

УДК 622.268.2

Воронин С.А., Мкртчян С.В.

ПАО «ДТЭК Павлоградуголь», г. Павлоград, Украина

Солодянкин А.В., Прокудин А.З.

Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина

ШАХТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ОКРЕСТНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ШУ ИМ. ГЕРОЕВ КОСМОСА

Введение. Для повышения энергоэффективности и энергонезависимости Украины, предусмотренной программой развития угольной промышленности на период до 2030 года, уровень добычи угля на шахтах Западного Донбасса будет расти. Учитывая, что легкодоступные залежи угля уже практически отработаны, извлечение угля будет происходить на более глубоких горизонтах и в худших горно-геологических условиях, которые и в настоящее время нельзя назвать благоприятными. Учитывая данное обстоятельство практически все шахты Западного Донбасса относятся к категориям больших глубин. Для дальнейшей нормальной работы угольных предприятий, необходимо усовершенствовать существующие, или разработать новые мероприятия, направленные на надежное и эффективное выполнение всех операций технологического цикла. Одним из приоритетных направлений повышения производительности ведения горных работ является совершенствование технологий проведения, крепления и поддержания протяженных выработок.

В настоящее время на шахтах Западного Донбасса при проведении протяженных горных выработок в качестве основного типа крепи используют арочную, с железобетонной (ж/б) затяжкой и последующим тампонажем закрепного пространства (ТЗП). Технология возведения такого типа комбинированной крепи была разработана и применялась еще в 70-х годах, однако в настоящее время условия ведения горных работ значительно изменились. Помимо ухудшения горно-геологических условий, современная проходческая техника с высоким уровнем механизации позволяет достигать значительных темпов проходки, в то время как технология ТЗП не претерпела изменений, и большой объем операций в ней выполняется вручную. Применение современных средств механизации позволило бы устранить данную проблему, однако задача определения рациональных технологических параметров рассматриваемого типа комбинированной крепи для получения наибольшей эффективности ее применения остается актуальной. Важнейшим параметром является оптимальное расстояние от груди забоя выполнения ТЗП. Для обоснованного его определения были выполнены исследования, направленные на изучение закономерностей протекания геомеханических процессов в окрестности выработки. В качестве объекта исследования

была выбрана шахта им. Героев космоса, ПАО «ДТЭК Павлоградуголь», условия ведения горных работ на которой являются наиболее типичными для месторождения Западного Донбасса.

Мониторинг состояния горных выработок шахты им. Героев космоса» включал обследование:

- западного крыла шахты;
- тупика 350 горизонта;
- тупика 370 горизонта с последующим выходом к стволу через 370 горизонт.

На всем протяжении магистральных выработок западного направления находятся участки, нуждающиеся в перекреплении. Такая ситуация обусловлена полным несоответствием сечения по всем технологическим параметрам.

За время эксплуатации различные участки штреков подвергались неоднократному перекреплению из-за потери сечения и неудовлетворительного состояния крепи. Перекрепление выполняется одновременно несколькими бригадами. В районе перекрепления отмечены вывалы пород кровли.

Неудовлетворительное состояние магистральных выработок объясняется влиянием отработанных лав. Также ситуацию усугубляют дополнительные нагрузки от влияния зон повышенного горного давления и зон разгрузки, что прослеживается в нарушении сечения крепи выработки на всем ее протяжении. Часто прослеживается погружение ножек стоек крепи в почву («эффект гармошки затяжки»).

Основная причина потери сечения – вертикальная конвергенция; прогиб пород в выработку со смятием и надвигом слоев, горизонтальная конвергенция.

Наибольшей деформации подвержен верхняк крепи. Отмечаются также деформации в горизонтальном направлении.

Следует отметить выявленную характерную особенность разрушения приконтурного массива. Так смещение пород происходит с изгибом к центру выработки, в некоторых случаях отмечалось сохранение параллельности слоев в кровле и боках, в других – образование «клинов» (рис. 1, 2).

Степень расслаивания приконтурного массива пород видна по более светлому цвету тампонажного раствора, проникшего в образовавшиеся после проведения выработки трещины. Глубина проникшего в трещины тампонажного раствора достигает в отдельных случаях 1 м, а зона затампонируемых пород охватывает весь периметр выработки, что говорит об отставании тампонажа при сооружении выработки и возникновении чрезмерной нагрузки на металлическую крепь. Такая ситуация приводит к тому, что крепь работает на пределе своей несущей способности и при появлении дополнительной нагрузки, например, при подработке/надработке, деформируется и требует проведения работ по ремонту или перекреплению.

Большое отставание тампонажа от забоя выработки связано, в первую очередь, с большой трудоемкостью и низкой производительностью работ по пикотажу щелей. Следует отметить при этом высокое качество пикотажа, как боков, так и кровли выработки (рис. 3).



Рис. 1. Выдавливание пород кровли выработки



Рис. 2. Выдавливание пород в боках выработки



Рис. 3. Качество ручной чеканки стен выработки

Высокая трудоемкость, низкая производительность ручного пикотажа приводит к тому, что выполнение тампонажа выработки производится с отставанием от забоя, которое в отдельных случаях (северный конвейерный уклон гор. 370 м, северный откаточный квершлаг гор. 470 м.) достигает 300...400 м.

Между тем, активные смещения приконтурных пород, нагружение крепи, деформация и поломка железобетонной затяжки происходит уже на расстоянии 15...20 м от забоя (рис. 4). Ввиду этого, при проведении работ по пикотажу, непосредственно перед закачиванием тампонажного раствора, приходится производить замену разрушенной железобетонной затяжки, выпускать породу, замазывать образовавшиеся трещины в затяжке, что дополнительно увеличивает время и трудоемкость ручной чеканки (рис. 5).



Рис. 4. Поломка железобетонной затяжки

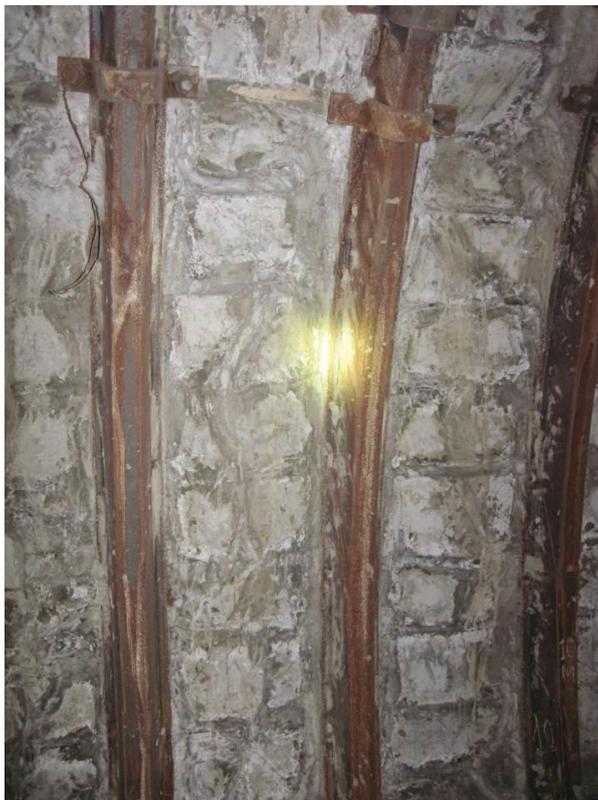


Рис. 5. Чеканка стен выработки с деформированной затяжкой

Резюмируя выполненное визуальное обследование, можно отметить следующие характерные виды деформации пород и крепи магистральных выработок:

- уменьшение сечения выработки за счет вертикальной и горизонтальной конвергенция;
- пучение пород почвы;
- потеря симметрии рамной крепи;
- деформирование стоек крепи;
- деформации и разрушение затяжки выработки.

Вследствие отработки запасов в направлении от ствола, остается актуальной проблема поддержания магистральных выработок, что подтверждается постоянной необходимостью перекрепления действующих выработок.

Инструментальные исследования состояния выработок шахты им. Героев космоса. Наиболее полную характеристику о деформационных процессах, происходящих в окружающем выработку массиве пород, дают замеры, полученные на контурных и глубинных реперных станциях. Однако в обследуемых выработках предусматривается проведение тампонажных работ, т.е. полное заполнение закрепного пространства, с изоляцией выработки от окружающего массива путем пикотажа щелей железобетонной затяжки. В связи с этим устройство

контурных и глубинных реперных станций и наблюдение за ними может осуществляться в промежутки времени между проведением исследуемого сечения выработки и его тампонажем. Далее состояние сечения выработки может контролироваться только по деформациям элементов металлической крепи.

Для получения объективных данных о поведении окружающего выработку массива и соответствующей реакции крепи, были установлены глубинные, контурные замерные станции, а также нанесены точки на крепь для наблюдения смещения крепи после тампонажа.

Оборудование замерных станций проводилось непосредственно в забое, где и производились первые замеры. Схемы выполняемых измерений приведены на рис. 6.

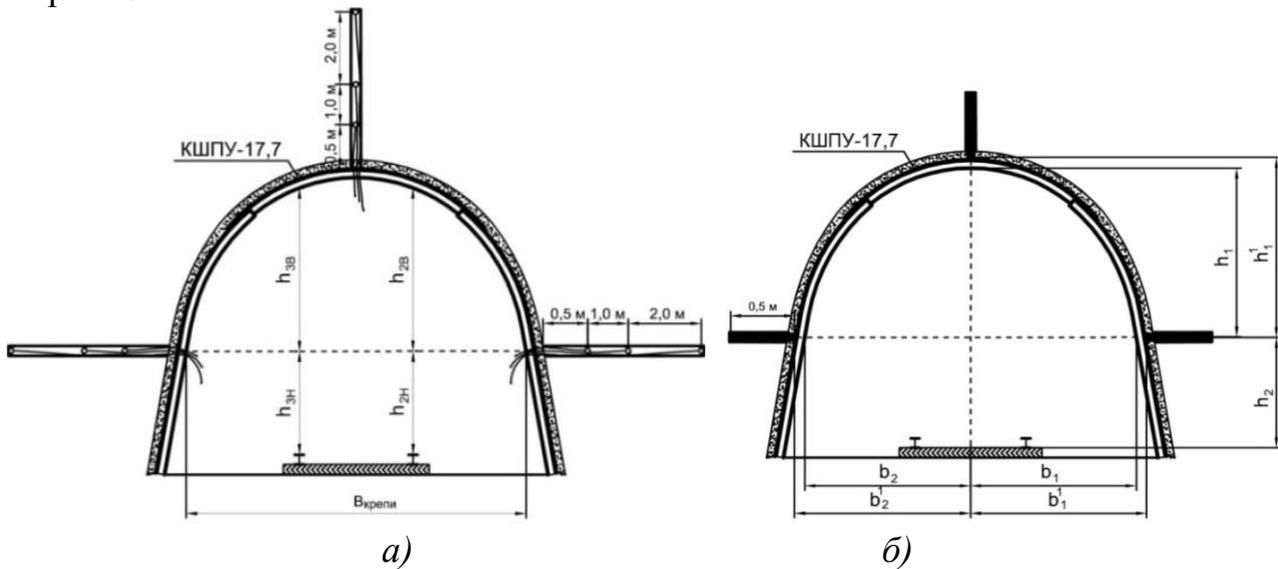


Рис. 6. Устройство глубинной (а) и контурной (б) замерных станций

Дополнительно в качестве измерительного параметра учитывался факт разрушения межрамной затяжки, который свидетельствует о превышении допустимой нагрузки на крепь и нарушении ее режима работы.

Результаты инструментальных измерений полученных в ходе проведения исследования представлены на рис. 7-9.

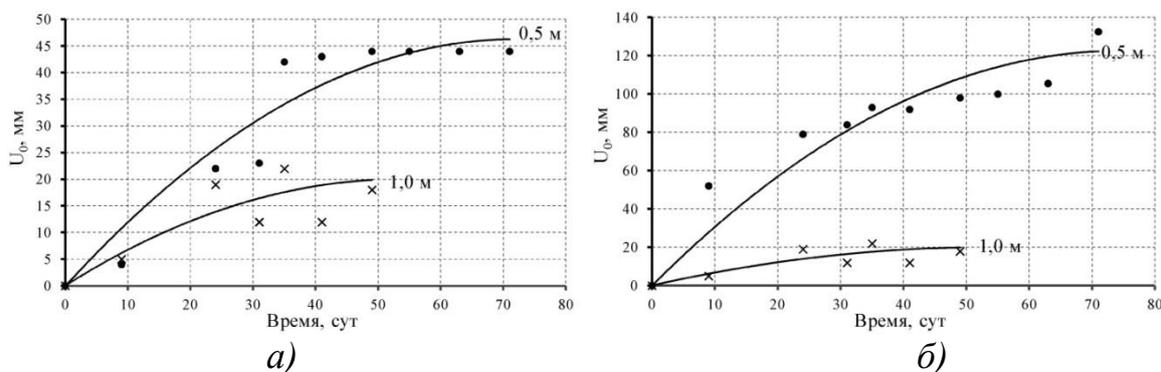


Рис. 7. Смещение пород в бортах (а) и кровле (б) выработки на глубине 0,5 и 1 м

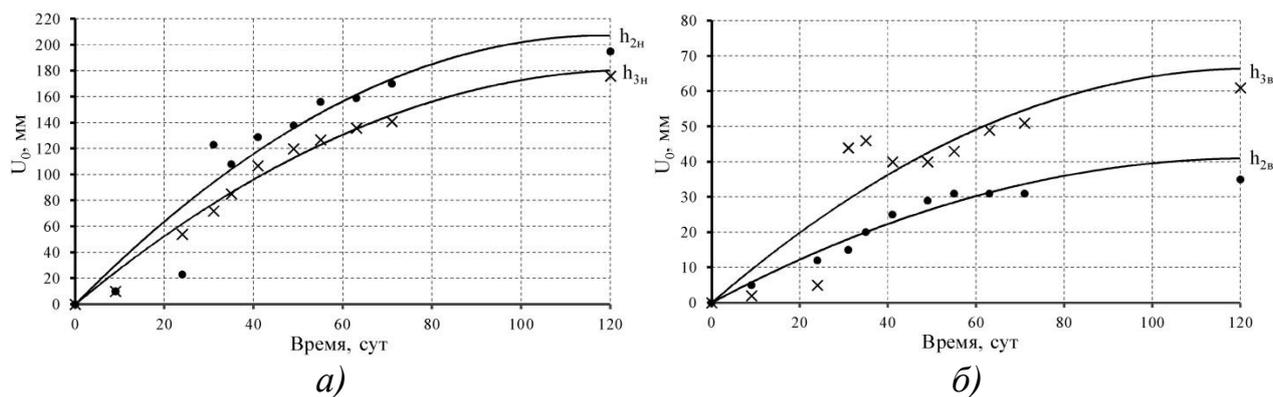


Рис. 8. Пучение пород почвы (а) и опускание кровли (б) ($h_{2н}$, $h_{3н}$ на рис. 6)

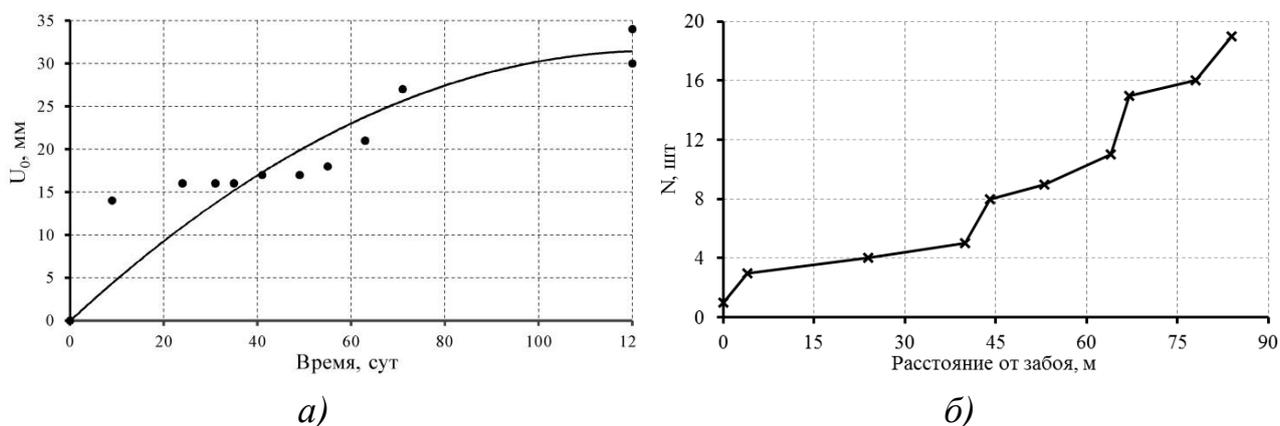


Рис. 9. Горизонтальная конвергенция (а) и разрушение затяжки (б)

Полученные зависимости описываются функцией вида:

$$U = at^2 + bt$$

где U – величина смещения, мм; t – время, сут; a , b , c – коэффициенты аппроксимирующей функции (табл. 1)

Таблица 1

Коэффициенты аппроксимирующей функции

Смещения, мм	Коэффициент		R^2
	a	b	
Кровли	-0,0036	0,8784	0,90
Почвы	-0,0130	3,1717	0,96
Боков	-0,001	0,253	0,80

Пользуясь представленной зависимостью можно установить предполагаемые смещения породного контура в период от 0 до 120 суток с момента проведения выработки, что позволит обоснованно принимать технологические параметры при выполнении тампонажных работ.