УДК 622.363.2:622.063.44

В.П.ЗУБОВ, А.Д.СМЫЧНИК
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

ОСОБЕННОСТИ ОТРАБОТКИ ТРЕТЬЕГО КАЛИЙНОГО ПЛАСТА СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ЗОНАХ ЕГО ВЫКЛИНИВАНИЯ

На основании шахтных и аналитических исследований обоснована ресурсосберегающая технологическая схема отработки Третьего калийного пласта в зонах его выклинивания на границах шахтных полей. Установлено влияние основных горно-технических факторов на основные параметры разработанной схемы, определяющие безопасность ее реализации.

Results of mine and analytical researches have allowed to create and prove the technological scheme of working off of a potash layer «Third» in zones of its reduction of thickness at borders of mine fields. Influence of the basic mine technical factors on key parameters of the schemeis offered determining safety of realization of this circuit is established.

К числу наиболее перспективных систем разработки Третьего калийного пласта относится система разработки длинными столбами с разделением пласта на два последовательно отрабатываемых технологических слоя: вначале верхней лавой отрабатывают 4-й сильвинитовый слой, затем с определенным отставанием отрабатывают 2-й и 3-й сильвинитовые слои одновременно с разделяющим их слоем галита 2-3. Между верхним и нижним технологическими слоями оставляют межслоевую пачку галита 3-4 мощностью 0,9-1,1 м.

На участках Третьего калийного пласта, прилегающих к границам шахтных полей, из-за недостаточной мощности и низкого содержания CaCl в ряде случаев 4-й сильвинитовый слой не отрабатывают, что приводит к значительным потерям полезного ископаемого. На данных участках по нижерасположенным 2-му и 3-му сильвинитовым слоям сосредоточено более 30-40 млн т балансовых запасов калийной соли.

В зонах выклинивания Третьего калийного пласта возможны три следующх варианта развития горных работ:

- проведение монтажных выработок лавы нижнего технологического слоя под выработанным пространством на определенном удалении от монтажных выработок лавы верхнего технологического слоя;
- проведение монтажных выработок лавы нижнего технологического слоя под нетронутым массивом и перемонтаж лавы при подходе на определенное состояние к монтажным выработкам лавы верхнего технологического слоя;
- полная выемка 2-го и 3-го сильвинитовых слоев в зоне выклинивания Третьего калийного пласта с подработкой нижней лавой монтажных выработок лавы верхнего технологического слоя.

Основным недостатком первого варианта являются значительные потери подготовленных к выемке запасов полезного ископаемого. Второй вариант характеризуется большими потерями полезного ископае-

мого в целике, оставляемом под краевой частью массива по вышерасположенному технологическому слою, и дополнительными затратами на выполнение монтажно-демонтажных работ. Третий вариант, свободный от недостатков первых двух, не применялся до 2002 г. на рудниках РУП ПО «Беларуськалий» из-за трудноразрешимых проблем, связанных с управлением горным давлением и обеспечением безопасности горных работ в нижних лавах. При этом основные опасения вызывала высокая концентрация горного давления под целиками (рис.1), оставляемыми между монтажными выработками; расслоение и повышенная нарушенность пород почвы монтажных выработок, являющихся непосредственной кровлей нижних лав; наличие в кровле нижней подрабатывающей лавы полостей (монтажных выработок), приводящих к нарушению контактных связей между породными блоками основной кровли пласта и увеличивало вероятности ее динамических обрушений в выработанном пространстве.

На основании результатов исследований особенностей процессов деформирования и опасных динамических обрушений пород основной кровли в выработанном пространстве нижних лав [1-3] разработан комплекс взаимосвязанных мероприятий, выполнение которого обеспечивает возможность безопасной реализации третьего из указанных вариантов развития горных работ в зонах выклинивания Третьего калийного пласта.

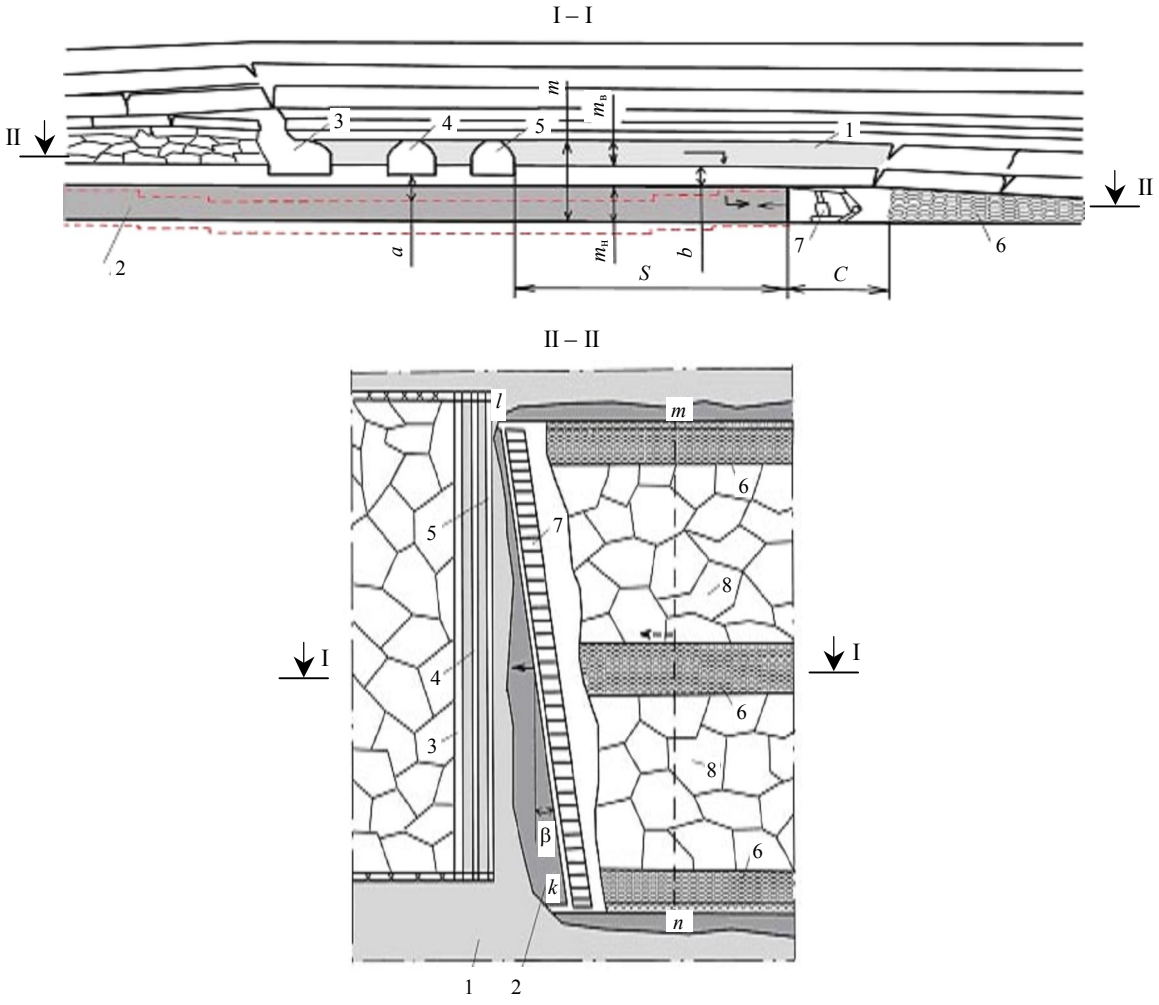


Рис.1. Технологическая схема управления состоянием массива при подработке нижними лавами монтажных выработок лав верхнего слоя, внедренная на 2РУ РУП ПО «Беларуськалий»

Сущность рекомендуемых мероприятий поясняется схемой, представленной на рис.1, где m – мощность пласта полезного ископаемого; $m_в$ – мощность верхнего технологического слоя; $m_н$ – мощность нижнего технологического слоя; 1 – верхний технологический слой; 2 – нижний технологический слой; 3, 4 и 5 – монтажные выработки верхней лавы (например, 3 – монтажный штрек, 4 – вспомогательный монтажный штрек, 5 – вспомогательный вентиляционный штрек); 6 – породные полосы, возводимые в выработанном пространстве нижней лавы; 7 – секции механизированной крепи в нижней лаве; 8 – породы непосредственной кровли в выработанном пространстве нижней лавы, обрушившиеся между породными полосами; b – мощность слоев каменной соли между верхним и нижним технологическими слоями; a – мощность защитной пачки пород между нижней лавой и почвой подрабатываемых монтажных выработок 3, 4 и 5, оставляемой в период прохождения нижней лавы под монтажными выработками верхней лавы; S – расстояние между нижней лавой и ближайшей к ней монтажной выработкой 5 верхней лавы; C – расстояние от забоя нижней лавы до места возведения породной полосы; nm – расположение нижней лавы до начала ее разворота, завершающегося расположением нижней лавы под углом β к продольным осям подрабатываемых монтажных выработок верхней лавы; kl – положение линии очистного забоя нижней лавы после ее разворота на угол β; β – угол между линией очистного забоя нижней лавы и осями подрабатываемых монтажных выработок верхней лавы.

При реализации предложенной схемы (рис.1) до подхода подрабатывающей лавы к ближайшей монтажной выработке 5 линию очистного забоя располагают под определенным углом β к продольным осям подрабатываемых монтажных выработок.

Путем уменьшения вынимаемой мощности нижнего технологического слоя $m_н$ и подрубки пород почвы пласта полезного ископаемого производят увеличение мощности защитной пачки пород, оставляемой между нижней лавой и почвой подрабатываемых монтажных выработок верхней лавы, до определенной величины a, превышающей глубину распространения в породы почвы монтажных выработок областей с повышенной частотой трещин, возникающих в результате пучения пород почвы в монтажных выработках 3, 4 и 5.

В выработанном пространстве нижней лавы с отставанием от забоя лавы, меньшем величины установившегося шага обрушения пород основной кровли, возводят породные полосы 6.

При расположении линии очистного забоя нижней лавы под углом β к продольным осям подрабатываемых монтажных выработок повышенные напряжения, возникающие впереди забоя нижней лавы, способствуют постепенному разрушению подрабатываемых целиков (между монтажными выработками 3, 4 и 5, а также между монтажной выработкой 5 и нижней лавой) в направлении от точки l к точке k. При разрушении целиков значительная часть пород в разрыхленном виде выдавливается в монтажные выработки 3, 4 и 5, что снижает отрицательное воздействие на крепь нижней лавы динамических обрушений основной кровли при ведении очистных работ под монтажными выработками.

Кроме того, расположение нижней лавы под углом β к продольным осям подрабатываемых монтажных выработок 3, 4 и 5 верхней лавы позволяет уменьшить размер участка лавы с отрицательными проявлениями горного давления.

Увеличение мощности защитной пачки a (рис.1), оставляемой между подрабатываемыми монтажными выработками и лавой, до значений, превышающих глубину распространения в породы почвы монтажных выработок зон с повышенной интенсивностью трещин, позволяет исключить самопроизвольные обрушения разрушенных и потерявших устойчивость пород непосредственной кровли нижней лавы при прохождении ее под монтажными выработками.

Породные полосы 6 (рис.1) возводились с целью ограничения величин опускания слоев основной кровли в выработанном пространстве при их разломах и исключения

тем самым возможности зажатия крепи нижней лавы «нажестко». Кроме того, породные полосы, воспринимающие часть веса пород основной кровли, зависающих в выработанном пространстве нижней лавы, позволяют уменьшить нагрузки на крепь нижней лавы.

К числу основных параметров предложенной схемы, от правильности определения которых зависит ее результативность и безопасность горных работ, относятся: величина угла β, полнота заполнения выработанного пространства по площади, необходимая высота закладочного массива и его компрессионные характеристики, мощность защитной пачки a, скорость подвигания подрабатывающей лавы.

Выполненные исследования показали, что в условиях рудника 2РУ РУП ПО «Беларуськалий» при величинах угла β между линией очистного забоя нижней лавы и осями подрабатываемых монтажных выработок верхней лавы, меньших 4°, эффективность предложенной схемы резко снижается, что проявляется в увеличении нагрузок на крепь и ухудшении состояния кровли в призабойном пространстве лавы. При величинах угла β, больших 10°, не обеспечиваются в должной мере условия безаварийной работы забойного оборудования (конвейера, механизированной крепи, комбайна), что приводит к простоям лавы и возрастанию нагрузок на секции механизированной крепи, т.е. при оборудовании подрабатывающей лавы механизированными комплексами рациональные значения угла β находятся в пределах от 4 до 10°.

Шахтные исследования показали, что закладка выработанного пространства нижней лавы, отрабатывающей 2-й и 3-й сильвинитовые слои под монтажными выработками лав верхнего технологического слоя, оказывает существенное влияние как на величины и характер распределения напряжений в зонах опорного давления, так и на процессы деформирования и разрушения пород основной и непосредственной кровель. В исследованных горнотехнических ситуациях закладка приводила к более плавному опусканию пород основной и непосредственной кровель в выработанном пространстве, снижению уровня напряжений впереди забоя подрабатывающей лавы, исключению динамических обрушений пород основной кровли.

Величины опусканий пород основной кровли над закладочным массивом определялись в основном высотой закладочных полос и расстоянием до забоя лавы.

Результаты шахтных исследований, полученных при отработке лавы № 24-низ (10-я юго-западная панель, 2РУ, 2002 г.), позволяют сделать вывод, что для исключения опасных динамических обрушений пород основной кровли в выработанном пространстве нижних лав нет необходимости в размещении закладочного материала по всей отработанной площади.

Необходимый эффект при минимальных объемах закладочных работ достигается при возведении в выработанном пространстве породных полос, ориентированных перпендикулярно линии очистного забоя, и выполнении двух следующих условий: ширина породных полос должна превышать ее высоту не менее, чем в 3-4 раза; расстояние между породными полосами не должно превышать величины предельного обнажения пород основной кровли между этими полосами. Данный вывод может быть распространен на все лавы нижнего технологического слоя Третьего калийного пласта, отрабатываемых в условиях более благоприятных, чем условия отработки лавы № 24-низ.

На рис.2 представлен график зависимости величин опускания пород основной кровли в выработанном пространстве от расстояния S (см. рис.1) до механизированной крепи нижней лавы и высоты закладочных полос $h_з$, выраженной в долях от суммарной мощности $m_н$ слоев, отрабатываемых нижней лавой. Как следует из данного графика, с увеличением расстояния S вначале наблюдается резкое увеличение опусканий пород кровли. На определенном расстоянии от забоя лавы, зависящем от высоты закладочного массива, этот процесс резко замедляется с последующей стабилизацией. При высоте закладочного массива,

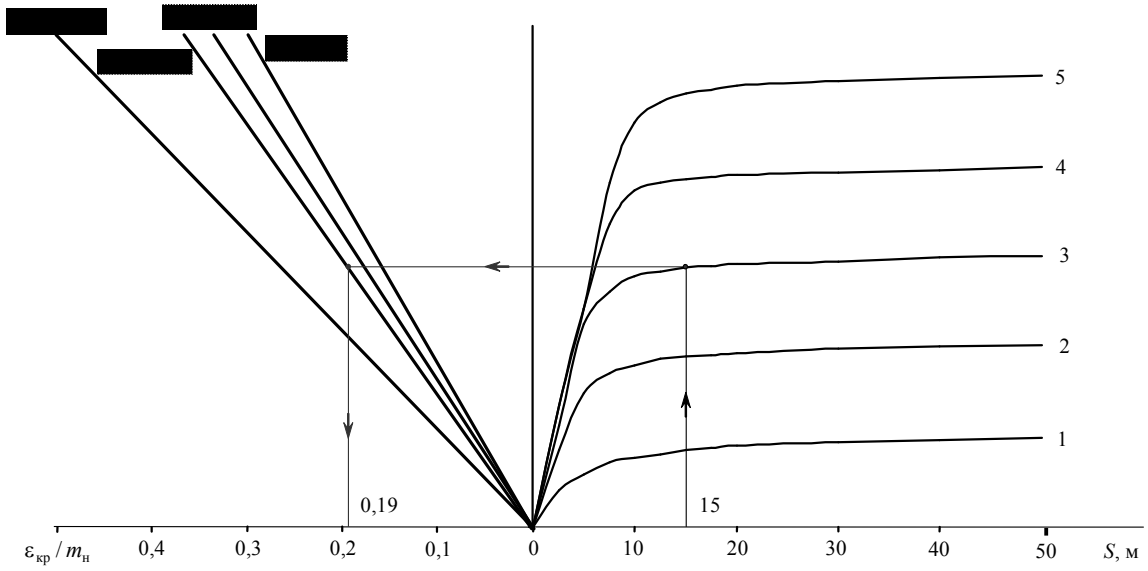


Рис.2. Влияние расстояния S до механизированной крепи на величину опусканий пород кровли над закладочным массивом

1, 2, 3, 4, 5 – при $h_з/m_н$, соответственно равном 1; 0,85; 0,75; 0,65 и 0,55; υ – скорость подвигания лавы

превышающей $0{,}55m_н$, практически полная стабилизация процесса опускания пород основной кровли происходит при значениях параметра S более 20-30 м.

С увеличением высоты закладочных полос от $0{,}55m_н$ до $1m_н$ максимальные величины опускания пород кровли над закладочным массивом уменьшаются в 4-5 раз и более. При этом увеличение высоты закладочных полос приводит к более плавному опусканию отдельных слоев кровли без их перегибов и снижению растягивающих напряжений в критических сечениях. Плавное, без динамических осадок, опускание пород основной кровли над закладочным массивом обеспечивается:

- при высоте закладочных полос более $0{,}7\text{-}0{,}8m_н$ при прохождении нижней лавы под монтажными выработками и целиками, расположенными между монтажными выработками;
- при высоте закладочных полос более $0{,}5\text{-}0{,}6m_н$ при работе нижней лавы в ненадработанном массиве.

Работы по закладке выработанного пространства необходимо выполнять с минимально возможным отставанием от очистного забоя. Фактический эффект от выполнения данного требования иллюстрируется рис.3. В рассматриваемом случае полосы из закладочного материала возводились с отставанием от забоя лавы, не превышающим величины установившегося шага обрушения пород основной кровли, а продольные оси полос из закладочного материала были ориентированны перпендикулярно линии очистного забоя подрабатывающей лавы.

Защитная пачка a (см. рис.1), выполняет функции поддерживающего элемента, исключающего высыпание разрушенных пород кровли в призабойное пространство лавы в период прохождения ее под монтажными выработками.

По данным шахтных исследований минимально допустимые значения данного параметра для условий разработки Третьего калийного пласта и применяемой технологии выемки 2-го и 3-го сильвинитовых слоев составляют 0,35-0,85 м.

Разработанная технологическая схема по рекомендации авторов статьи впервые внедрена в 2002 г. на руднике 2РУ РУП ПО «Беларуськалий» при отработке 10-й



Рис.3. Состояние пород кровли в выработанном пространстве лавы № 24-низ при частичной закладке выработанного пространства пустой породой ($h_з = 0,8 – 0,9m_н$)

юго-западной панели (гор. –445 м). Связанный с этим экономический эффект без учета экономического эффекта от снижения невосполнимых потерь добычи в данном случае составил более 600 тыс. долларов США.

Выводы

1. Выбор рациональной схемы отработки Третьего калийного пласта в зонах его выклинивания на границах шахтных полей, характеризующихся снижением мощности 4-го сильвинитового слоя до величин, при которых его отработка экономически нецелесообразна, является сложной задачей, требующей в каждом конкретном случае технико-экономической оценки специфики горно-технической ситуации с учетом безопасности труда горнорабочих, величины эксплуатационных потерь полезного ископаемого и затрат, связанных с перемонтажом лав нижнего технологического слоя. Альтернативными при этом являются схемы с подработкой (см. рис.1) и без подработки монтажных выработок верхнего технологического слоя лавами нижнего технологического слоя.

2. Разработанная технологическая схема (см. рис.1) с подработкой лавами нижнего слоя монтажных выработок лав верхнего слоя может быть рекомендована в качестве варианта для проектной проработки при выполнении следующих требований:

- расположение лав нижнего технологического слоя под углом 4-10° к осям подрабатываемых монтажных выработок;
- мощность защитной пачки пород, оставляемой в кровле лавы, не менее глубины зоны разрушения пород почвы в подрабатываемых монтажных выработках;
- высота породных полос, возводимых в выработанном пространстве подрабатывающей лавы, не менее 0,7-0,8 вынимаемой

мощности нижнего технологического слоя и расстояние между породными полосами – более шага обрушения пород основной кровли.

3. Для повышения эффективности управления процессами деформирования пород кровли отработку нижнего технологического слоя пласта под целиками, расположенными между монтажными выработками лав верхнего технологического слоя, необходимо производить с максимально возможной скоростью, без простоев лав.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зубов В.П.* Управление кровлей в лавах при слоевой системе разработки на рудниках РУП ПО «Беларуськалий» / В.П.Зубов, П.А.Калугин, А.Д.Смычник, В.М.Кириенко // Горный журнал. 2003. № 1.

2. *Калугин П.А.* Технологическое обеспечение эффективной отработки соляных пластов с трудноуправляемыми породами кровли: Автореф. дис. … канд. тех. наук / СПГГИ. СПб, 2001.

3. *Смычник А.Д.* Технологические схемы рудников ПО «Беларуськалий»: состояние, проблемы, перспективы совершенствования / А.Д.Смычник, В.П.Зубов, В.М.Кириенко, П.А.Калугин // Горный журнал. 2003. № 7.