



В. В. ПАНЧЕНКО,
канд. техн. наук
(ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь»)



Э. В. ФРЕНЦЕЛЬ,
инженер
(ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь»)



В. В. ЗЕРКАЛЬ,
инженер
(ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь»)



К. В. КРАВЧЕНКО,
канд. техн. наук
(Национальный горный университет)

УДК 622.267

Технология пересечения высокоамплитудного геологического нарушения в условиях шахты «Самарская»

Приведены результаты визуального и инструментального мониторинга состояния откаточного квершлага пласта при пересечении выработкой регионального геологического нарушения Богдановский сброс.

Ключевые слова: квершлаг, геологическое нарушение, инструментальный мониторинг.

Контактная информация: FrentselEV@dtek.com

В целях увеличения промышленных запасов и улучшения экономических показателей шахты «Самарская» в 2006 г. было принято решение о необходимости вскрытия запасов низкозольного пласта c_{10}^B . Подготовку к отработке начали с проведения откаточного квершлага и оценки условий пересечения высокоамплитудного регионального разрывного геологического нарушения Богдановский сброс. Практического опыта проведения выработок в подобных зонах на шахтах Западного Донбасса в то время не было. Пересечение откаточным квершлагом Богдановского сброса шахты «Самарская» – пилотный проект шахтоуправления «Терновское», выполненный в 2015 г. Актуальность рассматриваемого проекта возрастает в связи с тем, что производственными программами шахтоуправлений ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь» на ближайшие годы запланировано еще восемь аналогичных пересечений крупных геологических нарушений.

Постановка проблемы. Продолжительность эксплуатации квершлага после его проведения запланирована на 15 лет. В течение этого времени на выработку будет воздействовать повышенное горное давление от геологического нарушения, что сопряжено с риском потери устойчивости квершлага и дополнительными затратами на проведение экстренных ремонтных работ. В рамках реализации проекта была разработана технология комбинированного крепления, которая заключалась в анкерованиях обнажений сразу после выемки породы в забое, тампонаже быстротвердеющими смесями закрепного пространства и упрочнении пород кровли полиуретановыми составами в подготовительном забое.

Технологические аспекты решения проблемы. Поскольку трасса выработки пересекает области породного массива разной степени структурной нарушенности, предусмотрено при-

менение разных видов крепи на следующих этапах проведения откаточного квершлага:

I этап охватывал участок от ПК 129+8 м до ПК 157+7 м (рис. 1). Рамно-анкерное крепление осуществляли путем установки металлической арочной крепи КШПУ-11,7 и девяти сталеполимерных анкеров длиной 2,4 м каждый по своду выработки. Шаг установки рам крепи составил 0,5 м, шаг анкерного ряда – 1 м. Для перекрытия призабойного пространства по периметру выработки использовали железобетонные затяжки;

II этап – прохождение участка выработки за 16 м до границы опасной зоны от ПК 157+7 м до ПК 160+5 м. Крепление выработки – аналогично I этапу, но начиная с ПК 157+7 м осуществляли бурение двух опережающих разведочных скважин: первой – по нормали к поверхности сместителя на ПК 157+7 м, второй – горизонтально, по ходу проведения выработки.

Скважины бурили станком НКР-100 без обсадки трубами в первую смену под руководством инженерно-технического персонала шахты. Ежесуточно геологическая служба контролировала крепость пород, водопроявление и газовыделение, а также длину скважин, которая не должна была превышать 40 м. По мере проведения выработки на всем протяжении участка пересечения опасной зоны горизонтальную опережающую скважину углубляли до первоначальной длины 20 м;

III этап – наиболее ответственный и сложный, поскольку участок выработки от ПК 160+5 м до ПК 167+7 м расположен непосредственно в зоне геологического нарушения.

Выработку крепили путем установки рамной крепи КШПУ-11,7 и девяти сталеполимерных анкеров длиной 2,4 м каждый в кровле с наклоном на забой под углом 70° . Дополнительно в подошву выработки установили два анкера длиной 1,5 м каждый. Шаг установки рам крепи составил 0,5 м, анкерного ряда – 1 м, для перекрытия призабойного пространства использовали железобетонные затяжки.

В целях усиления арочной крепи на участке от ПК 159+3 м до ПК 170 у бортов выработки вплотную к стойкам рам крепи на подошву в два ряда укладывали отрезки профиля СВП-27 длиной 1,5 м каждый, создавая опорные балки. Для увеличения площади опоры и уменьшения давления на подошву выработки на каждую стойку крепежной рамы установили «сапожки» из профиля СВП-27.

Поскольку на этом этапе выработку проводили в зоне интенсивной трещиноватости, приконтурные породы укрепляли нагнетанием в массив вокруг выработки полимерных химических составов типа MasterRoc® МР 364 Flex через инъекционные анкера «ИРМА» с помощью установки СТ-DP-35. Схема и последовательность установки анкеров в зависимости от их количества в сечении приведены на рис. 2.

На участке от ПК 160+5 м до ПК 164+5 м расход полимерной смолы в процессе нагнетания ее через анкера «ИРМА» практически отсутствовал, несмотря на фиксируемое высокое давление в насосе (100 кПа). Очевидно, что отсутствие на данном участке в окружающих породах развитой системы трещин препятствовало проникновению полимерных смол в мас-

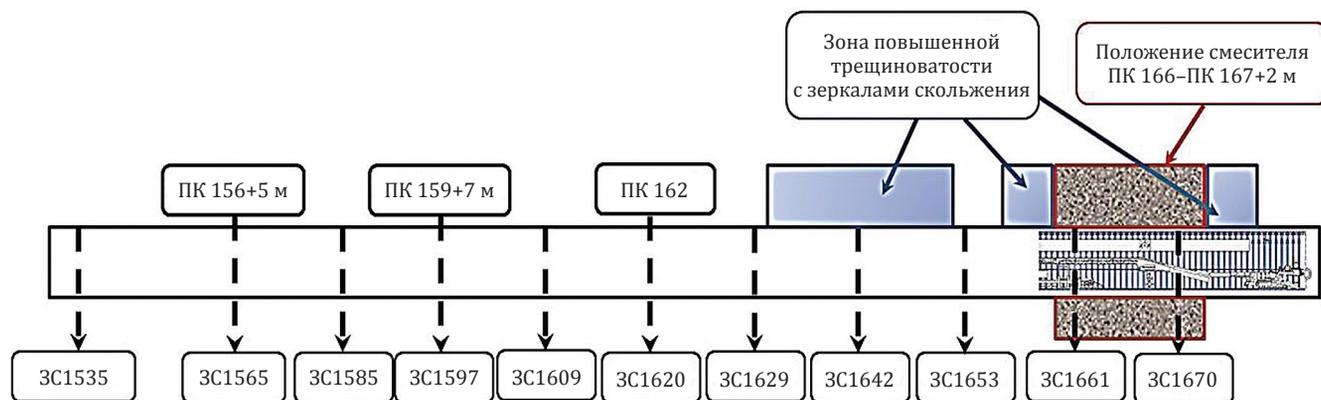


Рис. 1. Установка замерных станций по трассе выработки.

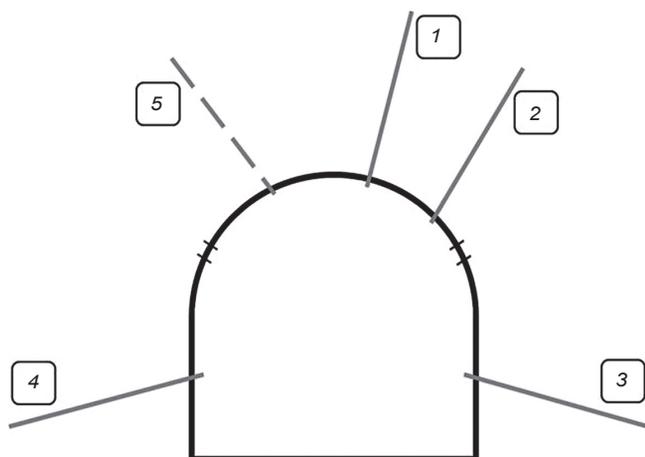


Рис. 2. Схема установки анкеров «ИРМА».

сив. Поэтому на следующем участке (от ПК 164+5 м до ПК 167+7 м) было принято решение эти анкера устанавливать непосредственно в забое, но нагнетание закрепляющих составов вы-

полнять на следующие сутки (через 12–24 ч) на расстоянии не более 2 м от забоя (таблица). При общей длине анкера 2,5 м его забуривали в массив на глубину около 2,4–2,45 м с наклоном на забой под углом 60–70°. После суточного отстоя трещины в породном массиве раскрывались, что давало возможность нагнетать смолу при давлении в насосе в пределах 50–70 кПа. Кроме того, для упрочнения пород и уменьшения пучения в подошву выработки на участках ПК 163–ПК 165, ПК 166–ПК 167 устанавливали один, два или три анкера.

После завершения работ по укреплению приконтурного массива, а также затяжки бортов и свода выработки их через каждые 2 м торкретировали смесью «Текхард Т» с забутовкой закрепного пространства со стороны призабойных рам этой же смесью. Тампонаж закрепного пространства выполняли на участке от ПК 163 до ПК 167 + 7 м. Для более качественного заполнения закрепного пространства между кре-

Дата	Номера пикетов	Количество анкеров «ИРМА»	Масса смолы на 1 шпур, кг
02.11.2015	ПК 163+6 м	1	10
06.11.2015	ПК 164+2 м	3	75
07.11.2015	ПК 164+5 м	4	20
08.11.2015	ПК 164+5 м – ПК 164+7 м	3	60
09.11.2015	ПК 164+7 м – ПК 164+9 м	4	288
11.11.2015	ПК 165+1М	5	32
14.11.2015	ПК 165+3 м – ПК 165+5 м	5	192
15.11.2015	ПК 165+7 м	2	–
16.11.2015	ПК 165+9 м	2	352
17.11.2015	ПК 166+1М – ПК 166+3 м	5	348
18.11.2015	ПК 166+3 м	4	64
19.11.2015	ПК 165	1	192
20.11.2015	ПК 166+5 м	2	200
21.11.2015	ПК 166+5 м	3	320
23.11.2015	ПК 166+9 м	4	320
24.11.2015	ПК 166+9 м, ПК 167+3 м	4	–
25.11.2015	ПК 167+1М	4	–
26.11.2015	ПК 167+3 м	3	348
27.11.2015	ПК 167+5 м – ПК 167+7 м	4	320

пью и породным массивом шаг тампонирувания изменили с 2 м на 1 м. При этом средний расход сухой смеси составил 1,9 т/м.

Мониторинг состояния откаточного квершлага пласта C_{10}^B в процессе его строительства. На всем протяжении проведения выработки осуществлялось визуальное обследование и инструментальные измерения. Оценка состояния крепи, поведения пород подошвы выработки, размеров вертикальной и горизонтальной конвергенции выполнялась на замерных станциях и контрольных участках (см. рис. 1).

Установка контрольных участков и инструментальный мониторинг осуществлялись с момента приближения выработки к опасной зоне на расстояние 80–100 м от начала зоны сместителя. В процессе мониторинга выполнялись контрольные замеры смещений контура выработки, отмечались изменения состояния рам крепи (деформации элементов; разрушение крепежных деталей и т. д.). Наиболее характерные изменения фиксировали в виде эскизов либо фотографировали. Результаты измерений и обследований обобщали и сводили в специальный журнал, содержащий: размеры нахлеста профилей в левом и правом замках рамы крепи; ширину выработки в проходке и всвету; высоту выработки; значение вертикальной

конвергенции, в том числе смещения подошвы и кровли; положение забоя выработки на момент выполнения измерений.

Забой выработки оценивали по следующим факторам:

- состояние крепи КШПУ и анкерной крепи в забое;
- поведение пород в кровле и подошве выработки, а также в плоскости обнажения пород, т. е. в забое (формирование блоков, их размеры, системы трещин, осыпания, обрушения, опускания и т. п.);
- зазор между рамой крепи и породным массивом (в семи точках по периметру выработки);
- характер водопритока (отсутствие, капез, струйки) и его размеры;
- выделение метана в забой.

В целях получения достоверных результатов измерений с учетом проведения выработки на участках разной степени нарушенности пород заложение контурных реперов и первичный замер выполняли непосредственно в забое, а последующие измерения – в зоне расположения технологического оборудования (за проходческим комбайном, в пределах ленточного перегружателя и за ним). Для измерений использовали маркшейдерскую рулетку, отвес на гибком подвесе, жгут для натягивания измерительного горизонта, строительный уро-

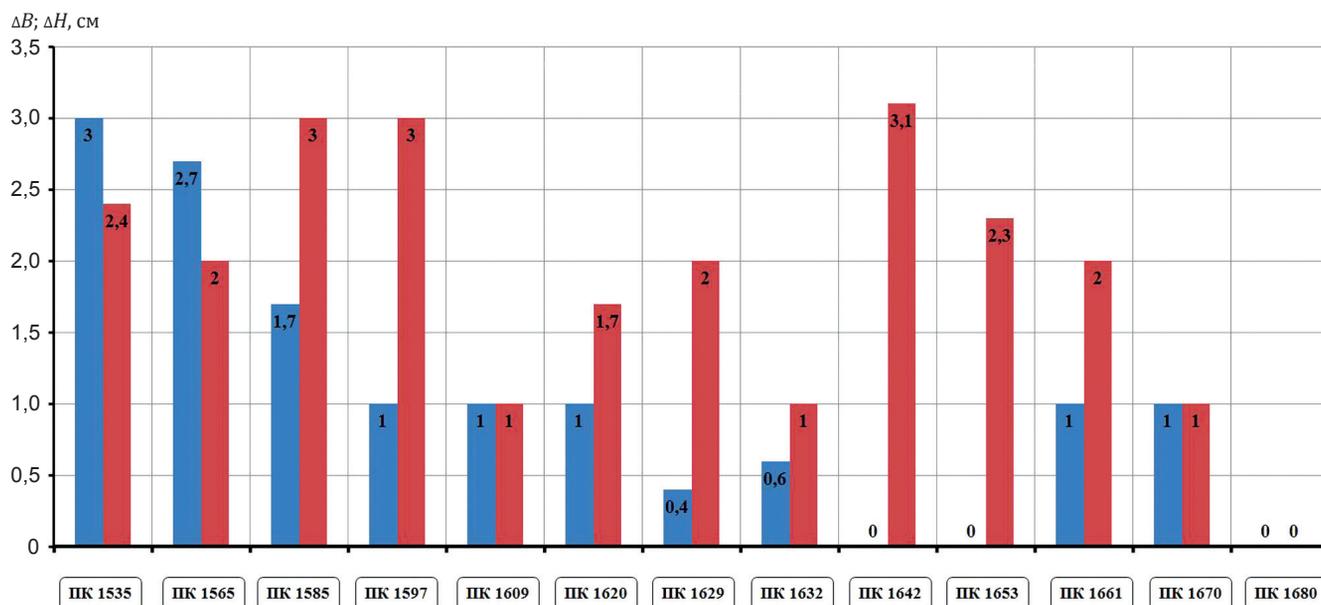


Рис. 3. Результаты натурных измерений предельных отклонений сечения выработки от начальных значений ее высоты и ширины, см: ■ – ΔB ; ■ – ΔH .

вень длиной не менее 1,5 м. Замеры выполняла бригада из двух человек, полученные результаты фиксировали в замерной ведомости.

Обобщенные результаты измерения отклонений высоты ΔH и ширины ΔB выработки от начального значения приведены на рис. 3. Из гистограммы следует, что уменьшение высоты и ширины выработки по всей трассе проведения не превышает 0,03 м. Отсутствие негативного влияния структурной нарушенности породного массива свидетельствует о том, что технологические решения, принятые при проведении и креплении откаточного квершлага в зоне геологического нарушения Богдановский сброс, обеспечивают эксплуатационную устойчивость выработки.

Выводы. По результатам натурных измерений в пределах замерных станций на всем протяжении трассы откаточного квершлага существенных геомеханических изменений состояния пород вокруг выработки не зафиксировано. На момент завершения наблюдений конвергенция в зоне Богдановского сброса была фоновой.

Благодаря своевременно установленным анкерам и нагнетанию полимерной смолы породный массив удалось закрепить и не дать развиться конвергенции – уменьшение высоты и ширины выработки по всей трассе проведения за все время наблюдений не превысило 0,03 м.

Результаты визуального и инструментального мониторинга позволяют констатировать, что установленные нормативными документами требования по проведению и техническому состоянию выработки как подземного сооружения с анкерной крепью соблюдены, а состояние крепи позволяет эксплуатацию и дальнейшее проведение рассмотренной горной выработки в соответствии с разработанным паспортом.

Кроме того, наблюдения за состоянием выработки подтверждают эффективность выполненных при проведении квершлага технологических мероприятий, что гарантирует высокую эксплуатационную надежность выработки в будущем.

КОЛЕГІЯ МІНЕНЕРГОВУГІЛЛЯ УКРАЇНИ

20 квітня ц. р. відбулося засідання колегії Міненерговугілля України. Відкрив засідання голова колегії – міністр *Ігор Насалик*. У вступному слові він указав на важливість реформування вугільної галузі та визначення напрямів розвитку на найближчу перспективу.

Міністр поставив жорсткі вимоги щодо негайного виконання завдань з оптимізації роботи вугледобувних підприємств та запуску нових лав. Для цього держава зробила все можливе: передбачено кошти для модернізації й технічного переоснащення шахт, збільшено закупівельну ціну вугільної продукції. Тому підвищення ефективності роботи підприємств залежить від умілого керування ними.

Директор Департаменту вугільно-промислового комплексу *Олександр Владиченко* доповів про підсумки роботи у першому кварталі та про стан вугільної галузі. Він зазначив, що головні чинники, які варто враховувати у процесі реформування, – технічна оснащеність і люди. Так, станом на 1 квітня 2017 р. у галузі працює 47 751 працівник, водночас з них тільки 60 % – під землею, зайняті безпосередньо видобуванням. Навів факти завищеної кількості апарату управління на окремих підприємствах. Серед проблем, які зазначив О. Владиченко, – закупівля обладнання для шахт, повільне використання коштів, передбачених державою для модернізації й технічного переоснащення підприємств, введення нових лав. Щодо обладнання можливі такі напрями: закупівля імпортованого обладнання й ремонт власного обладнання шахт. Наголосив також на створенні сервісного центру, що сприятиме виконанню цього завдання та забезпечить якісний ремонт.

Результати проведених перевірок оголосила директор Департаменту аудиту *Ніла Дубенко*.

Про бачення Міненерговугілля України щодо реформування вугільної галузі доповів заступник міністра *Анатолій Корзун*.

У ході засідання колегії обговорено низку й інших важливих питань, які потребують невідкладного вирішення та стосуються охорони праці, закупівлі засобів індивідуального захисту й створення належних умов для роботи гірників.

За підсумками засідання накреслено план реформування вугільної галузі та заходів щодо підвищення рівня безпеки праці.