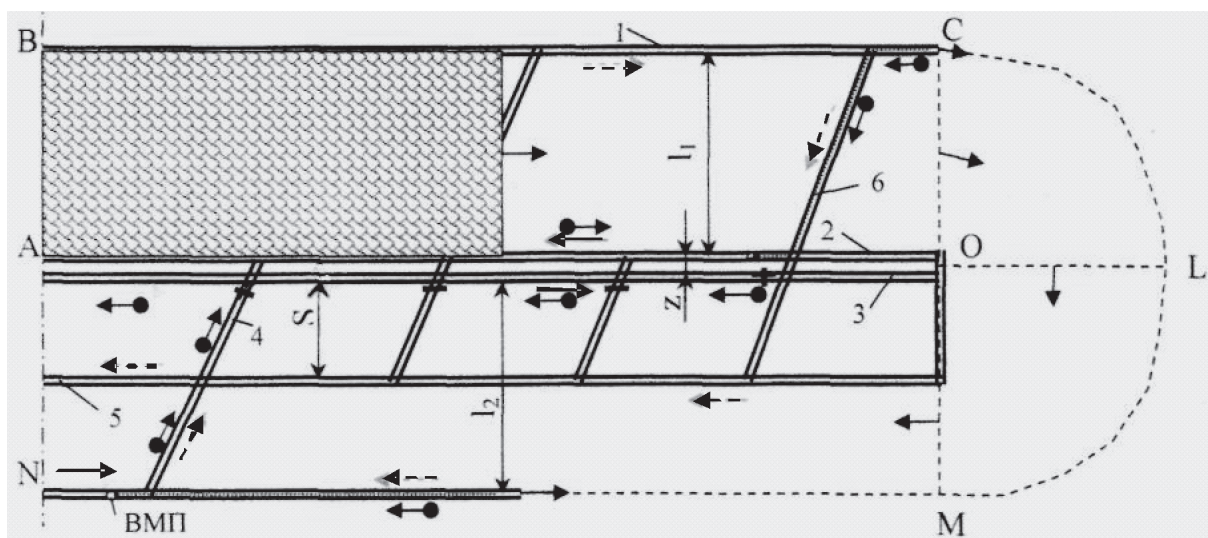


Рис. 1. Схема проветривания и транспорта руды в начале очистных работ до полного оконтуривания панели горными выработками:

1 — обводной штрэк; 2 — конвейерный штрэк лавы, отработывающей столб до разворота; 3 — панельный конвейерный штрэк; 4 — технологические сбойки; 5 — панельный вентиляционный штрэк; 6 — вентиляционная сбойка; Z — ширина целика для охраны штрэка 3; S — ширина охранного целика для выработки 5; l_2 — длина лавы после разворота; l_1 — то же до разворота; + — конвейерное окно

Схема транспорта в период работы лавы до разворота (рис. 2, а): лава — (2 — 4 — 3) — выработки главного направления — околоствольный двор.

Схема транспорта из лавы в период работы лавы при развороте: лава — (4' — 3) — выработки главного направления — околоствольный двор.

Схема транспорта из лавы в период после ее разворота (рис. 2, б): лава — 3 — выработки главного направления — околоствольный двор.

Транспорт руды, добываемой при проведении обводной выработки 1, производится по выработкам (1 — 6 — 3) — выработки главного направления. Для обеспечения отвода отработанной струи по сбойке 6 на панельный вентиляционный штрэк 5 и несмешивания струй (рис. 1) на конвейерном штрэке 3 устанавливают конвейерное окно.

Проветривание лавы в период ее работы до разворота при неполном оконтуривании участка подготовительными выработками осуществляется следующим образом (рис. 1): главный транспортный штрэк — (3 — 4 — 2) — лава — (1 — 6 — 5) — главный вентиляционный штрэк. Проветривание лавы в период ее работы до разворота при полном оконтуривании участка подготовительными выработками (рис. 2, а): главный транспортный штрэк — (3 — 4 — 2) — лава — 1 — главный вентиляционный штрэк. Проветривание лавы в период разворота: главный транспортный штрэк — (3 — 4) — лава — (1 — 5) — главный вентиляционный штрэк.

Проветривание лавы в период после разворота (рис. 2, б): главный транспортный штрэк — 3 (1) — лава — 5 — главный вентиляционный штрэк.

Схема вентиляции после разворота несколько меняется с появлением вентиляционного штрэка, разделяющего лаву на 2 части. Свежая струя поступает в лаву по бортовым (конвейерному и обводному) штрэкам, а выходит по центральному (вентиляционному) штрэку. Эта схема широко используется на Старобинском месторождении при выемке сильвинита двухкомбайновыми механизированными комплексами.

Доставка людей может проводиться по выработке 1 второго столба и далее по сбойке 4.

По сравнению со схемами, применяемыми в настоящее время на рудниках РУП «ПО «Беларуськалий»», [2], широкая реализация приведенного варианта позволяет:

1) сократить потери полезного ископаемого в целике, оставляемом между участками, отработанными до и после разворота лавы. Потери полезного ископаемого в известных вариантах составляют 30–60 %, в рекомендуемом варианте — 5–7 %;

2) уменьшить объемы горно-проходческих работ. В настоящее время при подготовке панели проходят до 10 горных выработок. При реализации рекомендуемой технологической схемы для подготовки панели необходимо пройти 5 выработок.

К числу основных параметров рекомендуемой технологической схемы относится ширина

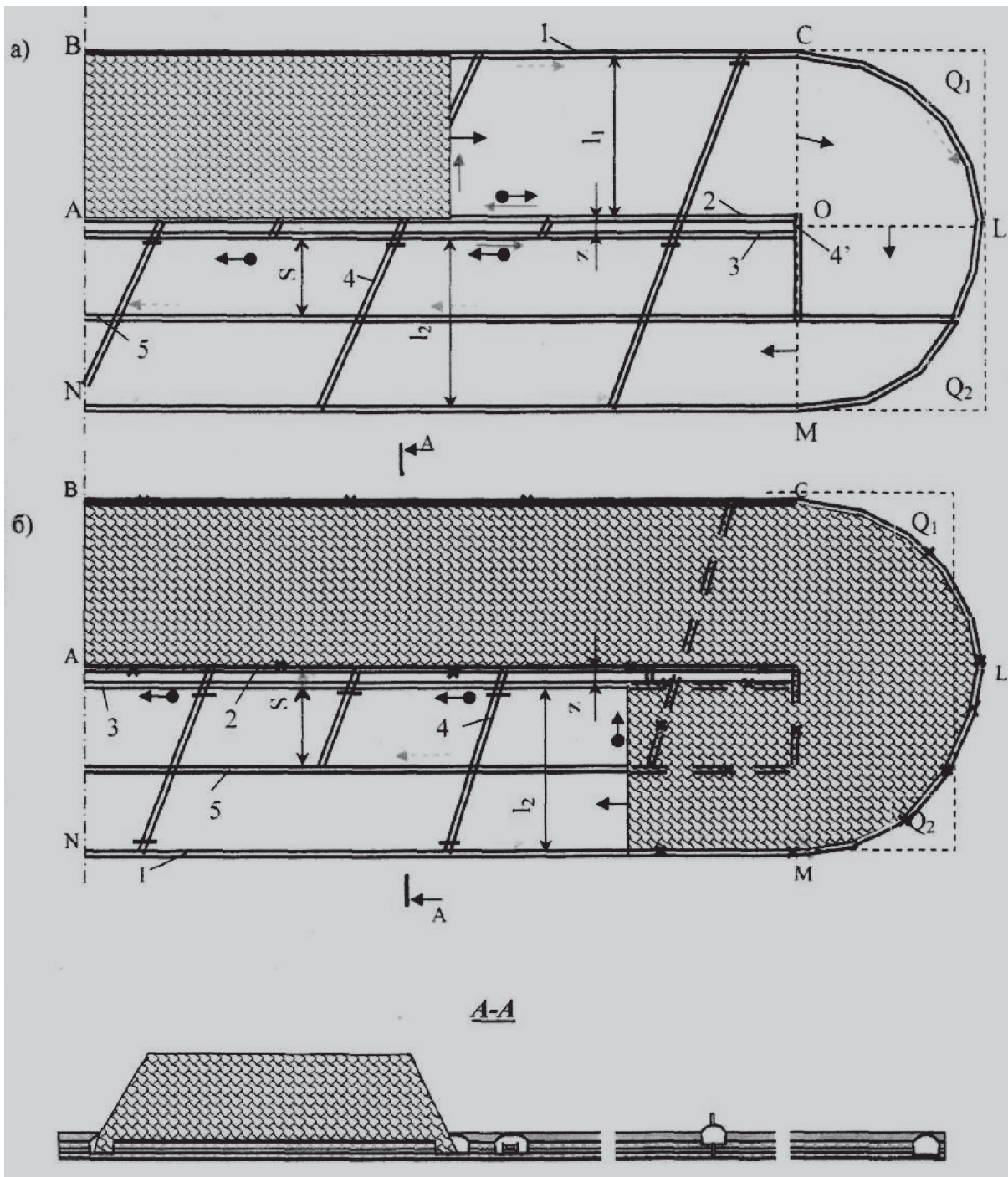


Рис. 2. Технологическая схема с разворотом лавы (Вариант № 1), рекомендуемая при отработке IV сивинитового слоя:

1 — обводной штрек; 2 — конвейерный штрек лавы, обрабатывающей столб до разворота;
 3 — панельный конвейерный штрек; 4, 4' — технологические сбойки; 5 — панельный вентиляционный штрек;
 Z — ширина целика для охраны штрека 3; S — ширина охранного целика для выработки 5;
 l_1 — длина лавы до ее разворота; l_2 — длина лавы после ее разворота

целика Z. Главной функцией этого целика является обеспечение удовлетворительного состояния

выработки 3 в период отработки участка после разворота лавы. После выполнения указанной

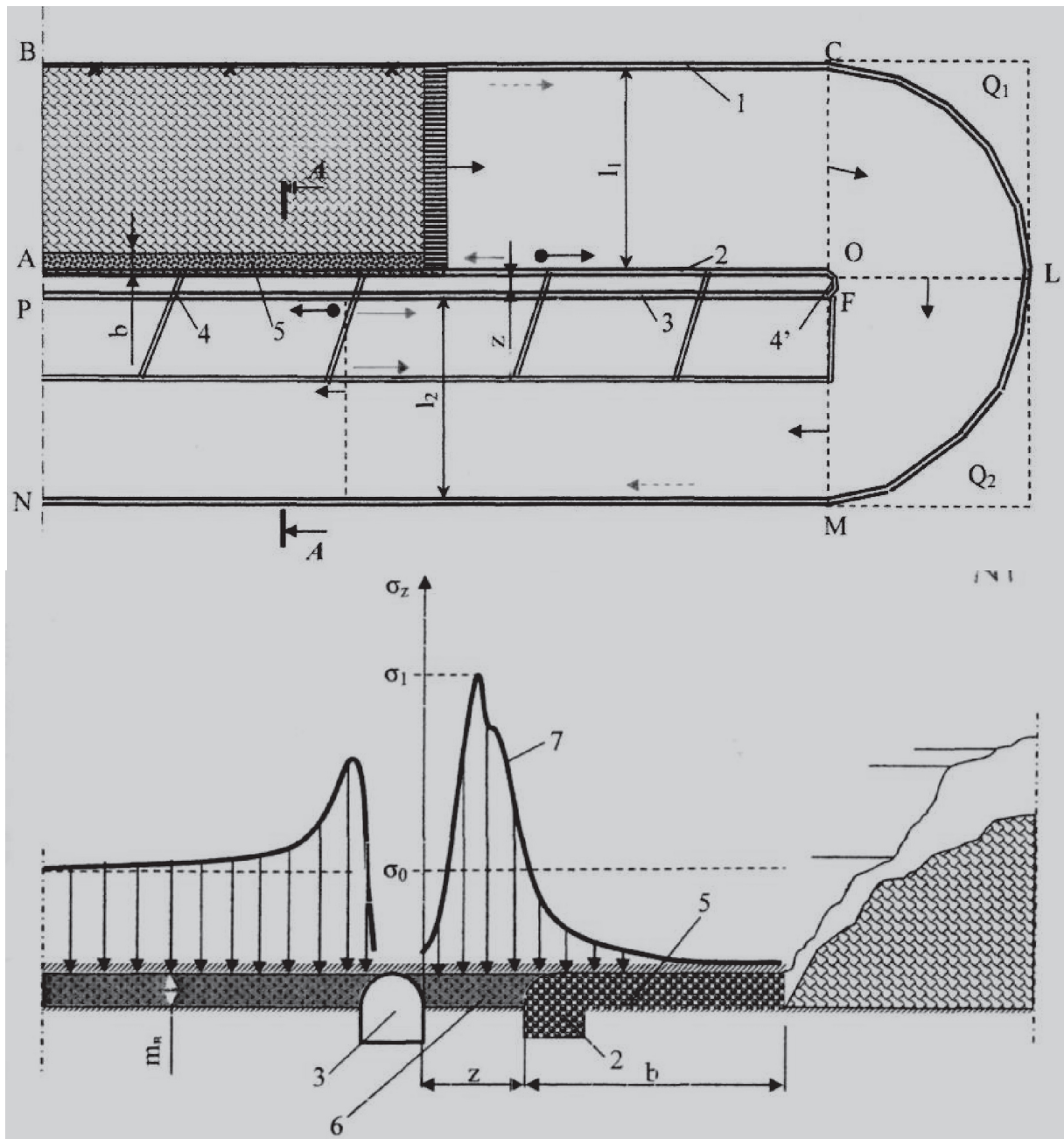


Рис. 3. Технологическая схема с разворотом лавы (вариант № 2), рекомендуемая при отработке IV сильвинитового слоя:

1 — обводной штрек; 2 — конвейерный штрек лавы, обрабатывающей столб до разворота;
 3 — панельный конвейерный штрек; 4 — технологические сбойки; 5 — породная полоса;
 Z — ширина целика для охраны штрека 3; b — ширина породной полосы; l_1 и l_2 — длина лавы до и после разворота; σ_0 — геостатическое горное давление; σ_1 — повышенное опорное давление

функции целик должен разрушиться в выработанном пространстве под воздействием горного давления, чтобы не создавать проблем в лавы нижнего технологического слоя.

Вариант № 2. Эта схема (рис. 3 [3]) отличается от приведенной (рис. 2) тем, что охрана штрека 3 прово-

дится целиком совместно с породной полосой, созданной при отработке участка в период до разворота лавы.

Для подготовки панели по IV сильвинитовому слою проходят штреки 1, 2, 3, 5 и сбойки 4. Причем при реализации схемы все выработки должны быть пройдены до начала очистных работ.

Сущность предлагаемой технологической схемы (рис. 3) отличается от схемы по варианту № 1 (рис. 2) тем, что формирование породной полосы за лавой осуществляется для обеспечения повторного использования штрека 3 при отработке участка после разворота лавы. При выемке столба полезного ископаемого на 1-м и 2-м этапах (рис. 3) все операции выполняются по варианту № 1 (рис. 2).

Схемы транспорта из лавы (рис. 3) аналогичны схемам по варианту № 1. Возможна и другая схема транспорта.

Проветривание лавы в период работы ее до разворота (рис. 3): главный транспортный штрек – (3 – 4 – 2) – лава – 1 – главный вентиляционный штрек. Проветривание лавы в период разворота: главный транспортный штрек – (3 – 4) – лава – 1 – главный вентиляционный штрек. Проветривание лавы в период работы ее после разворота: главный транспортный штрек – 3 – лава – 1 – главный вентиляционный штрек.

Вариант № 2 технологической схемы позволяет:

1) сократить потери полезного ископаемого в целике, оставляемом между участками, которые отработаны до и после разворота лавы (на 5–7 %). Кроме того, по сравнению с рекомендуемым вариантом № 1, возведение породной полосы 5 позволяет уменьшить потери полезного ископаемого в целике Z (рис. 3), который оставляют между участковыми подготовительными выработками 2 и 3 за счет уменьшения его ширины. При возведении породной полосы шириной b , превышающей в 3–4 раза вынимаемую мощность разрабатываемого пласта, в средней ее части с течением времени формируется уплотненное ядро (область) с высокой несущей способностью. При выполнении данных условий породная полоса создает препятствия разрушению целика. Мощность слоя, для выемки которого рекомендована эта технологическая схема, составляет 1,0–1,4 м. Применяемые на рудниках закладочные комплексы позволяют создавать породные полосы шириной 25–30 м по кровле;

2) уменьшить объем горно-проходческих работ. Возможность повторного использования участковой подготовительной выработки 3 связана с созданием условий для отработки второго столба с минимальными потерями полезного ископаемого. Наличие породной полосы 5 к моменту завершения отработки первого столба позволяет (по условиям проветривания и транспорта полезного ископаемого) продолжать отработку выемочного поля без оставления целика Z значительной ширины между участковыми выработками 2 и 3.

Таким образом, для подготовки панели с применением варианта № 2 необходимо провести 4 выработки на всю длину. В отличие от варианта № 1, недостатком схемы является невозможность пуска лавы до полного оконтуривания участка горными выработками.

К числу основных параметров технологической схемы по варианту № 2 относятся ширина целика Z и ширина породной полосы b (рис. 3). Основная функция поддержания выработки 3 в удовлетворительном состоянии выполняется в основном породной полосой.

Вариант № 3. Недостатком всех технологических схем, предусматривающих разворот лавы, является неизбежное оставление целиков полезного ископаемого в угловых участках Q_1 и Q_2 (рис. 1–3). Устранить недостаток позволяет технологическая схема, приведенная в работах [3, 4].

Для подготовки панели по IV сильвинитовому слою проходят штреки 1, 2, 3, 5 и сбойки 4. При использовании этой схемы (рис. 4) все выработки должны быть пройдены до начала очистных работ.

Сущность этой технологической схемы состоит в том, что одновременно с отработкой участка до начала разворота лавы производят отработку параллельными камерами угловых участков панели CDJ и MQJ с оставлением междукамерных целиков одинаковой ширины Z1. Отработку угловых участков завершают до подхода лавы к месту начала ее разворота на расстояние, превышающее ширину зоны опорного давления, формирующегося впереди забоя лавы $L_{од}$ (рис. 4). Податливость h междукамерных целиков полезного ископаемого при их равномерной частичной отработке определяют из выражения

$$\varepsilon_y < h < \varepsilon_{кр},$$

где ε_y — деформации упругого восстановления пород кровли, залегающих над целиком, при их полной разгрузке от горного давления; $\varepsilon_{кр}$ — предельные величины опускания пород кровли над междукамерными целиками полезного ископаемого, в случае превышения которых происходит разрушение пород кровли, расположенных над междукамерными целиками.

Положительный эффект при использовании этого способа разработки достигается тем, что при опережающей равномерной частичной выемке камерами целиков полезного ископаемого, оставляемых на границах выемочных участков, происходит разгрузка массива от повышенного горного давления над целиками без разрушения пород кровли, расположенных над междукамерными целиками.

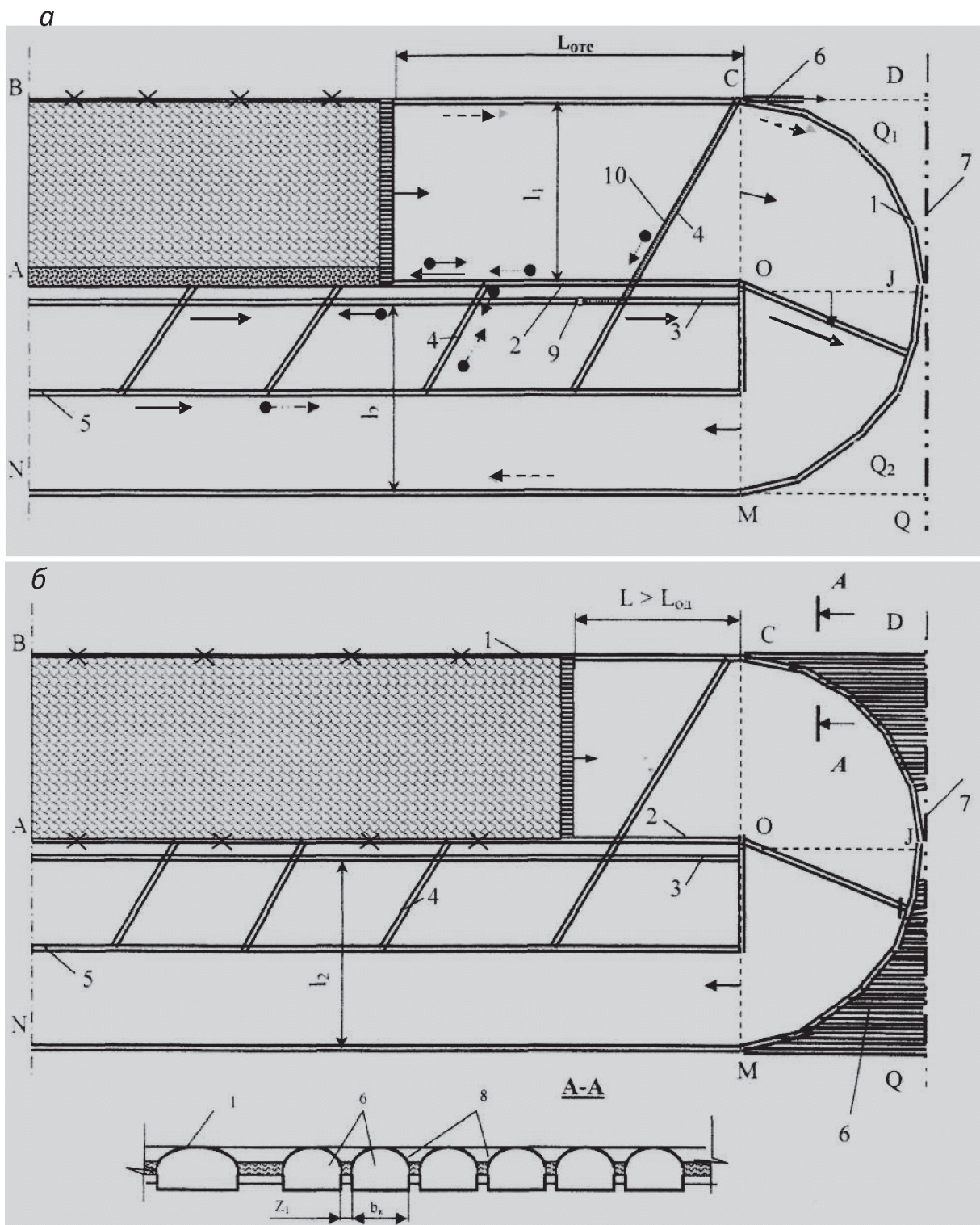


Рис. 4. Технологическая схема с разворотом лавы (вариант № 3), рекомендуемая при обработке IV сальвинитового слоя:

- 1 — обводной штрек; 2 — конвейерный штрек лавы, обрабатывающей столб до разворота; 3 — панельный конвейерный штрек; 4, 4' — технологические сбойки; 5 — панельный вентиляционный штрек; 6 — камеры; 7 — граница панели; 8 — междуканальные целики; 9 — вентилятор местного проветривания; 10 — трубопровод;
 l_2 — длина лавы после разворота; $\bullet \blacktriangleright$ — сальвинит; $\bullet \blacktriangleright$ — галит; $\bullet \blacktriangleright$ — доставка людей;
 Z_1 — ширина междуканального целика; b_x — ширина камеры

Это позволит повысить эффективность управления кровлей в лаве на ее участке, прилегающем к обводной выработке I , а также улучшить условия поддержания обводной выработки на криволинейном участке.

Схема транспорта из лавы в период до разворота лавы (рис. 4, *a*): лава – (2–4–3) – выработки главного направления – околоствольный двор.

Схема транспорта из лавы в период разворота лавы: лава – (4'–3) – выработки главного направления – околоствольный двор.

Схема транспорта из лавы в период после разворота лавы: лава – 3 – выработки главного направления – околоствольный двор.

Проветривание лавы в период работы до разворота (рис. 4, *a*): главный транспортный штрек – (3–4–2) – лава – I – главный вентиляционный штрек. Проветривание лавы в период разворота: главный транспортный штрек – (3–4) – лава – I – главный вентиляционный штрек. Проветривание лавы в период работы после разворота: главный транспортный штрек – 3 – лава – I – главный вентиляционный штрек.

Этот вариант технологической схемы по сравнению с применяемыми, позволяет:

1) сократить потери полезного ископаемого в целике, оставляемом между участками, которые отработаны до и после разворота лавы, на 5–7 %. Кроме того, по сравнению с рекомендуемыми вариантами № 1 и № 2, сокращаются на 50 % и более потери в угловых участках;

2) уменьшить объем горно-проходческих работ. Кроме того, улучшаются условия поддержания обводного штрека I на криволинейном участке за счет разгрузки массива полезного ископаемого от горного давления. Это позволяет по сравнению с применяемыми вариантами отказаться от проходки разгружающего штрека, за счет которого в настоящее время достигается разгрузка от горного давления массива, прилегающего к обводной выработке.

Литература

1. Зубов, В.П. Метод оценки параметров областей с повышенной нарушенностью пород кровли над краевыми частями угольного массива / В.П. Зубов, Г.И. Козовой, А.Б. Соколов // Горное оборудование, переработка минерального сырья, новые технологии, экология: сб. докладов III Международной конф. — СПГИ(ТУ), 1998. — С. 44–50.
2. Чельцова, Н.М. Опыт охраны выемочных штреков в условиях труднообрушаемых кровель / Н.М. Чельцова // Уголь. — 1987. — № 2. — С. 18–20.
3. Зубов, В.П. Способ подземной разработки пластов на участках с ограниченными размерами: пат. РФ, МПК 7 E21C41/20 / В.П. Зубов, Д.В. Уразов. — № 2282720; заявл. 18.04.2005; опубл. 15.09.2006. — Бюл. № 9.
4. Способ разработки мощных пологих пластов / Ю.Г. Сиренко [и др.]. — № 2254472; заявл. 20.04.2004; опубл. 20.06.2005. — Бюл. № 17.

Повышение устойчивости кровли улучшает условия поддержания обводной выработки I и концевой участка лавы, прилегающего к этой выработке.

Рассматриваемый вариант может применяться в сочетании с вариантами № 1 и № 2, т. к. не требует их значительных изменений и обладает теми же положительными качествами.

К числу основных параметров технологической схемы по варианту № 3 относятся ширина зоны опорного давления $L_{од}$, формирующегося впереди лавы, предельные величины опускания пород кровли над целиком и деформации упругого восстановления пород кровли, залегающих над целиком при их полной разгрузке от горного давления.

Выводы

1. Предлагаемая технологическая схема (варианты 1–3) рекомендуется к использованию на участках шахтных полей, размеры которых не превышают 80 % оптимальной длины столба. Реализация схемы в условиях действующих калийных рудников РУП «ПО «Беларуськалий»» позволит уменьшить эксплуатационные потери полезного ископаемого на 40–80 %, удельную протяженность подготовительных выработок в 1,4–2,0 раза, затраты на поддержание повторно используемых выработок на 60–70 %.

2. При использовании варианта № 2 технологической схемы ширину целика можно существенно уменьшить в случае возведения в непосредственной близости от него породной полосы шириной, превышающей в 3–4 раза вынимаемые мощности пласта. Наименьшее допустимое значение ширины целика и прорезной полосы при отработке IV сильвинитового слоя составляет соответственно 2,6–5,0 м и 4,8–6,0 м для глубин разработки 500–1000 м.