

С.П. Минеев, д-р техн. наук, проф.,
(ИГТМ НАН Украины)

О.В. Витушко, канд. техн. наук
(ООО «ШАХТОСТРОЙМОНТАЖ»)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕХОДА ОЧИСТНЫМ ЗАБОЕМ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО НАРУШЕНИЯ НА ВЫБРОСООПАСНОМ УГОЛЬНОМ ПЛАСТЕ

Розглянуто методологія переходу геологічного порушення диз'юнктивного типу на викидонебезпечних вугільних пластах механізованим комплексом.

TECHNOLOGICAL FEATURES OF MINING IN COAL BACKWALL IN GEOLOGICAL VIOLATION ON OUTBURST-PRONE COAL LAYER

Methodology of transition of disjunctional geological violation on coal layers with high level of gas emission by the mechanized complex is described.

К настоящему времени выполнен ряд разработок по безопасному ведению горных работ в зонах геологических нарушений и полостей ГДЯ на выбросоопасных угольных пластах [1- 7]. В частности разработана методология перехода геологического нарушения дизъюнктивного типа механизированным комплексом [6, 7]. При этом, методологически в полной мере не рассмотрены все особенности технологии перехода геологического нарушения очистным забоем на выбросоопасных угольных пластах. Поэтому в данной статье авторы рассмотрели методолого- технологические особенности перехода для повышения эффективности пересечения таких нарушений с выемкой нарушенной части выбросоопасного угольного пласта.

Рассматриваемый способ перехода геологического нарушения дизъюнктивного типа очистным забоем рекомендуется к использованию при отработке выбросоопасных угольных пластов в зонах геологических нарушений [7]. Данный способ разрабатывался на базе ряда известных технических решений при переходе геологических нарушений очистным забоем [6], которые включали в себя крепление пород кровли, контроль состояния массива, заполнение образовавшихся полостей легко схватывающимися смесями, установление угла наклона и длины трассы, пересекаемой нарушение выработки в присечку вмещающих пласт пород и разворот комплекса в вертикальной плоскости. Причем, пересечение нарушения мехкомплексом осуществляется в зависимости от группы нарушения. Так, к примеру, нарушение первой группы пересекают путем мелкоступенчатого разворота мехкомплекса в вертикальной плоскости без подрывки вмещающих пород. Однако в этих способах недостаточно четко определены технологические параметры движения мехкомплекса при переходе дизъюнктивного нарушения, включающие в себя не только необходимость маневрирования комплексом, но и управлением состоянием массива с учетом характеристик геологического нарушения и вмещающих пласт пород.

Сущность предложенного способа перехода геологического нарушения дизъюнктивного типа очистным забоем состоит в следующем. Первоначально

геологическая служба шахты измеряет амплитуду геологического нарушения, устанавливает угол наклона и длину трассы, пересекающей нарушение выработки и определяет расстояние от нарушения до начала разворота механизированного комплекса. После этого пересечение геологического нарушения осуществляют с креплением пород кровли, маневрированием мехкомплексом и разворотом его в вертикальной плоскости и плоскости принятой трассы наклонной выработки до выхода забоя в часть пласта нормального залегания за нарушением, с выполнением контроля за перемещением самого комплекса. Разворот мехкомплекса начинают выполнять на расстоянии от геологического нарушения равном длине предохранительного участка пласта. Перед выполнением работ по развороту мехкомплекса определяют мощность пласта, слоев вмещающих пласт слабых неустойчивых пород в зоне нарушения и на этой основе условно относят геологическое нарушение к одной из трех групп. Переходимое геологическое нарушение условно относится к первой группе при:

$$m \geq l_{кр}^{\min} + h . \quad (1)$$

Переходимое геологическое нарушение условно относится ко второй группе при:

$$h + l_{кр}^{\min} > m \geq h + l_{кр}^{\min} + m_{пор} . \quad (2)$$

Переходимое геологическое нарушение условно относится к третьей группе при:

$$m < h + l_{кр}^{\min} - m_{пор} , \quad (3)$$

где h - амплитуда геологического нарушения, м; $l_{кр}^{\min}$ - минимальная раздвижность крепи мехкомплекса, м; m - мощность угольного пласта, м; $h_{пор}$ - суммарная мощность неустойчивых слабых пород в кровле и почве пласта, м.

Методологией способа рекомендовано пересечение нарушения первой группы производить путем мелкоступенчатого разворота мехкомплекса в вертикальной плоскости без подрывки вмещающих пласт пород. При второй группе геологическое нарушение пересекают при амплитуде нарушения $h < 0,5 \times m$ посредством мелкоступенчатого разворота комплекса с присечкой вмещающих боковых пород, а при $h > 0,5 \times m$ нарушение второй группы пересекают путем разворота мехкомплекса на спуск или подъем за один прием с подрывкой пород кровли или почвы. При пересечении геологического нарушения третьей группы рекомендовано использование взрывных работ с разворотом мехкомплекса на спуск или подъем за один прием.

Для повышения безопасности работ при пересечении геологического нарушения с неустойчивыми вмещающими угольный пласт породами или углями в

нарушении, разрушенными до сыпучего состояния, нарушение пересекают частями мехкомплекса, для чего производят передвижку вначале двух крайних секций крепи одной ее части, а затем на них укладывают обапола и осуществляют сплошную затяжку кровли и заполнение свода. Только после этого перемещают все средние секции крепи этой части мехкомплекса под выполненным креплением - при этом верхние пачки угля и слои неустойчивых пород рекомендовано укрепить, например, анкерами, торцы которых используют для установки на них обаполов при затяжке кровли в забое. Работы по пересечению нарушения осуществляют на предохранительном участке, состоящем из зоны перекрытия крыльев нарушения и прилегающей к ней предохранительной зоны.

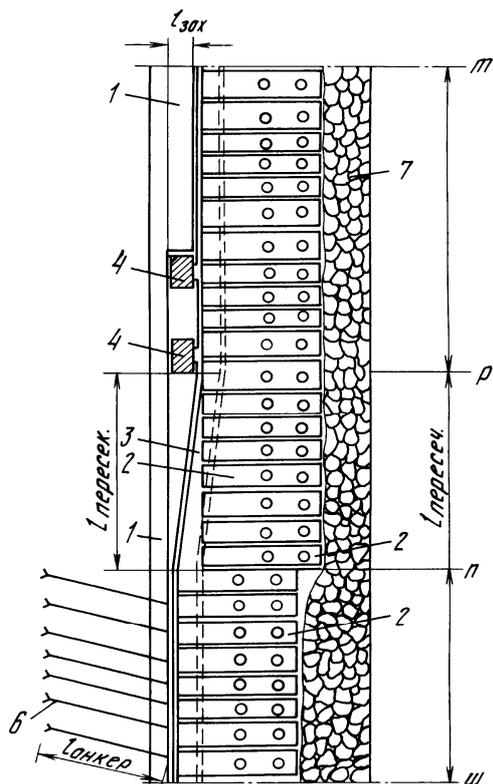
При мелкоступенчатом развороте мехкомплекса высоту этих ступеней принимают равной (0,1- 0,3) м, максимально допустимый угол подъема комплекса принимают не более 12° . По предложенной технологии разворот комплекса начинают осуществлять с изменением угла наклона конвейера. Причем, присечку вмещающих пласт пород осуществляют в зависимости от их прочности на одноосное сжатие $\sigma_{сж} \leq 40$ МПа выемочным комбайном, а при прочности $\sigma_{сж} > 40$ МПа рекомендовано осуществлять буровзрывным методом.

Следующим рекомендованным элементом способа является то, что при пересечении нарушения мехкомплексом спуск комплекса с подрывкой пород кровли или подъем с подрывкой пород почвы начинают осуществлять от смесителя нарушения. Подъем комплекса с подрывкой пород кровли или спуск с подрывкой пород почвы начинают осуществлять на расстоянии от нарушения начала заложения наклонной пересекаемой выработки, длина которой, как правило, принимается равной отношению произведения амплитуды нарушения и ширины захвата выемки комбайна к высоте принятой ступени спуска или подъема комплекса.

Повышение устойчивости пород непосредственной кровли и угольного массива в зоне пересечения геологического нарушения достигается, например, нагнетанием скрепляющих составов или возведением дополнительной крепи: анкерной, стоечной или ограждающей. Причем, снижение трудоемкости перехода дизъюнктивных нарушений мехкомплексом, согласно предварительных расчетов, достигается за счет улучшения состояния системы «крепь - вмещающие породы» путем повышения устойчивости пород непосредственной кровли и угольного массива.

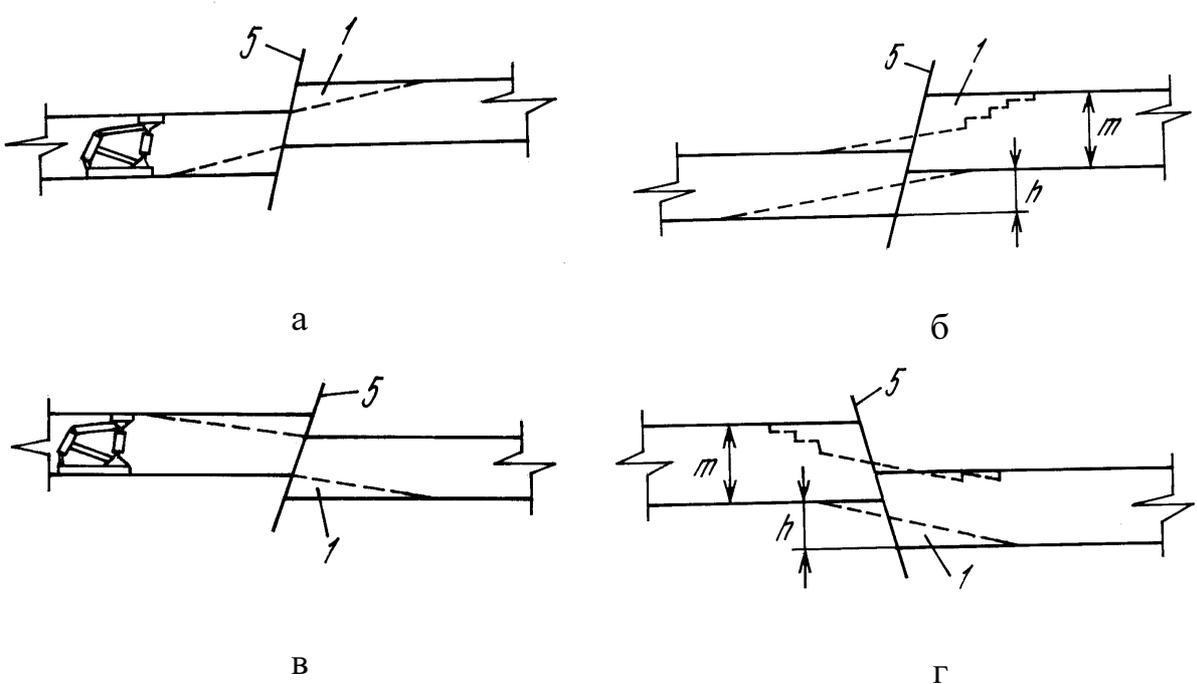
Сущность рассматриваемого способа поясняется рисунками 1-5. На рисунке 1 представлена схема участка лавы в зонах пересечения участками мехкомплекса геологического нарушения; на рисунке 2,а,б,в,г приведены рекомендуемые технологические схемы перехода геологического нарушения мелкоструктурным спуском или подъемом; на рисунках 3,а-е – приведены принципиальные схемы возможного перехода геологического нарушения мехкомплексом; на рисунке 10.4 приведен поперечный разрез очистного забоя в зоне пересечения геологического нарушения; на рисунке 5 приведена технологическая карта пе-

рехода дизъюнктивного нарушения механизированным комплексом.



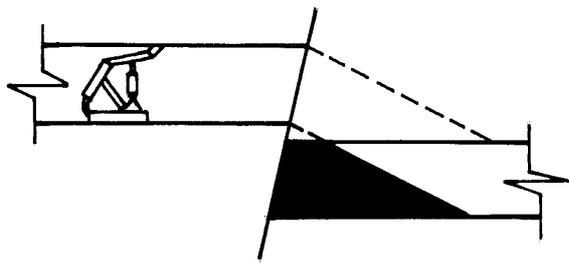
1 – угольный пласт; 2- крепь; 3 – конвейкр; 4 – выемочный комбайн; 5 – смеситель геологического нарушения; 6 – анкерное крепление; 7 – обрушенные породы

Рис. 1 – Схема участка лавы в зоне пересечения участками мехкомплекса геологического нарушения

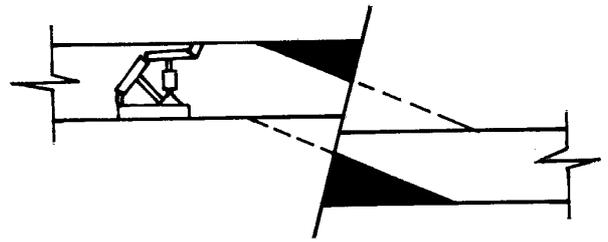


а, б – путем мелкоступенчатого подъема мехкомплекса;
в, г – путем мелкоступенчатого спуска мехкомплекса

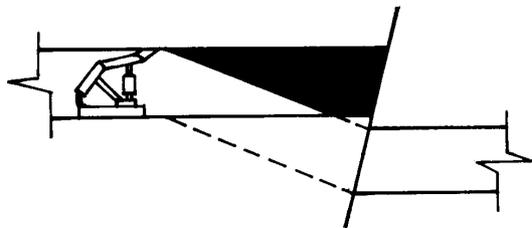
Рис. 2 – Принципиальные схемы порядка возможного перехода геологического нарушения:



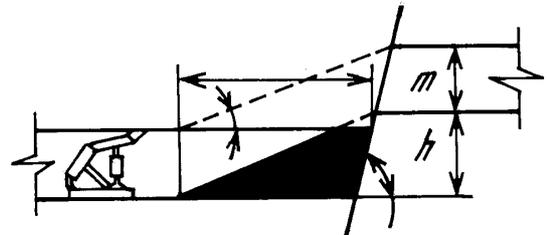
а



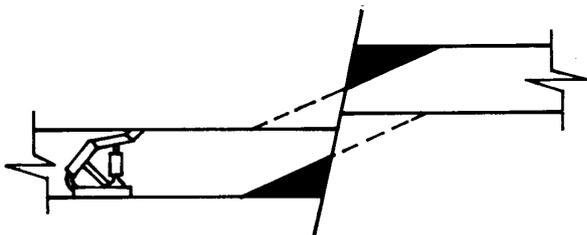
б



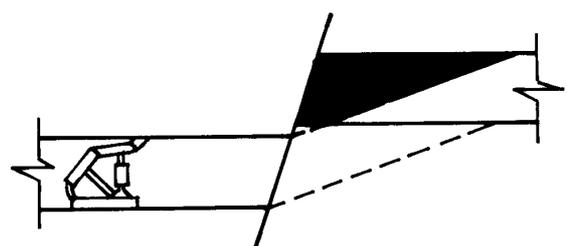
в



г

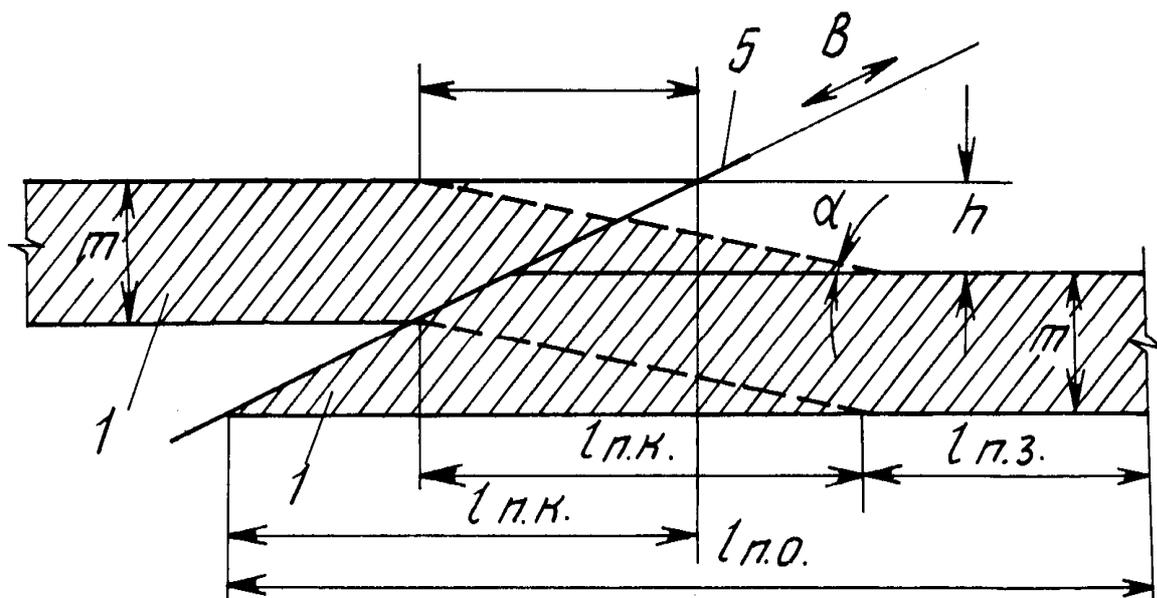


д

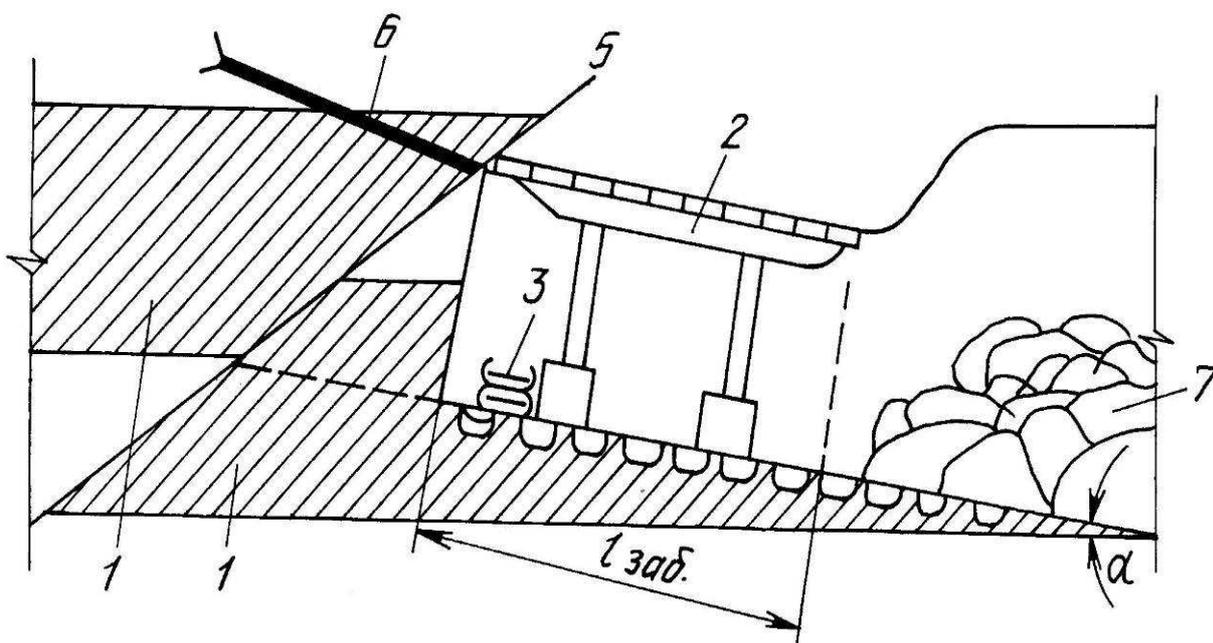


е

Рис. 3 – Технологические схемы перехода геологического нарушения одноцикловым спуском или подъемом



а



б

Рис. 4 – Поперечный разрез очистного забоя в зоне пересечения геологического нарушения при разном угле (а, б) смесителя

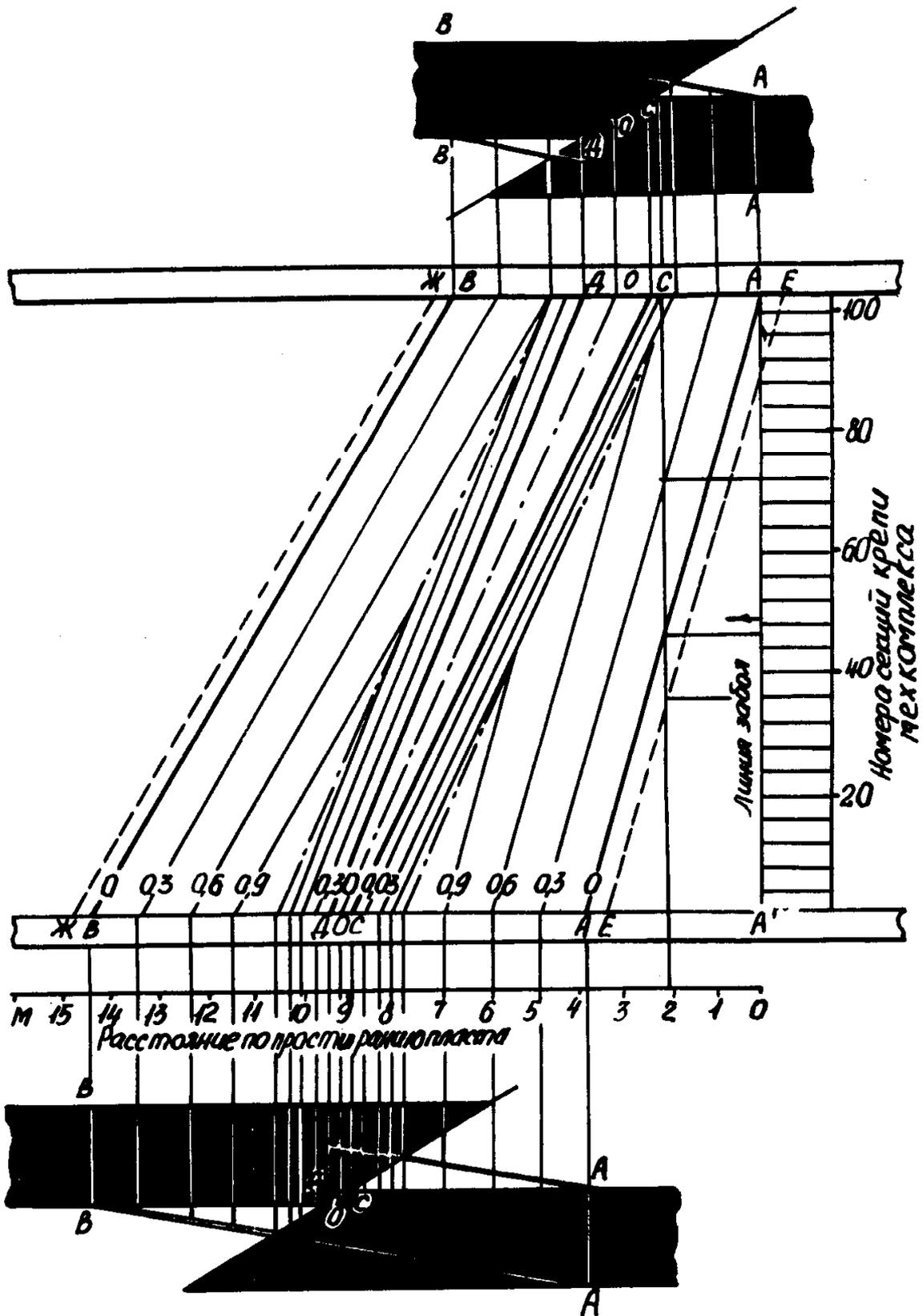


Рис. 5 – Технологическая карта перехода дизъюнктивного нарушения

Рекомендуемый способ выполняется следующим образом. В очистном забое, осуществляющем выемку угольного пласта 1 мощностью m с помощью мехкомплекса, представляющего собой, как правило, крепь 2, конвейер 3 и выемочный механизм 4 (комбайн), необходимо пересечь геологическое нарушение дизъюнктивного типа, имеющее смеситель 5 определенного размера. Подкрепление очистного забоя перед пересечением нарушения со смесителем 5 осуществляется с помощью анкерного крепления 6. За мехкомплексом породы находятся в обрушенном состоянии 7. По мере подвигания очистного забоя по пласту непрерывно прогнозируется встреча забоя с зоной геологического нарушения, например, типа надвига с амплитудой h .

Для обеспечения безопасности работ при переходе лавой зоны геологического нарушения рекомендациями предусмотрено разработать специальный проект, в котором должно быть рассмотрено следующее: Паспорт крепления лавы с усилением крепи; усиление кровли опережающим креплением анкерами со сплошной затяжкой кровли над секциями, а также расчет изменения угла перемещения комплекса в вертикальной плоскости. Как правило, перед переходом забоем геологического нарушения и после его осуществления необходимо произвести ревизию мехкомплекса с обязательным ремонтом и заменой всех гидростоек, потерявших герметичность, а также всех деформированных узлов и элементов крепи.

Первоначально, перед переходом геологического нарушения, уточняется его характер, для чего бурятся разведочные скважины из очистного забоя. По полученной информации геологическое нарушение условно относят к одной из трех групп согласно расчета, произведенного по формулам (1, 2, 3).

Переход геологических нарушений первой группы производится путем мелкоступенчатого разворота мехкомплекса без подрывки боковых пород. Переход нарушенных участков второй группы с амплитудой, менее половины мощности угольного пласта, производится путем мелкоступенчатого разворота мехкомплекса на спуск или подъем с подрывкой слабых боковых пород, например исполнительным органом комбайна. На рисунке 2 представлены такие же технологические схемы перехода геологических нарушений путем мелкоступенчатого перехода, при этом на рисунках 2,а и 2,б приведена технологическая схема перехода геологического нарушения мелкоступенчатым подъемом. На рисунке 2,в и 2,г приведена технологическая схема перехода геологического нарушения путем мелкоступенчатого спуска.

Геологические нарушения с амплитудой, большей половины мощности угольного пласта, переходят путем разворота мехкомплекса на спуск или подъем за один прием. Технологическая схема перехода такого геологического нарушения приведена на рисунке 3. Переход этим технологическим методом также осуществляют, когда нарушение появилось по какой-либо причине внезапно и уже сложно осуществить постоянный выход на смещенную часть пласта.

Переход геологического нарушения третьей группы осуществляется с применением буровзрывных работ путем разворота мехкомплекса на спуск или подъем за один прием.

При пересечении геологического нарушения, расположенного под большим углом или перпендикулярно забою, переход такого нарушения осуществляют по частям, для чего мехкомплекс разделяют на несколько частей, переходят на нарушение отдельно каждой частью, а затем эти части после перехода нарушения соединяют в целое, причем при неустойчивых вмещающих породах или сыпучем угле в каждой части комплекса вначале осуществляют перемещение двух крайних секций каждой из частей комплекса, после чего в них укладывают обапола (распилы), осуществляют сплошную затяжку кровли, а затем перемещают оставшиеся секции этой части мехкомплекса под выполненным креплением. Все работы по пересечению нарушения осуществляют на предохранительном опасном участке, равном:

$$l_{п.о.} = l_{п.к.} + l_{п.з.}, \quad (4)$$

где $l_{п.к.}$ - зона перекрытия крыльев нарушения, м; $l_{п.з.}$ - предохранительная зона, м. Обычно предохранительно опасный участок $l_{п.з.}$ бывает длиной до 10-15 м.

При переходе геологического нарушения путем мелкоступенчатого разворота мехкомплекса высота этих ступеней в кровле при крепях в комплексе подерживающего типа принимается равной 0,1-0,15 м, а оградительно-поддерживающего типа 0,3 м. Высота таких ступеней в почве определяется регулируемостью исполнительного органа комбайна относительно нижней плоскости конвейера. При выполнении способа с подъемом комплекса, подъем с подрывкой кровли пласта начинают с опережением $l_{опр.}$ от нарушения, а подъем с подрывкой почвы начинают от самого геологического нарушения.

Спуск же комплекса на смещенную часть пласта с подрывкой кровли начинают от нарушения, а спуск комплекса с подрывкой почвы начинают с опережением $l_{пор.}$. При этом опережение $l_{опр.}$ определяется по следующей зависимости:

$$l_{опр.} = r \times h / h_{ст.}, \quad (5)$$

где r - ширина захвата выемочного комбайна, м; $h_{ст.}$ - высота ступени, м.

Для большей наглядности применения предложенных рекомендаций приведем пример конкретного перехода геологического нарушения. Технологией предусмотрено: перед переходом забоем лавы опасной зоны $l_{п.о.}$ произвести упорочнение пород кровли (см. рис. 4). Опасная зона $l_{п.о.}$ состоит из, как правило, 10-15-метрового участка зоны перекрытия крыльев нарушения $h_{п.к.}$ и приблизительно 10-метровой зоны $l_{п.з.}$, прилегающей к ней. Шпуры для установки анкеров бурятся по центру перекрытия секции под небольшим углом 3-5° с верхнего кутка у забоя и, примерно, 15° к горизонтальной плоскости. В шпуры устанавливаются анкера длиной, как правило, до 3 м. Над анкерами у забоя укладывают 3-метровые обапола и концы анкеров подхватываются козырьками перекрытий. При наличии легкообразующихся пород кровли, производят ее затяжку. При подходе забоем лавы к смесителю 5 на расстояние $l_{п.к.} \approx 8,0$ м в забое

начинают работы по изменению угла наклона конвейера с использованием гидросистемы крепи. Отрезками гибкой связи (цепи) поднимают забойную сторону (борт) рештачного става и под ребра жесткости рештаков подкладывают, например, обрезки деревянных обполов. Угол подъема комплекса $\angle \alpha$ должен быть, как правило, в пределах 10° и не более 12° .

Лава условно разбивается последовательно на ряд участков $mр$; $рп$, mn , которые по мере пересечения нарушения перемещаются по длине лавы (см. рис. 1). Так, перед мехкомплексом производят деление лавы участками $l_{\text{пересеч.}}$ длиной 8-10 м. После этого комбайн и конвейер останавливают. Обирают в забое нависающие куски в кровле. Подготавливают конвейер к передвижке, затем передвигают став конвейера под забой с отставанием от комбайна не более 8 м. Над перекрытием производят сплошную затяжку из обполов длиной 3 м. При этом, если над секциями образовался свод обрушения, то при передвижке секций производят подкрепление сначала в 2-х крайних на длину обпола - в них укладывают обполов, затем над обполами заполняется свод. Обычно до 0,8 м выкладываются клетки из леса, выше 0,8 м – оборудуют деревянный накатник, на который укладываются мешки, например с отходами лесоматериалов. Затем средние секции задвигают и поджимают к кровле. После этого производится сплошная затяжка кровли деревом.

Технологическая схема перехода разработана таким образом, чтобы фактическая траектория перехода геологического нарушения соответствовала расчетной и позволяла вносить необходимые корректировки в движение механизированного комплекса при отклонении его от расчетной траектории. Такая технологическая схема представлена в виде карты на рисунке 5. Для реализации разработанной технологической схемы перехода нарушения, на вентиляционном и конвейерном штреках, через 1-2 м устанавливают пакеты с указанием мощности присекаемых вмещающих пород и рекомендуемой раздвижности механизированной крепи. Кроме этого, на вентиляционном и конвейерном штреках и на выемочном комбайне вывешивают образцы технологической карты для оперативного контроля и правильного ведения очистных работ в зоне нарушения.

Технологическая схема перехода дизъюнктивного нарушения с изменяющейся по длине линии очистного забоя амплитудой представлена на рисунке 5. Линиями АА и ВВ обозначено начало и окончание присечки вмещающих пород, линией ОО ось нарушения, а линией АА' расположение очистного забоя. Линии 0,3; 0,6; 0,9 обозначают толщину присекаемой породы почвы или кровли. Линиями ЕЕ и ЖЖ ограничена ожидаемая зона куполообразования (опасная зона). Если очистной забой продвинулся от исходного положения на 2 м, то на вентиляционном штреке толщина присечки пород кровли должна быть 0,03 м, возле 72-й секции 0,3 м, секция же с 36 по 44-ю входят в зону куполообразования, где должны быть приняты меры по упрочнению неустойчивой кровли и уменьшению вынимаемой мощности пласта по минимально возможной. Если фактическое положение отличается от расчетного, то производят корректировку при выемке последующих полос угля и передвижение механизированного

комплекса. Данный способ защищен патентом [7].

Таким образом, рассмотренная в статье технологическая схема может эффективно использоваться при отработке выбросоопасных угольных пластов механизированными комплексами в зонах геологических нарушений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СОУ 10.1.00174088.011-2005 Правила ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям. – Киев: Минуглепром Украины, 2005. – 225 с.
2. Патент РФ № 2042814 МКИ Е 21С 41/18. Способ перехода полостей газодинамических явлений / С.П. Минеев, А.А. Рубинский, А.Г. Исютин, А.Г.Удовика, В.А.Стаценко. – Заявл. 16.01.921, Оpubл. 27.08.95.- Бюл. 24.- 8 с.
3. А.С. № 1634786 МКИ Е21 С 41/18. Способ перехода полостей газодинамических явлений / В.Н. Потураев, Л.А. Вайнштейн, В.В. Стыка, А.М. Ковтун, Н.Г. Санько, С.П. Минеев, А.А. Рубинский.– Заявл. 20.03.89, Оpubл. 15.03.91.- Бюл. 10.- 6 с.
4. Патент РФ № 2069749 МКИ Е 21С 41/18. Способ разработки крутого напряженного газодинамически активного пласта / С.П. Минеев. – Заявл. 24.07.91, Оpubл. 27.11.96.- Бюл. 33.- 10 с.
5. А.С. № 1621615 МКИ Е21 F 5/00, СССР. Способ ликвидации последствий газодинамических явлений / В.Н. Потураев, С.П. Минеев, А.И. Волошин, О.П. Мирончак, А.М. Ковтун, Л.Ф. Горягин, А.Г. Исютин. –Оpubл. 24.03.88.- 6 с.
6. Киржнер Ф.М. Оптимизация технологии выемки нарушенных угольных пластов.- Новосибирск: Наука, 1989.- 118 с.
7. Патент России № 2067173 Способ перехода геологического нарушения дизъюнктивного типа очистным забоем / С.П.Минеев. - Заявл. 26.12.91г - Бюл. №27. - 8 с.