

УДК 622.28

# Совершенствование паспорта поддержания подготовительной выработки

Изложены результаты натуральных маркшейдерских наблюдений за деформированием системы крепь–массив подготовительного штрека с помощью нивелирования контурных и глубинных реперов. Полученные результаты использованы при совершенствовании паспорта поддержания выработки до лавы и после перемещения очистного забоя.

**Ключевые слова:** натурные наблюдения, глубинные реперы, поддержание штрека, анкерная крепь.

**Контактная информация:** as\_nmu@mail.ru

Отечественный и зарубежный опыт свидетельствуют, что повторное использование выработок при бесцеликовой схеме поддержания – эффективное инженерное решение, которое обеспечивает снижение потерь угля, затраты на возобновление очистного фронта, а также реализацию прямоточной схемы проветри-

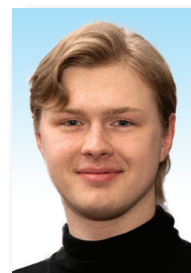
вания [1–3]. Актуальным остается сохранение площади сечения повторно используемых выработок на всех этапах их эксплуатации. Идеальным вариантом представляется сохранение штрека в состоянии, не требующем ремонтных работ при минимальном уровне затрат на поддержание.



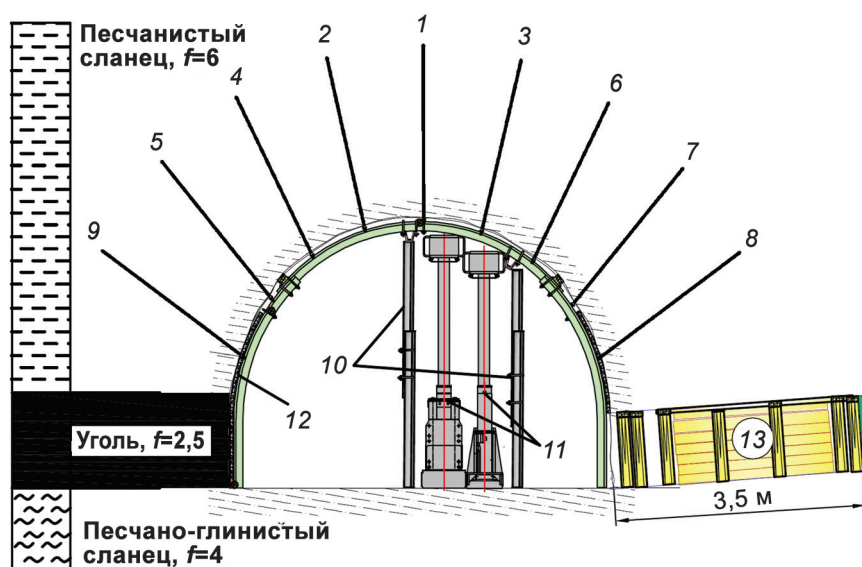
**Г. Н. ДМИТРОВ,**  
инж.  
(ГП «Антрацит»)



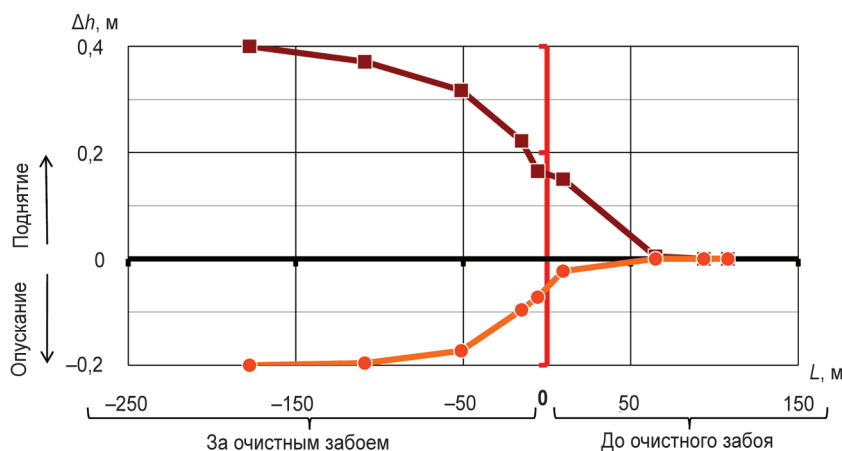
**Ю. М. ХАЛИМЕНДИК,**  
доктор техн. наук  
(Национальный горный университет)



**А. С. БАРЫШНИКОВ,**  
аспирант  
(Национальный горный университет)



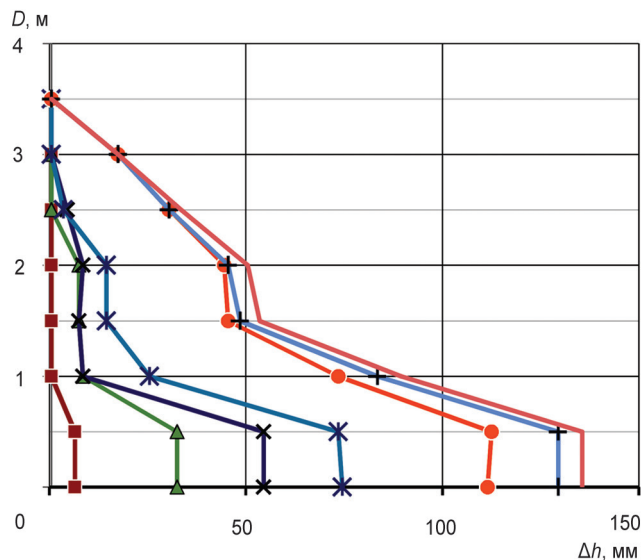
**Рис. 1.** Паспорт крепления выработки: 1 – 9 – анкеры; 10 – два ряда стоек усиления под каждую арку; 11 – двухрядная механизированная крепь сопряжения; 12 – арочная крепь; 13 – охранный конструкция;  $f$  – коэффициент крепости горных пород по шкале Протождьяконова.



**Рис. 2.** Смещения  $\Delta h$  элементов системы крепь–массив 9-го конвейерно-го штрека в зависимости от расстояния до очистного забоя  $L$ : ■ – почва; ● – кровля.

Важную роль играет внедрение прогрессивных технологий и конструкций крепления: технологии анкерного крепления [4, 5]; совершенствование конструкции арочных крепей и замковых соединений; расчет крепления выработок методом заданных нагрузок [6–8]; применение канатных анкеров [9].

Несмотря на то что при составлении паспортов поддержания выработок инженеры пользуются



**Рис. 3.** Смещения  $\Delta h$  глубинных реперов в зависимости от расстояния: до очистного забоя ■ – 65 м; за очистным забоем: ▲ – 1 м; ✕ – 6 м; ✖ – 15 м; ● – 51 м; + – 109 м; — – 178 м;  $D$  – глубина заложения репера в кровлю выработки.

нормативной документацией [1], часто возникает несоответствие между устанавливаемым типом крепи и проявлениями горного давления, которое выражается в виде значительных деформаций контура выработки [6, 7] либо в перерасходе крепежного материала [10].

Для эффективного поддержания выработки необходимо учитывать механизм взаимодействия породного массива с устанавливаемым креплением [8, 11], т. е. обоснование параметров крепления и усиления подготовительных выработок при перемещении лавы весьма актуально.

В статье рассматривается совершенствование паспорта поддержания сопряжения лавы со штреком на примере 9-го западного конвейерного штрека 1-й северной лавы шахты «Комсомольская» с учетом установленных закономерностей деформирования системы крепь–массив. Этот штрек был подготовительной выработкой при отработке запасов 1-й северной лавой по пласту  $h_{10}$ . Штрек пройден по простиранию, глубина заложения 1000 м. Боковые породы пласта  $h_{10}$  представлены монолитными песчано-глинистым и песчаным сланцами прочностью 40–110 МПа. Штрек пройден с помощью буровзрывных работ, закреплен арочной крепью АП-13.8, шаг установки 0,8 м.

Для указанных условий интегральный показатель  $\gamma H/\sigma_{сж} = 0,3$  [12], что позволяет отнести ее к «средним глубинам» и условиям средней интенсивности проявлений горного давления в соответствии с классификацией проф. Г. Г. Литвинского [11].

Крепь штрека впереди расчетной зоны опорного давления усиливали анкерной крепью (глубина анкерования 2–2,2 м, рис. 1) в соответствии с нормативным документом [4].

Анкеры устанавливали после проведения штрека способом БВР, поэтому их работу следовало ожидать в режиме «сшивки» [13]. В соответствии с нормами [1] штрек в зоне опорного давления поддерживали посредством установки стоек трения, сопряжение – двухрядной крепью сопряжения, а за очистным забоем усиливали двумя рядами стоек, устанавливаемых под каждую раму.

## РАЗРАБОТКА ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

Инструментальные наблюдения за смещениями элементов системы крепь-массив выполняли на контурных и глубинных наблюдательных станциях; была применена система глубинных реперов и геометрическое нивелирование [14]. Такая методика позволяет определить смещения каждого элемента и количественно оценить зону дезинтеграции пород кровли выработки до и после перемещения лавы (рис. 2 и 3).

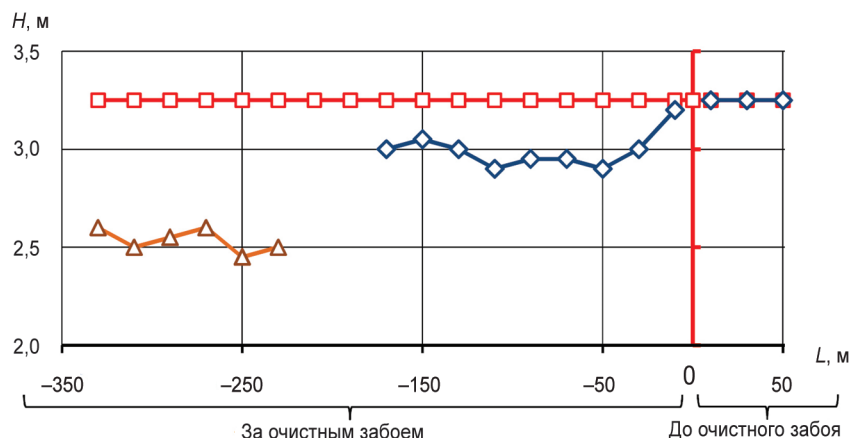
Глубинные реперы были заложены с шагом 0,5 м в скважинах, пробуренных вертикально в кровлю на глубину 3,5–4 м. Начало реакции массива на опорное давление впереди лавы зафиксировано на расстоянии 65 м впереди лавы (см. рис. 2, 3). В створе выработки с очистным забоем смещения кровли и элементов крепи не превысили 100 мм, а почвы – 200 мм (см. рис. 2).

Интенсификация смещений элементов системы крепь-массив наблюдалась после перемещения очистного забоя и продолжалась на расстоянии до 50 м, после чего на расстоянии до 100 м за лавой было отмечено затухание процесса до фоновых значений (см. рис. 2, 3).

Основная составляющая вертикальной конвергенции – поднятие почвы до 0,4 м. Максимальные смещения кровли составили до 0,2 м.

С начала влияния и до расстояния в 15 м позади лавы смещения глубинных реперов происходили до глубины 2,5 м в кровлю выработки. В 50–170 м позади лавы относительная деформация массива на высоте 1,5–3,5 м составляла 0,025, что не превышает упругих характеристик системы анкер-клей-массив.

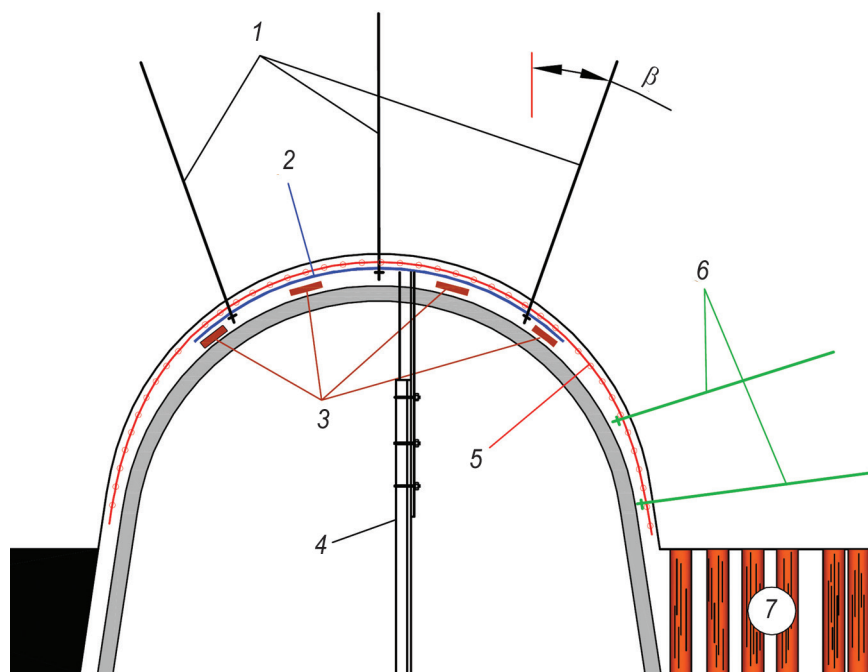
Для контроля эффективности предложенного решения на участке выработки, закрепленном в соответствии с усовершенствован-



**Рис. 4.** Контрольный замер высоты  $H$  выработки при расстоянии до лавы  $L$ :  $\square$  – высота выработки до влияния лавы;  $\triangle$  – участок выработки, закрепленный по старому паспорту;  $\diamond$  – участок выработки, закрепленный по усовершенствованному паспорту.

ном паспортом выработки, проводились замеры высоты (рис. 4, 5).

Масса пород, заключенных в прогнозируемой зоне разрушения над штреком после перемещения лавы, с учетом коэффициента динамичности составит 65 т [8].



**Рис. 5.** Усовершенствованный паспорт крепления и поддержания 9-го конвейерного штрека 1-й северной лавы: 1 – анкеры, глубина заложения не менее 3 м; 2 – подхват; 3 – расклинка; 4 – стойка трения, устанавливаемая под массив; 5 – сетка; 6 – технологические анкеры для укрепления бровки; 7 – органические ряды;  $\beta$  – угол установки крайних анкеров, не менее  $20^\circ$ .

На основании полученных результатов в паспорт поддержания обосновано внесены следующие изменения (рис. 5):

- вместо девяти анкеров длиной 2,2 м использовано три анкера (глубина заложения не менее 3 м, несущая способность не менее 200 кН со склеиванием по длине не менее 2 м);
- исключены стойки усиления впереди лавы;
- после перемещения лавы предусмотрена установка одного ряда стоек трения под массив через две рамы;
- увеличен отпор органических рядов для предотвращения опускания бровки лавы.

Проведенные измерения показали, что состояние выработки на участке, закрепленном в соответствии с усовершенствованным паспортом, удовлетворительное – потери высоты составляют до 15 %. Это свидетельствует о достаточной эффективности предложенного решения.

**Выводы.** На основании результатов маркшейдерских инструментальных наблюдений за смещениями элементов системы крепь-массив усовершенствован паспорт крепления и поддержания штрека, что позволило оптимизировать затраты на материалы и объемы работ и уменьшить стоимость поддержания выемочной выработки.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Підготовчі* виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони: СОУ 10.1.00185790.011:2007. – Офіц. вид. – К.: Мінвуглепром України, 2007. – 113 с. – (Нормативний документ Мінвуглепрому України).
2. *Зборщик М. П.* Повторное использование участков выработок – неотложная задача угольных шахт [Текст] / М. П. Зборщик // Уголь Украины. – 2011. – № 1. – С. 17–21.
3. *Халимендик Ю. М.* Обеспечение повторного использования участков выработок / Ю. М. Халимендик // Уголь Украины. – 2011. – № 4. – С. 51–54.
4. *Система* обеспечения надежного и безопасного функционирования горных выработок с анкерным креплением. Общие технические требования: СОУ 10.1.05411357.010.2008. – Офіц. вид. – К.: Мінвуглепром України, 2009. – 130 с. – (Нормативний документ Мінвуглепрому України).
5. *Булат А. Ф.* Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт / А. Ф. Булат, В. В. Виноградов. – Днепропетровск: ИГТМ, 2002. – 372 с.
6. *Халимендик Ю. М.* Влияние отпора крепи на состояние выработок при их повторном использовании / Ю. М. Халимендик, А. В. Бруй, С. А. Воронин // Науч. тр. УкрНИМИ. – 2013. – Вып. 13. – Ч. 1. – С. 31–44.
7. *Халимендик Ю. М.* Обоснование параметров поддержания горных выработок для повторного использования / Ю. М. Халимендик, А. В. Бруй, В. Ю. Халимендик // Науковий вісник НГУ. – 2010. – № 6. – С. 32–35.
8. *Халимендик Ю. М.* Усиление крепления горных выработок для их повторного использования / Ю. М. Халимендик, А. В. Бруй, А. С. Барышников, Ю. А. Заболотная // Геотехнічна механіка. – 2012. – Вип. 105. – С. 139–148.
9. *Воронин С. А.* Использование канатных анкеров в слабых породах / [С. А. Воронин, А. В. Ефремов, В. В. Панченко и др.] // Уголь Украины. – 2013. – № 6. – С. 24–26.
10. *Касьян Н. Н.* О деформировании массива в окрестности подготовительных выработок с анкерным креплением / Н. Н. Касьян, Ю. А. Петренко, А. О. Новиков, И. Н. Шестопалов // Вісті Донецького гірничого інституту. – 2009. – № 1. – С. 70 – 77.
11. *Литвинский Г. Г.* Стальные рамные крепи горных выработок / Г. Г. Литвинский, Г. И. Гайко, Н. И. Кулдыркаев. – К.: Техніка, 1999. – 216 с.
12. *Заславский Ю. З.* Исследование проявлений горного давления в капитальных выработках глубоких шахт Донецкого бассейна / Ю. З. Заславский. – М.: Недра, 1966. – 180 с.
13. *Круковский А. П.* Технология опорно-анкерного крепления горных выработок / А. П. Круковский, В. А. Хворостян, В. В. Круковская // Уголь Украины. – 2013. – № 2. – С. 13–16.
14. *Халимендик Ю. М.* Исследование деформации пород кровли выемочных выработок / Ю. М. Халимендик, А. В. Бруй, А. С. Барышников // Горная геология, геомеханика и маркшейдерия: 4-я Международ. науч.-техн. конф., 15–16 окт. 2013 г. – Донецк: УкрНИМИ, 2013. – Вып. 13. – С. 21–30.