

3. Harry M. Jol. Ground Penetrating Radar: Theory and Applications. - Elsevier Science, 2009. - 508 pp.
4. Francke J., 2012, A review of selected ground penetrating radar applications to mineral resource evaluations. Journal of Applied Geophysics 81, 29–37
5. Hatherly P., 2013, Overview on the application of geophysics in coal mining. International Journal of Coal Geology 114, 74–84
6. Jha, P. C., Balasubramaniam, V. R., Sandeep, Y. V., and Gupta, R. N., 2004, GPR applications in mapping barrier thickness in coal mines: Some case studies: Tenth International Conference on Ground Penetrating Radar, Delft, The Netherlands.
7. Ralston, J., 2007, On the use of ground penetrating radar for underground coal mine roadway evaluation: Tenth Australian Symposium on Antennas, Sidney, Australia.
8. Strange, A. D., Ralston, J. C., and Chandran, V., 2005, Application of ground penetrating radar technology for near-surface interface determination in coal mining: International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2005), Philadelphia, Pennsylvania.
9. Электронный каталог [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.georadar.com.ua/?go=main&podcatid=164>
10. Электронный каталог [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://poznayka.org/s49507t1.html>
11. Электронный каталог [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://studopedia.su/10\\_51703\\_povitryane-lazerne-skanuvannya.html](http://studopedia.su/10_51703_povitryane-lazerne-skanuvannya.html)

## **ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ МОНТАЖНЫХ КАМЕР В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «ЗАПАДНО-ДОНБАССКАЯ»**

*В.Г. Снигур, Э.В. Френцель, ПСП «Шахтоуправление «Терновское» ЧАО «ДТЭК  
Павлоградуголь», Украина*

*Ю.М. Халимендик, А.С. Барышников, Национальный горный университет, Украина*

Рассматривается проблема крепления монтажных камер при проведении на шахте «Западно-Донбасская». Предотвращению потерь площади сечения выработки способствует совмещенный с ее проведением монтаж секций механизированной крепи, однако, такой способ требует дополнительных инвестиций. Предложен паспорт крепления с повышенным отпором крепи и анкерованием, позволяющий минимизировать потери площади сечения монтажной камеры, и не требующий монтажа секций при проведении. Показаны преимущества данного решения.

Одна из задач развития шахты «Западно-Донбасская» – ввод в эксплуатацию новых лав. Применение традиционной технологии, заключающейся в проведении монтажной камеры (разрезной печи) с последующим монтажом секций, приводило к большим затратам и длительной подготовке лав – до 10 мес. Основной причиной неэффективного перехода добычных участков на новые выемочные поля была интенсивная вертикальная конвергенция. Показатель устойчивости выработок профессора Заславского для шахты составляет от 0,4 до 1, что соответствует глубокой шахте с тяжелыми горно-геологическими условиями [1].

Чтобы увеличить добычу угля, начиная с 2005 г. на шахте был реализован ряд технических решений с таким результатом:

- средняя длина очистного забоя увеличена со 160 до 280 м (рис. 1);
- средняя длина выемочного столба возросла с 900 до 2840 м (рис. 1);
- среднесуточная нагрузка на очистной забой повысилась с 1030 до 1840 т (рис. 1);
- использованы лучшие образцы как отечественного, так и импортного оборудования;
- применено рамно-анкерное крепление горных выработок.

Интенсификация добычи угля требовала быстрого восполнения очистного фронта. Этот фактор одновременно с ограничениями инвестиций с 2013 г. вызвал необходимость пересмотра способа крепления монтажных камер.

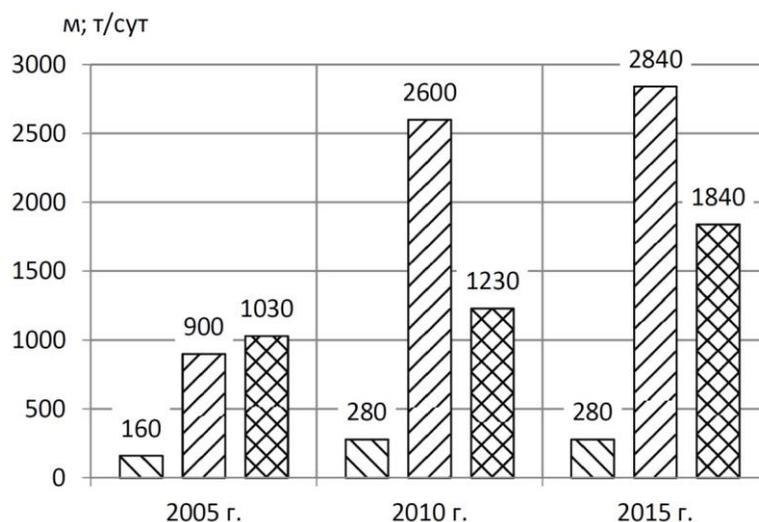


Рис. 1. Динамика технологических показателей и параметров очистных забоев шахты «Западно-Донбасская». ▨ – длина лавы, м; ▩ – длина выемочного столба, м; ▤ – нагрузка на очистной забой, т/сут

В целях исключения потерь площади сечения разрезных печей с 1992 г. на шахте внедрена совмещённая технология проведения выработки с монтажом секций. Положительных результатов достигали в результате установки секций механизированного комплекса в качестве постоянной крепи. При этой технологии снижались риски обрушения пород кровли и уменьшался объём работ на поддержание выработки.

Несмотря на явные преимущества, способ эффективен при установке секций до начала интенсивного проявления горного давления, т. е. на каком-то расстоянии от забоя, где смещения пород минимальны. А этого можно достичь только при наличии и своевременном монтаже секций. На практике разные причины, связанные с несвоевременной доставкой секций и недостаточным отпором стоечной крепи, вызывали конвергенцию пород – не менее 50 % высоты выработки. Кроме того, наличие и использование секций для совмещенного монтажа при проходке монтажной камеры требуют увеличения инвестиций, что снижает экономическую эффективность горных работ.

Анализ состояния монтажных выработок с разными паспортами крепления показывает, что вертикальная конвергенция монтажных выработок зависит от отпора крепи (рис. 2).

При этом среднее значение конвергенции определяли по маркшейдерским данным, а отпор крепи – по принятым паспортам, исходя из количества деревянных стоек и их диаметра [2]. Полученную зависимость описывают выражением

$$\Delta h = -0,012P + 0,8,$$

где  $\Delta h$  – вертикальная конвергенция, м;  $P$  – отпор крепи, кПа.

Коэффициент корреляции  $r$  составил 0,61. Следовательно, существует достаточно тесная связь между отпором крепи и конвергенцией монтажной камеры.

Таким образом, увеличивая отпор крепи, можно уменьшить вертикальную конвергенцию монтажных камер и отказаться от монтажа секций крепи во время проходки. В сложившихся условиях это позволяет более гибко планировать производственную программу без привязки к наличию механизированного комплекса и перераспределять высвободившиеся инвестиционные средства по другим, не менее важным для шахты, направлениям. Учитывая, что стоимость капитального ремонта новой секции механизированного комплекса КД-90 на сегодня составляет порядка 430 тыс грн, можно сэкономить не менее 79,5 млн грн. При покупке нового комплекса затраты еще более увеличиваются. Средняя стоимость одной секции механизированной крепи составляет 1 млн 430 тыс грн, весь комплекс из 185 секций – 264 млн 120 тыс грн.

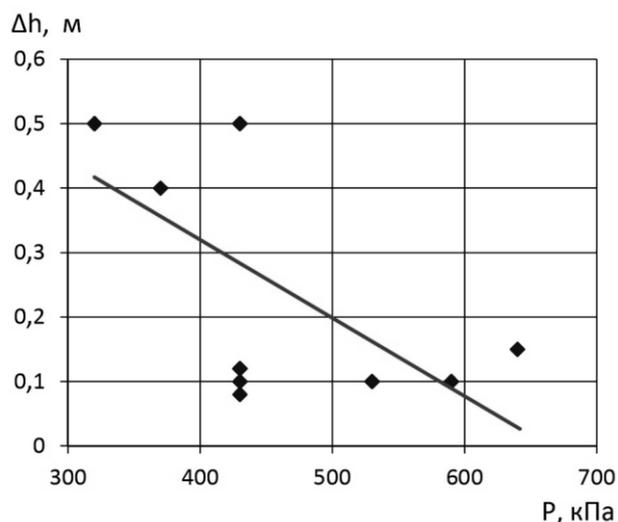


Рис. 2. Зависимость вертикальной конвергенции  $\Delta h$  от отпора крепи  $P$

На шахте «Западно-Донбасская» апробирован и используется паспорт крепления монтажных камер с повышенным отпором крепи за счет увеличения плотности установки деревянных стоек и усиления приконтурного массива горных пород с помощью сталеполимерных анкеров (рис. 3).

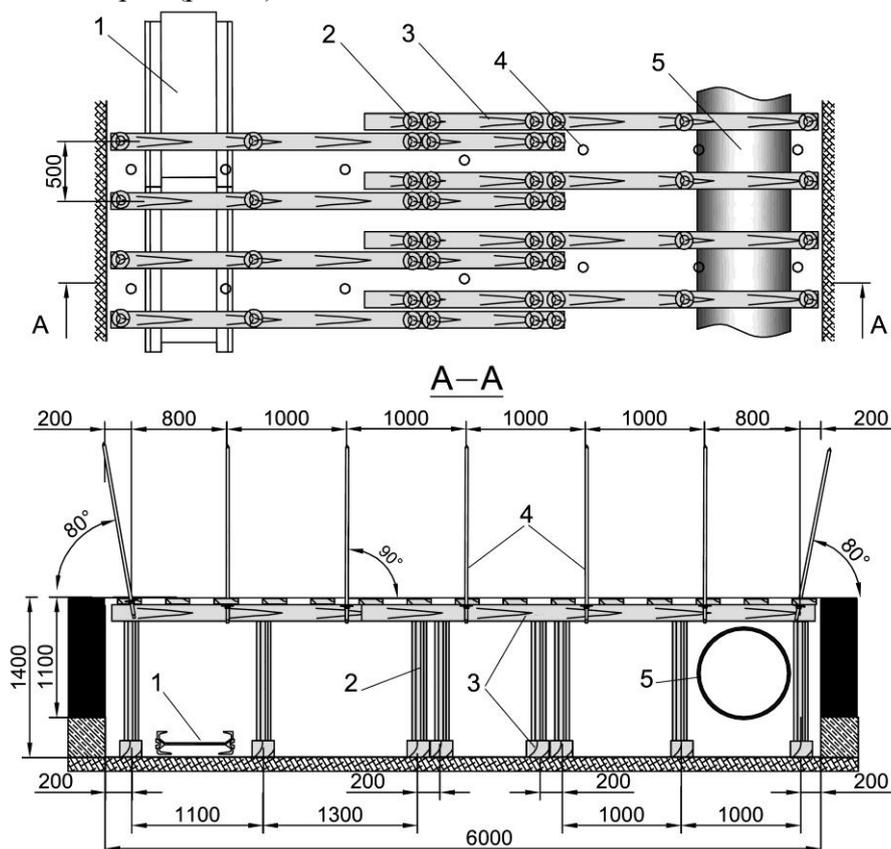


Рис. 3. Схема крепления монтажной камеры: 1 – конвейер; 2 – стойка деревянная,  $\varnothing$  160 мм; 3 – брус; 4 – анкер  $\varnothing$  22 мм, длиной 1.3 м; 5 – вентиляционный став

Анкеры устанавливают при помощи установки MQT модификации «A (mini)», которая применяется в выработках с минимальной высотой 950 мм (рис. 4).

Для закрепления анкера в шпуре предусмотрены по одной быстросхватывающейся и обычной ампула клеящего состава.

Плотность установки стоек диаметром 160 мм – 20–24 на 1 м длины выработки. При ширине выработки 6 м отпор системы оценивается в 640 кПа [2].



Рис. 4. Установка MQT модификации «А (mini)»

Указанную схему крепления использовали при проведении 1012-й и 1014-й монтажных камер. Проведение 1012-й монтажной камеры длиной 284 м было выполнено за 80 рабочих дней, а переход из 1010-й лавы в 1012-ю – за 62 дня. Итого на ввод в работу 1012-й лавы затрачено 146 дней. Потери высоты выработки составили до 0,15 м (рис. 5).



Рис. 5. Состояние 1012-й монтажной камеры

Опыт, полученный во время проведения и крепления 1012-й монтажной камеры успешно применен при проведении последующих разрезных печей в этом поле (1014-я, 1016-я), а также – 1031-й монтажной камеры в блоке № 2.

Проведение 1014-й монтажной камеры длиной 284 м было выполнено за 66 рабочих дней, а переход из 1012-й лавы в 1014-ю лаву – за 43 дня. Итого на ввод в работу 1014-й лавы понадобилось 109 дней. Вертикальная конвергенция составила до 0,15 м.

Для сравнения рассмотрим проведение 880-й монтажной камеры с одновременным монтажом секций механизированной крепи. В данном случае отставание установки секций от забоя выработки привело к проявлению вертикальной конвергенции на 0,4–0,6 м. Уменьшение отставания до 18 м позволило снизить конвергенцию, увеличить темп проведения выработки и пройти ее за 103 дня. Перемонтаж секций крепи из 878-й лавы в 880-ю занял 131 день, а аналогичный переход из 862-й лавы в 864-ю монтажную камеру – 137 дней.

Таким образом, проведение разрезных печей с последующим монтажом секций механизированной крепи дает возможность сократить время между вводом лав в работу не менее чем на 81 сутки, или на 60 % (рис. 6, табл. 1).

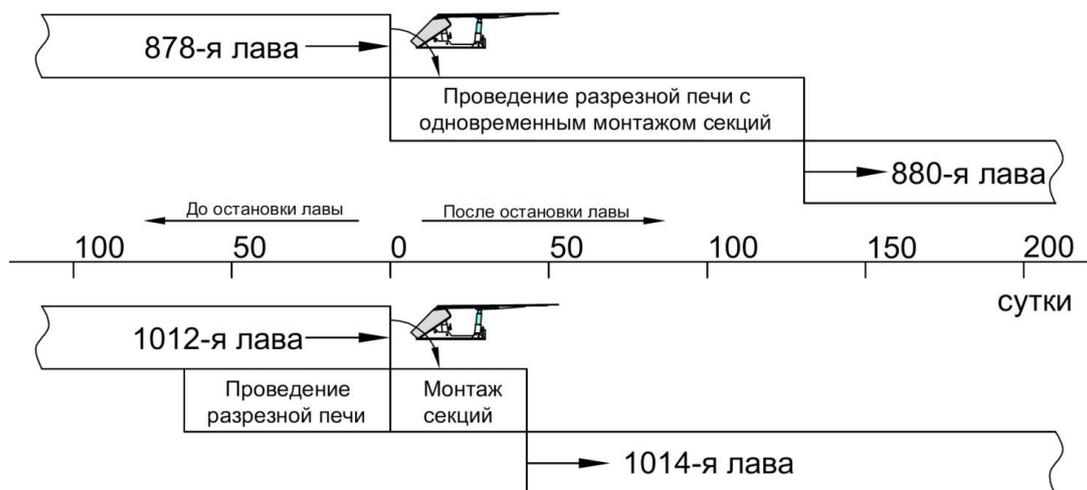


Рис. 6. Время на ввод лав при проведении разрезной печи разными способами

Табл. 1. Анализ затрат времени на ввод лав в работу при проведении разрезной печи разными способами

| Тип крепления  | Лава   | Время между остановкой отработанной и вводом последующей лавы, сут |         |
|--|--------|--|---------|
|  |        | по каждой выработке  | среднее |
| Монтажные камеры, проводимые с одновременным монтажом секций | 880-я  | 131  | 134     |
|  | 864-я  | 137  |         |
| То же, с последующим монтажом секций                         | 1012-я | 62   | 53      |
|  | 1014-я | 43   |         |

Выводы. Применение паспортов крепления монтажных камер с повышенным отпором крепи и анкерованием позволяет исключить необходимость монтажа секций механизированной крепи во время их проведения. Достаточный отпор крепи препятствует развитию вертикальной конвергенции выработки, а анкерная крепь способствует укреплению приконтурного массива. Это позволяет устанавливать секции уже после проведения камеры, что не требует остановки лав для перемонтажа или наличия дополнительного механизированного комплекса. При таком подходе сокращение временных затрат между остановкой отработанной лавы и вводом в эксплуатацию новой составляет не менее 60 %.

#### Список литературы

1. Литвинский Г. Г. Фундаментальные закономерности и новая классификация проявлений горного давления / Г. Г. Литвинский // Наук. пр. ДонНТУ. Сер. гірничо-геолог. – 2009. – Вип. 10 (151). – С. 21–28.

2. Халимендик Ю. М. Влияние отпора крепи на состояние выработок при их повторном использовании / Ю. М. Халимендик, А. В. Бруй, С. А. Воронин // Наук. пр. УкрНДМІ НАН України: зб. наук. пр. – Донецьк, 2013. – № 13, ч. I. – С. 31–44.