

Д-р техн. наук, проф. Ю.М. Халимедик,
асс. А.М. Винник
(Национальный горный университет)

ПЕРЕХОД ОЧИСТНЫМИ РАБОТАМИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Розглянуто різноманітні способи підготовки гірничих виробок для переходу очисними роботами. Представлено метод розрахунку навантаження на кріплення виробки.

TRANSITION BY FACE THROUGH MINE WORKING

In article various ways of preparation of mine working for transition by face are considered. The method of calculation of loading on support is presented.

Актуальность.

Переход очистными работами горных выработок является сложной горно-технической задачей. На различных добывающих предприятиях используются различные способы подготовки горных выработок к переходу очистным забоем, что обусловлено разнообразием горнотехнических условий, наличием того или иного оборудования, а также наличием опыта в этой области у инженерно-технических работников предприятия. Однако, не смотря на разнообразие способов, решение этой задачи должно удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать безопасность процесса перехода;
- минимизировать затраты на подготовительные работы;
- обеспечивать планируемую производительность очистного забоя;
- использовать доступные материалы и технические средства.

Обзор литературы

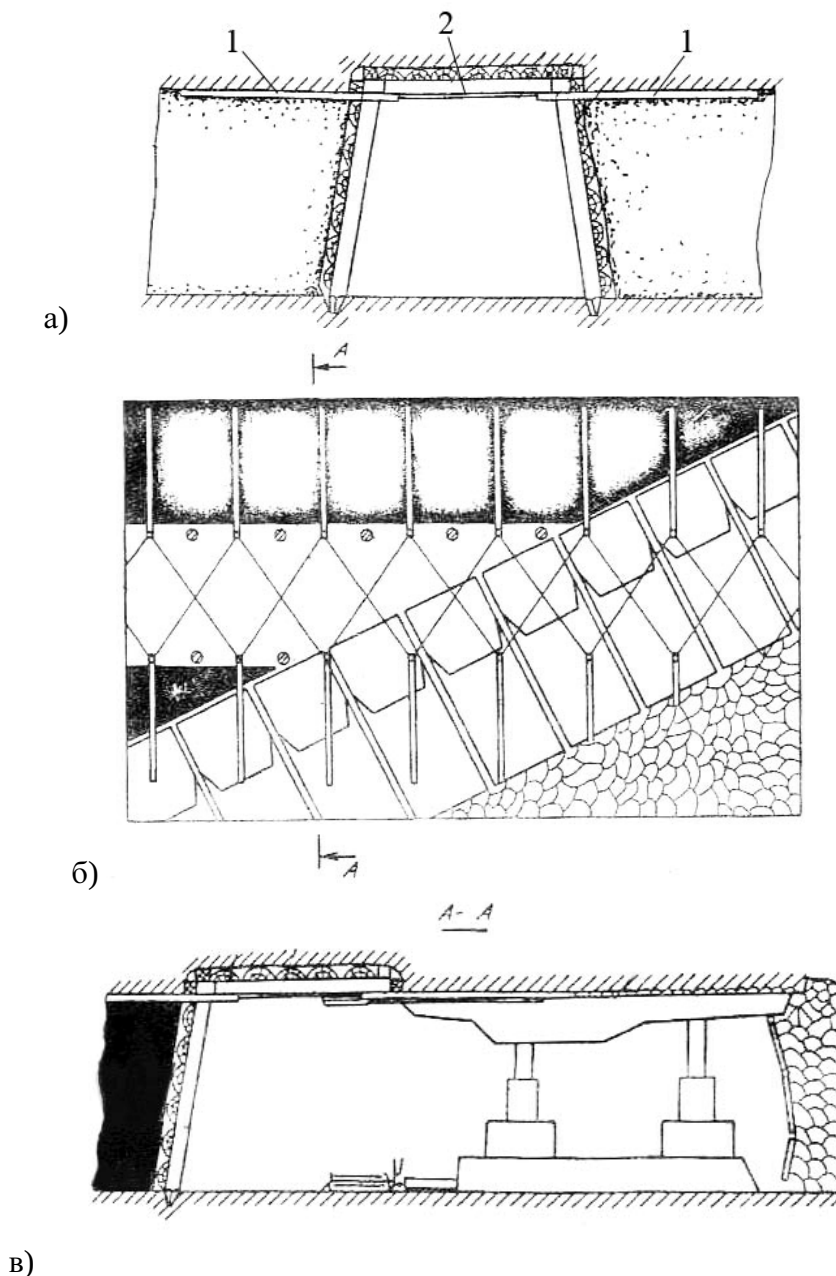
На Украине нет документов регламентирующих переход выработок очистными работами.

На практике для подготовки выработки к переходу производится усиление ее крепи по всей ширине и длине деревянными кострами. Однако возникают существенные сложности с извлечением данных костров при переходе очистным комплексом выработки. Извлечь вручную элементы зажатого горными породами костра практически невозможно и весьма опасно. Попытки извлечь костер с помощью добычного комбайна также малоуспешны, так как рабочий орган комбайна проскальзывает вдоль волокон древесины и потому неспособен зацепить и выдернуть элементы костра. Радикальным решением данной проблемы является удаление костра взрывом [1], что в свою очередь связано с затратами ВВ и потерей времени на ведение взрывных работ. Кроме того, взрыв на сопряжении очистного забоя со сбойкой может спровоцировать образование вывала пород кровли.

Существуют и другие предложения по подготовке выработки для перехода.

А.А. Хидиров [2] предлагает усиливать крепь переходимой выработки анкерами и гибкими элементами, объединяющими анкера в единую систему (рис. 1, а). Анкера устанавливаются друг на против друга в борта выработки

на контакте пород с кровлей пласта. Для укрепления кроли выработки анкера стягиваются в шахматном порядке гибкими элементами (рис. 1, б). По мнению автора такая схема подготовки должна обеспечить надежное поддержание выработки при подходе очистного забоя а также на сопряжении выработок (рис. 1, в).



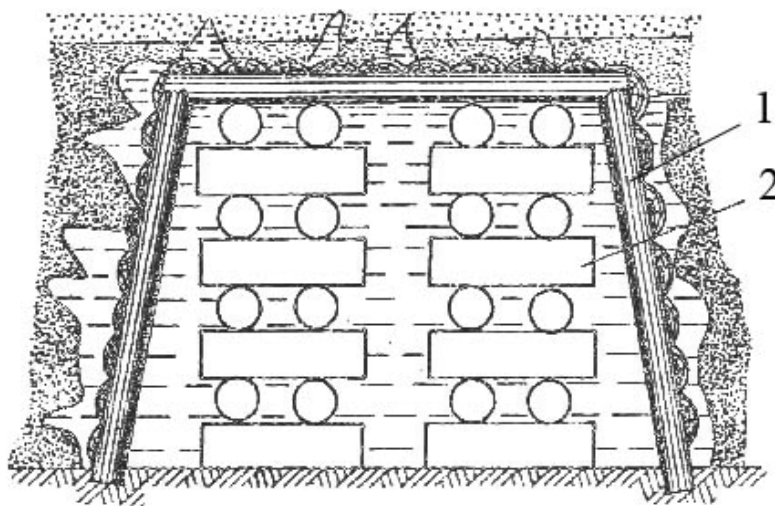
1 – акера; 2 – гибкий элемент

Рис. 1 – Схема подготовки выработки предложенная А.А.Хидировым

Рассматривая данный способ подготовки необходимо сделать некоторые замечания. Установленный в соответствии со схемой гибкий элемент не предотвратит расслоение и провисание пород кровли, так как его работа (сопротивление) зависит от величины смещения кровли выработки.

При подходе очистного комплекса к выработке, по мере выемки пласта анкера в зоне сопряжения могут полностью потерять свою несущую способность, что приведет и к ослаблению (провисанию) гибких элементов, тем самым, увеличивая вероятность образования вывалов.

Другие авторы [3] предлагают способ подготовки с полным заполнением выработки водой с последующей заморозкой. Предварительно в выработке по всей длине и ширине выкладываются костры из емкостей заполненных воздухом. По концам выработки возводятся перемышки, через которые подают воду и источник холода. При этом все свободное пространство включая пустоты и трещины в угле и породе заполняется ледяной массой (рис. 2).



1 – крепь выработки; 2 – емкости заполненные воздухом.

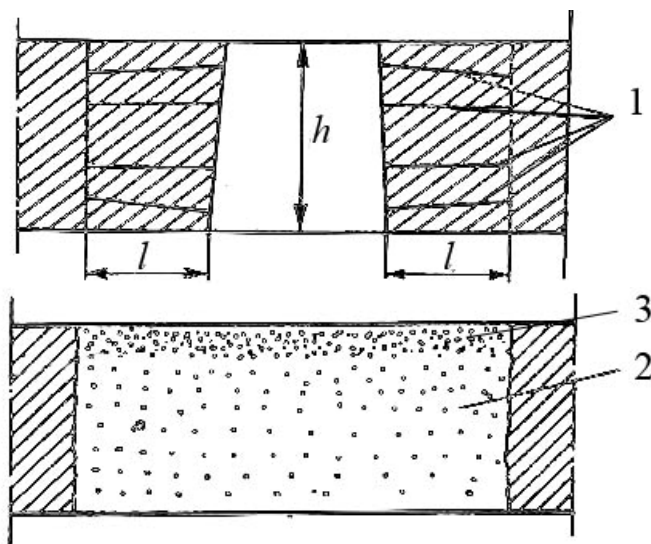
Рис. 2 – Способ подготовки выработки с заполнением ледяной массой

Весьма интересным в данном способе является возможность практически полностью исключить вероятность появления вывалом, так как вода за счет расширения при замерзании создаст значительное уплотнение массива по контуру выработки. Существенным недостатком данного способа подготовки является технологическая сложность. Чтобы сохранить выработку необходимо заполнить ее ледяной массой до начала существенных проявлений горного давления, возрастающего по мере приближения лавы. Таким образом, кроме заморозки воды еще придется некоторое время поддерживать постоянную температуру ледяной массы, для чего необходимо специальное оборудование.

Оригинальный способ подготовки горной выработки для перехода разработан Тютюнниковым и Шишкиным [4]. Авторы предлагают заполнять выработку разрыхленной угольной массой, которую можно получить буровзрывной обработкой угольного массива по бортам выработки. По мере заполнения выработки на контакт угольной массы и кровли выработки подается скрепляющий раствор (рис. 3). Глубина обработки угольного массива с каждой стороны выработки определяется по формуле:

$$l = \frac{S}{2h(k_p - 1)} ;$$

где S - площадь сечения выработки; h - высота выработки; k_p - коэффициент разрыхления угля при отбойке.



1 – шпур; 2 – разрыхленная угольная масса;
3 – угольная масса со скрепляющим раствором

Рис. 3 – Способ подготовки выработки предложенный М.М. Тютюнниковым и В.П. Шишкиным

Весьма вероятно что переход очистным комплексом выработки подготовленной таким образом не вызовет затруднений, однако возникает целый ряд технологических вопросов связанных с самим процессом подготовки. Прежде всего, это вопросы вентиляции, механизации и безопасности. (Каким образом будет осуществляться проветривание подготавливаемой выработки после буровзрывных работ? Как будет осуществляться подача скрепляющего раствора? И подобные вопросы.)

Относительно трех вышеперечисленных способов подготовки выработки (усилением анкерами и гибкими элементами, заполнением ледяной массой, заполнением угольной массой) необходимо отметить отсутствие данных о внедрении этих способов на производстве. Таким образом, не хватает самого существенного материала для оценки данных способов подготовки, не хватает практического опыта.

Реальный опыт перехода выработок очистными работами освещен в небольшом количестве публикаций [5, 6, 7], причем горнотехнические условия во всех описанных случаях весьма различны. Однако необходимо отметить некоторое сходство описанных авторских предложений и реального решения задачи перехода выработки очистными работами. Примером является переход 4-й восточной лавой через погашенный пластовый штрек на шахте «Проспер-Ханиель» в Германии [5].

Сложилась ситуация когда выемочный участок 4-й восточной лавы был разделен погашенным пластовым штреком, из которого была извлечена арочная крепь (рис. 4).

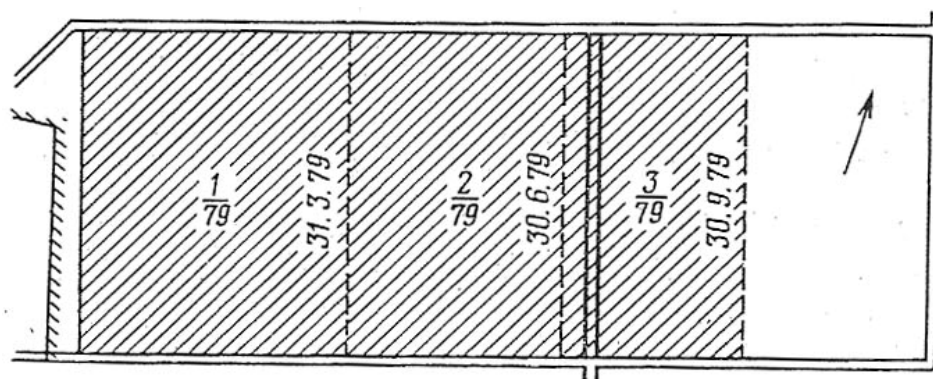


Рис. 4 – Расположение пластового штрека на выемочном участке 4-й восточной лавы шахты «Проспер-Ханиель»

Инженерной службой предприятия было принято решение в качестве способа подготовки заполнить выработку (собственно пустоты оставшиеся после обрушения кровли) строительной смесью. Строительная смесь приготавливалась на поверхности и по трубопроводу подавалась в шахту, там она закачивалась под высоким давлением в погашенную выработку. Таким образом удалось добиться необходимого заполнения пустот. Фактически данный способ подготовки схож со способом Тютюнникова и Шишкина [4]. Во-первых, пространство выработки заполнено разрыхленной породной (угольной) массой полученной при обрушении пород (или путем буровзрывных работ); во-вторых, для упрочнения используется строительный материал, цементирующий разрыхленную массу.

В целом переход погашенного штрека оказался успешным и дал экономический эффект. Однако, при подходе лавы к подготовленному штреку, с расстояния около 6 м., начали происходить вывалы пород кровли, что потребовало дополнительных мероприятий по их укреплению.

Из практического опыта заслуживает внимания способ подготовки выработки к переходу очистными работами реализованный на шахте «Комсомолец Донбасса» [6]. Выемочный столб 2-й северной лавы был пересечен вентиляционной сбойкой (рис. 5).

Выполненные подготовительные мероприятия состояли из трех частей:

- обеспечение перехода механизированного комплекса через выработку (изготовление специального настила и опоры для верхняков механизированной крепи);
- усиление крепи сбойки путем анкерования кровли;
- уменьшение опорного давления путем частичного перехода от полного обрушения кровли к закладке отработанного пространства пустой породой (путем увеличения ширины бутовой полосы со стороны конвейерного штрека до 55 м).

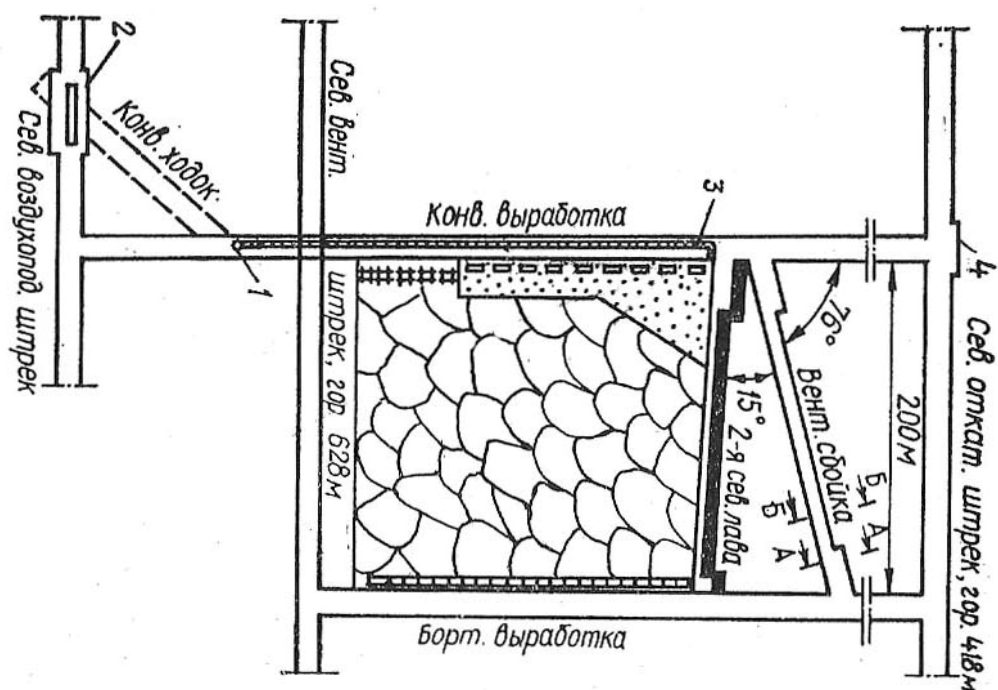


Рис. 5 - Положение вентиляционной сбойки относительно 2-й северной лавы

Закладка выработанного пространства значительно снизила нагрузку на крепь механизированного комплекса и переходимой сбойки и обеспечила на начальном этапе перехода устойчивость сопряжения лавы и сбойки. Такой способ подготовки является примером умелого использования доступной механизации. Переход был осуществлен успешно и дал положительный экономический эффект.

Промышленные эксперименты

Третий рассматриваемый случай перехода очистными работами выработки [7] также был успешен и дал положительный экономический эффект. На поле шахты «Юбилейная» ОАО «Павлоградуголь» был осуществлен переход 582 лавой пластовой выработки (сбойки).

Для подготовки сбойки к переходу были выполнены предварительные расчеты ожидаемого давления на крепь сопряжения лавы и сбойки (как наиболее опасного участка). Для определения необходимого отпора крепи за основу расчета принята теория условного свода обрушения (Kluftkopper) [8]

Максимальная протяженность поддерживаемого пространства при угле встречи φ была найдена: $L = l + \frac{a}{\cos \varphi}$, где l – ширина пространства поддержи-

ваемого механизированной крепью, a – ширина сбойки. При максимальном угле встречи (35°) $L = 10,4$ м. Далее исходя из протяженности закрепленного пространства (L), максимально возможной высоты обрушения (H_{BO}), и удельного веса пород ($\gamma = 2,6$ т/м³) рассчитывалась наибольшая суммарная нагрузка на крепь: $Q = L \cdot H_{BO} \cdot \gamma$. Возможная высота обрушения принимается равной 8 м. [8]. В таком случае $Q = 220$ т/м. При применении коэффициента безопас-

ности 1,6 необходимая несущая способность равна 350 т/м. Несущая способность механизированной крепи составляет порядка 210 т/м. Несущая способность крепи сбойки была увеличена до 140 т/м. путем установки дополнительных деревянных стоек. Деревянные стойки имеют значительное преимущество в сравнении с костровой крепью, предлагаемой инструкцией [1], так как предел прочности древесины на сжатие вдоль волокон значительно выше, чем поперек волокон (для сосны соответственно вдоль волокон 49 МПа и поперек волокон 5 МПа). Такое преимущество стоек ведет к значительному сокращению расхода лесоматериалов. Кроме того стойки легко извлекаются с помощью исполнительного органа комбайна и не препятствуют переходу выработки. Дополнительные стойки устанавливались под диагонально расположенный брус. В результате таких действий плотность стоек по выработке составила 14 шт/м., Суммарная несущая способность составила 350 т/м.

Для наблюдения за высотой сбойки была заложена наблюдательная станция из трех групп пунктов (рис. 6). По результатам наблюдений определялась вертикальная конвергенция, возрастающая по мере приближения очистного забоя. Максимальное значение конвергенции было зафиксировано на сопряжении лавы и сбойки и составило 70 мм, что существенно не повлияло на переход выработки лавой.

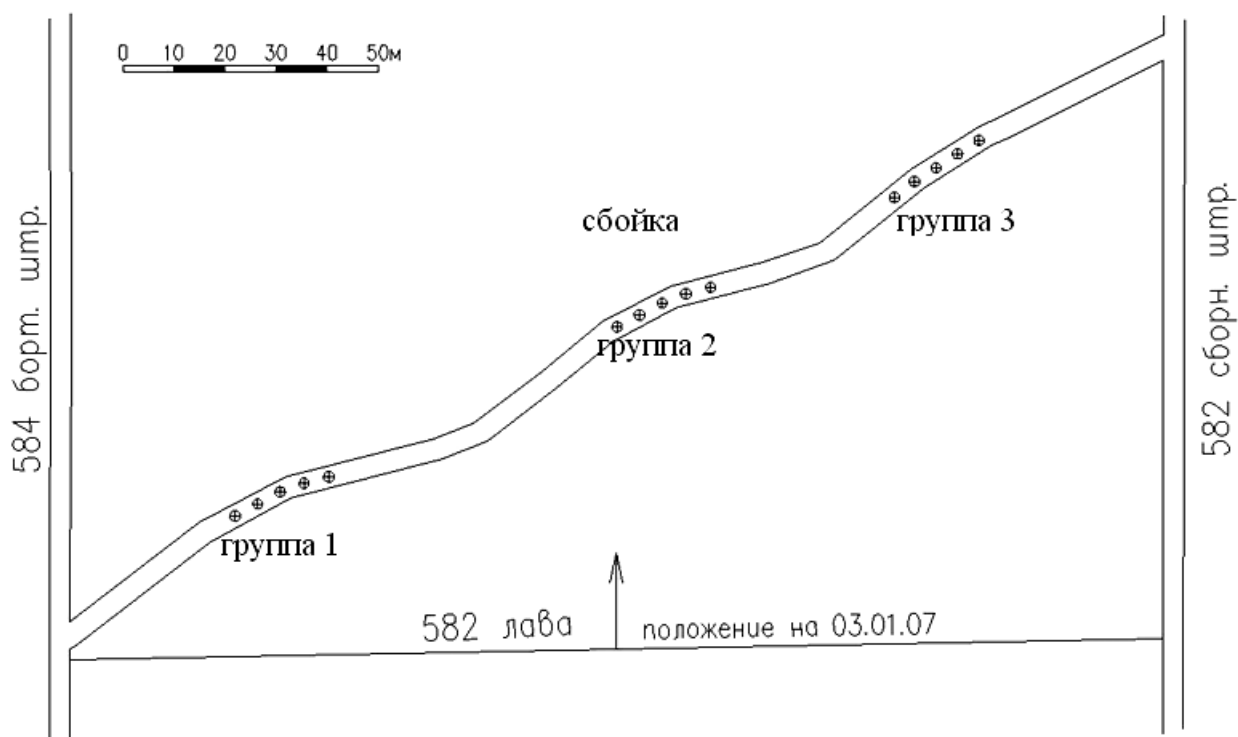


Рис. 6 – Положение сбойки и групп пунктов наблюдательной станций

Также существует опыт перехода сбойки в других горно-геологических условиях (наличие мощного слоя песчаника в кровле пласта). На шахте «Сергия Радонежского» (ассоциация добывающих предприятий «Недра Донбасса») осуществлен переход сбойки 3 восточной лавой (рис. 7).

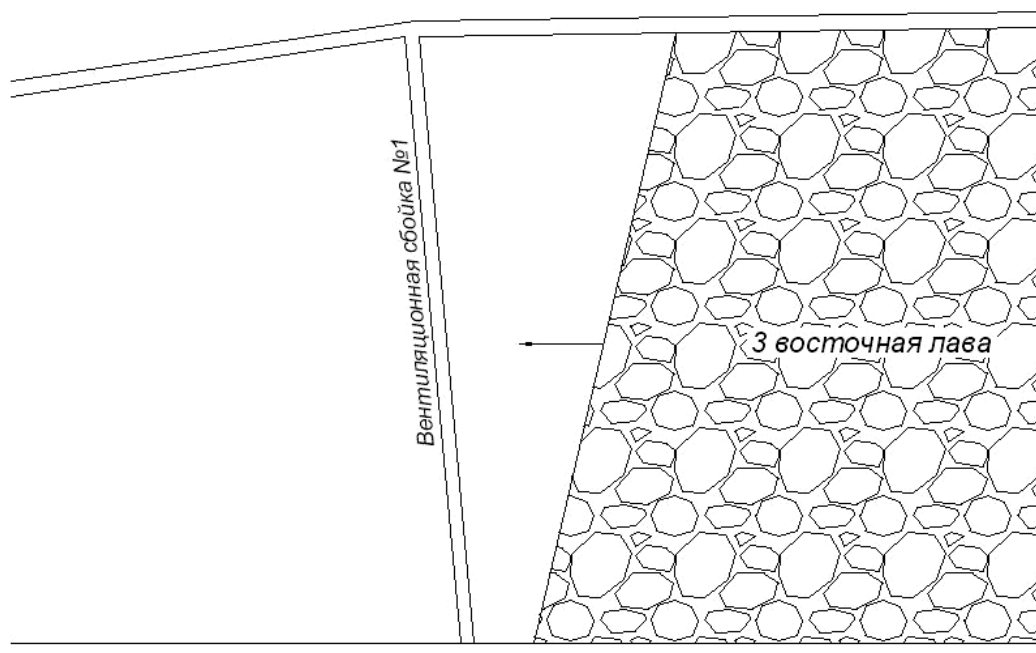


Рис. 7 – Положение вентиляционной сбойки

Предварительно был выполнен расчет по вышеизложенной методике, определено необходимое усиление крепи, выполнены соответствующие технические мероприятия. Замеры высоты сбойки при ее переходе показали практически полное отсутствие вертикальной конвергенции, что вероятно обусловлено достаточным отпором и крепкими породами кровли. В целом переход был осуществлен без потери скорости подвигания очистного забоя.

Выводы.

Общая схема решения задачи о переходе выработки очистными работами может быть представлена в следующем виде:

- анализ геологической и горнотехнической ситуации (механические свойства пород, наличие нарушений, водоприток, механизация добычного участка, наличие тех или иных материалов крепи и т.д.);
- предварительный расчет устойчивости выработок и прогноз вывалов и обрушений;
- выбор способа подготовки выработки для перехода;
- составление технического проекта, в котором увязаны по времени все предусмотренные мероприятия по подготовке выработки и сам процесс перехода, а также регламентирован контроль за выполнением предписаний.

Усиление отпора крепи выработки с учетом возможных сводов обрушения приводит к снижению вертикальной конвергенции, что способствует эффективному переходу очистного комплекса через горную выработку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временная инструкция по переходу сбоек механизированными комплексами. Новомосковск, ПНИУИ, 1971.
2. А.С. № 1469162 СССР, Е 21 D 13/02. Способ подготовки горной выработки для перехода очисным механизированным комплексом / А.А. Хидиров /СССР/ 1989.

3. А.С. № 806870 СССР, Е 21 D 13/02. Способ подготовки горной выработки для перехода очистным механизированным комплексом / С.И.Соколов, М.С. Алексеев, Ф.А. Карасев, Л.М. Гельфанд/ СССР/ 1981.
4. А.С. № 1314091 СССР, Е 21 D 13/02. Способ подготовки горной выработки для перехода очистным механизированным комплексом / М.М. Тютюнников, В.П. Шишкин / СССР/ 1987.
5. Хаерман Х., Бурен Э. Переход лавы через погашенный пластовый штрек. // Глюкауф №2 1985 г.
6. Чураков В.Н. Опыт перехода механизированного комплекса через сбойку. // Уголь Украины №10 1982 г.
7. Халимендик Ю.М., Воронин С.А., Винник А.М. Переход лавой выработки в условиях шахты «Юбилейная» ОАО «Павлоградуголь». // Науковий вісник НГУ №2 2008 р.
8. Martin Junker et al. Gebirgsbeherrschung von Flözstrecken. – Verlag Glückauf. GmbH. Essen, 2006. – 560 с.

УДК 532.5.536.2

Асп. И.П. Хмеленко
(ИГТМ НАН Украины)

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ВЫБОРА РЕЖИМНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГРОХОТА ПРИ ТОНКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ГОРНОЙ МАССЫ

Представлено результати досліджень розділення матеріалів тонкого класу. Результати вказують на необхідність частотного і амплітудного регулювання процесу просіювання різних матеріалів. Запропоновано віброударний режим для підвищення ефективності грохочення.

SUBSTANTIATION OF NECESSITY OF THE CHOICE REGIME AND ROAR DESIGN DATA AT THIN CLASSIFICATION OF ROCK MASS

The researches results of the thin class materials division are presented. The results specify on necessity of the frequency and peak regulation of the sifting process for a various materials. It is offered the vibrating shocking mode for increase an efficiency screening.

Особенностью совершенствования технологии и оборудования по переработке минерального сырья, главным образом на последних стадиях получения конечного продукта, является снижение отходов производства за счет вовлечения в процесс переработки особо тонкой по крупности горной массы. Такой подход позволяет значительно сократить потери полезных компонентов в добытой горной массе в отходы, а существующие их накопители оценить с точки зрения более глубокого дообогащения, извлечения дополнительного количества полезных ископаемых и организации безотходной технологии переработки добываемой горной массы. Миллионные запасы шламохранилищ после обогащения угля, хвостохранилищ после обогащения руд черных, цветных металлов и рассыпных месторождений, отсеков после переработки нерудных строительных материалов при углублении технологии их обогащения на микронный уровень превращаются в техногенные месторождения, разработка которых кроме высокой экономической целесообразности имеет огромный экологический и социальный эффект (оздоровление окружающей среды, дополнительная прибыль и добавочные рабочие места).

Для решения этой проблемы ведутся исследования и разработки новых схем и способов обогащения шламов. Серийное производство классифици-