

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК, ЗАКРЕПЛЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ КРЕПИ, В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

К.В. Кравченко, Д.М. Логунов, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Украина

В статье представлены общая методика выполнения натуральных наблюдений и первичные результаты анализа информации, полученной в ходе научно-исследовательской работы, выполняемой сотрудниками Государственного высшего учебного заведения «Национальный горный университет» в условиях шахты «Степная» ПСП «ШУ Першотравенское» ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» в рамках научного сопровождения внедрения новых типов крепления подготовительных выработок и технологий подготовительных работ.

Актуальность выполняемых работ. В настоящее время одним из основных направлений повышения эффективности угледобычи на угольных предприятиях является повышение объемов добычи. Решение поставленной задачи достигается применением современного высокотехнологичного оборудования, оптимизацией технологий угледобычи, повышением нагрузки на очистные забои, уменьшением потерь угля в целиках.

Одним из направлений решения данной задачи в забоях высоконагруженных лав является увеличение темпов подвигания очистного забоя за счет сокращения времени на выполнение концевых операций, что достигается применением спаренных подготовительных выработок. Такой подход внедряется при отработке запасов на шахте «Степная» ПСП «ШУ Першотравенское» ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» в лавах, оборудованных струговыми комплексами. Внедрение такого подхода требует выполнения работ по его научному сопровождению, так как опыт применения подобных схем подготовки очистных работ, строительства и эксплуатации подготовительных выработок является для шахты новым и уникальным.

В связи с этим силами сотрудников кафедр строительства, геотехники и геомеханики и высшей математики Национального горного университета по заказу шахты «Степная» выполняется соответствующая научно-исследовательская работа, целью которой является установление закономерностей деформирования парных выработок в процессе отработки лавы на основе сравнительного анализа деформаций крепи на участках с полным и неполным перекрытием анкерной крепью.

В процессе работы решаются следующие задачи: разработка методики выполнения наблюдений за состоянием парных выработок, развертывание замерных станций и выполнение наблюдений на них за деформациями спаренных выработок на участках с полным и неполным перекрытием анкерной крепью; проведение сравнительного анализа поведения спаренных выработок на участках с полным и неполным перекрытием анкерной крепью на разных этапах эксплуатации выработок и разработка на этой основе численной модели соответствующих геомеханических систем. Конечным итогом работы предполагается разработка рекомендаций по обеспечению устойчивости спаренных подготовительных выработок высоконагруженной струговой лавы, закрепленных анкерной крепью с полным и неполным перекрытием.

Решение поставленных задач может быть достигнуто разными методами. В настоящее время активно используются методы численного моделирования, современный уровень развития которых позволяет получать решения достаточно сложных геомеханических задач, в том числе задач разработки параметров крепей горных выработок и прогноза их устойчивости.

Вместе с тем, любая модель тогда может считаться адекватной и обоснованной, когда подтверждается в натуральных условиях. Результаты натуральных наблюдений, с одной стороны, являющиеся основой для создания физических, а затем – и численных моделей рассматриваемых процессов и явлений, а с другой – являются мерилем достоверности полученных решений, подтверждают либо опровергают умозрительные построения исследований.

Полученные результаты являются также основой для последующего численного моделирования рассматриваемой геомеханической ситуации с целью выявления возможных путей повышения функциональности и надежности различных вариантов крепи в рассматриваемых горно-геологических условиях.

В свою очередь, применение результатов натуральных шахтных наблюдений в качестве оценки адекватности аналитических решений возможно только в случае, если эти результаты получены с использованием обоснованных методик, а сами замеры выполнены с достаточной точностью.

Целью настоящей статьи является описание методики выполнения наблюдений в выработках шахты «Степная» ПСП «ШУ Першотравенское» ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» и анализ первичных полученных результатов.

Основная часть. Для решения целей научно-исследовательской работы выполняются регулярные визуальные и инструментальные наблюдения за состоянием 167-го бортового штрека, пройденного вприсечку к 167-му сборному штреку 165-й струговой лавы. Штрек проведен встречными забоями с горизонтов 490 м и 300 м. При проведении 167-го бортового штрека с горизонта 490 м до ПК 207+7 м устанавливалась рамно-анкерная крепь, ставшая в последние годы традиционной для шахты «Степная». Экспериментальные участки имеют вид «островков» различной длины, чередующихся с участками рамно-анкерной крепи. Крепление участков выработки арочной формы только анкерами с применением канатных анкеров в условиях шахты «Степная» выполняется впервые.

Кроме того, если проведение 167-го бортового штрека с горизонта 490 м осуществлялось в разгруженной зоне после стабилизации горного давления в отработанной 165-й лаве и на границе с угольным целиком, то проведение этого же штрека с горизонта 300 м выполнялось навстречу движущемуся забою новой 167-й лавы.

Мониторинг выработок проводился с использованием комплексной методики исследований, которая включает в себя:

- сбор и обработку данных о возможных участках наблюдений, на основании чего выполнен выбор этих участков;
- развёртывание реперных замерных станций и проведение замеров на них;
- оценка общего состояния выработок и крепи в них на участках наблюдений на основе визуального осмотра, фотографирования с последующим анализом, а также опроса ИТР шахты и рабочих в забое.

Сбор данных о предполагаемых участках измерений выполнялись совместно с сотрудниками шахты. Кроме того, привлекались ИТР, задействованные на предполагаемом объекте исследований и имеющие опыт проведения работ на аналогичных, уже отработанных, участках. Предварительное визуальное обследование предполагаемых выработок было выполнено научными сотрудниками Национального горного университета.

После выбора объектов исследований для проведения наблюдений на каждом участке оборудованы замерные станции. Каждая станция состоит из четырех замерных пунктов, установленных в выработке на расстоянии друг от друга, равном двойному шагу установки рамной крепи.

Каждый замерный пункт представляет собой три контурных репера, два из которых установлены в противоположных боках выработки соосно, на высоте 1,5 м от почвы выработки, и один – в кровле выработки по ее вертикальной оси (рис. 1).

Контурный репер представляет собой шпур длиной 0,50 м диаметром 32 мм, в котором при помощи деревянных пробок закрепляются металлические штыри, выходящие одним концом в выработку. В месте установки реперов на контрольном участке межрамное пространство должно быть закрыто сетчатой затяжкой. Конец репера, выходящий в выработку, выполнен в виде крюка для удобства фиксации шнуров отвеса и условного замерного горизонта.

Выполнялись замеры, показанные на рис. 1 как величины h_1 , h_2 , b_1 , b_2 . Кроме того, дополнительно измерялась высота до кровли от уровня головки рельса, фиксировалось расстояние

между замками на крепи и количество поврежденных затяжек (на участках крепления рамной крепи), а также расстояние до забоя выработки, и впоследствии – до лавы.

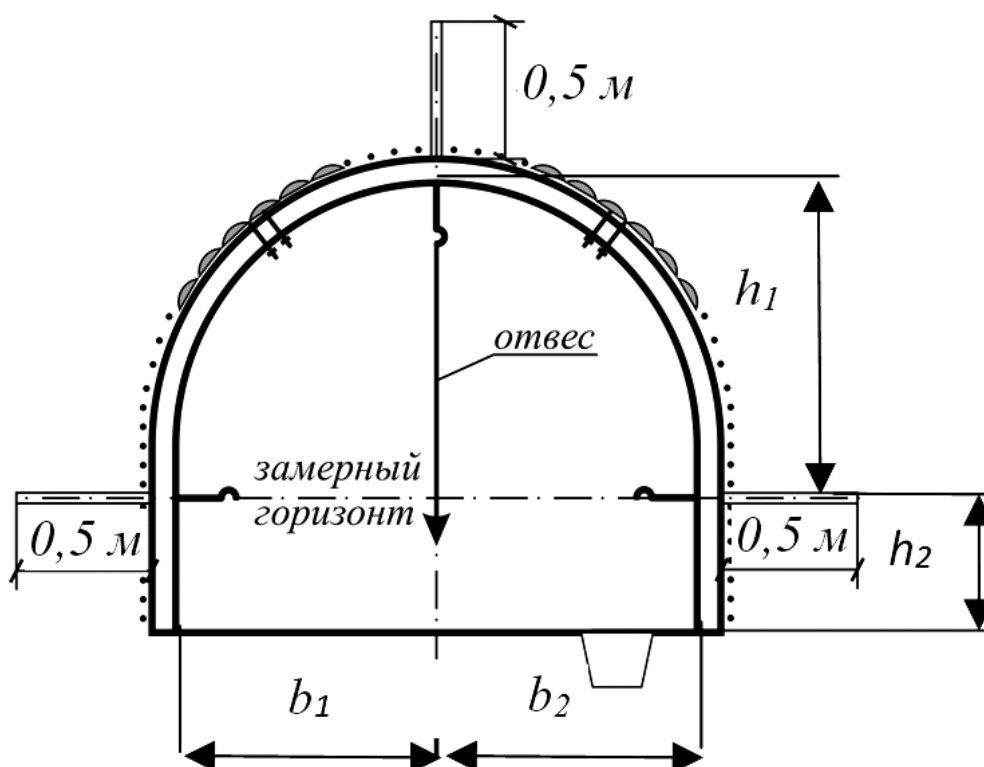


Рис. 1. Схема устройства замерных станций с контурными реперами

Визуальное наблюдение за состоянием выработки и проведение замеров на установленных станциях проводились научными сотрудниками Национального горного университета один раз в неделю, а при приближении лавы – через день. Результаты заносились в журнал измерений в соответствии с датами замеров, после чего подвергались обработке уже в университете.

Одновременно с визуальным наблюдением выработок проводился опрос ИТР шахты и рабочих. При опросе внимание обращалось на поведение крепи, скорость просадки породного массива, характер изменения сечения выработки с учетом пройденного с момента начала наблюдений времени и расстояния до лавы. Кроме общего описания состояния выработки, при каждом посещении выполнялась детальная фотофиксация обследуемых участков для последующего визуального анализа видимых изменений, таких, как: изменение контура выработки, деформация крепи, трещинообразование, места вывалов породы и т.п.

Количественно устойчивость всей выработки или ее части оценивалась относительным показателем устойчивости, который определяется как отношение суммарной длины участков, находящихся в удовлетворительном состоянии, к общей длине выработки (или ее части, закрепленной данным видом крепи):

$$\omega = \frac{L_0 - L}{L_0},$$

где L_0 – общая длина выработки, м; L – суммарная длина участков, находящихся в неудовлетворительном состоянии, м.

При обследовании участков, закрепленных рамно-анкерной крепью, состояние выработок оценивалось относительным показателем устойчивости, который представляет собой отношение количества рам крепи, находящихся в неудовлетворительном состоянии, к общему количеству рам на обследуемом участке:

$$\omega = \frac{N_0 - N}{N_0},$$

где N_0 – общее количество рам крепи на участке, шт.; N – количество рам крепи, находящихся в неудовлетворительном состоянии, шт.

Отнесение рамной крепи к категории разрушенных производилось при наличии не менее двух из ниже приведенных признаков:

- разрушение замков (разрыв планок, срыв гаек, разрыв хомута);
- деформации или разрушения стоек крепи;
- деформации или разрушение верхняка крепи;
- значительное количество разрушенных затяжек;
- смещение элементов крепежной рамы в выработку.

При обследовании участков, закрепленных только анкерной крепью, основными признаками устойчивого состояния выработки являлись:

- отсутствие пучения пород почвы выработки;
- отсутствие смещений пород кровли и боков выработки;
- сохранение следов от резцов исполнительного органа проходческого комбайна более чем на 50 % площади породного обнажения выработки в течение всего периода наблюдений.

Примеры фотофиксации участков выработок с отклонениями по состоянию крепи можно увидеть на рис. 2 и 3, где показаны соответственно некачественно установленный канатный анкер и деформации подхватов анкерной крепи при влиянии очистных работ на наблюдаемый участок. Пример графика, построенного по результатам измерений высоты выработки относительно заданного условиями исследований временного промежутка и в зависимости от приближения к нему линии очистного забоя, показан для пикета ПК200 на рис. 4.



Рис. 2. Деформации массива и элементов крепи при подходе лавы на расстояние 90 м. Виден провисающий канатный анкер



Рис.3. Деформации массива и элементов крепи на ПК 204 при подходе лавы на расстояние 90м. Металлические подхваты складываются «гармошкой»

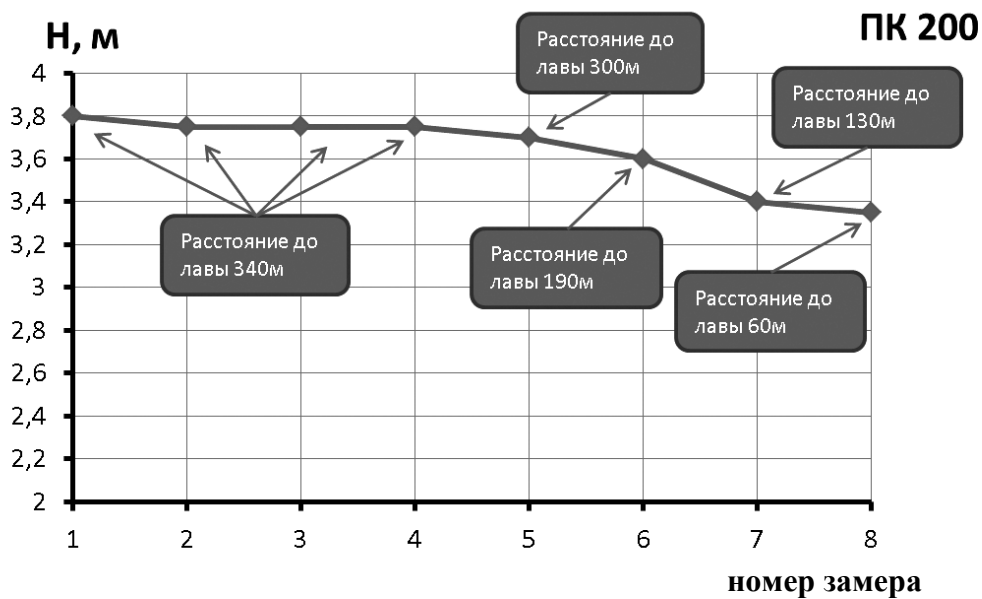


Рис.4. График изменения высоты выработки на ПК 200 в зависимости от приближения к нему линии очистного забоя струговой лавы

Выводы. Таким образом, приведенная методика позволяет всесторонне оценить состояние выработки, крепи в ней и характер проявления геомеханических процессов на рассматриваемых участках. Полученные результаты лягут в основу численных моделей геомеханических систем «подготовительная выработка-массив-крепь» и послужат материалом для приведения моделей в соответствие с реальной ситуацией. В настоящее время натурные исследования продолжаются и будут вестись в течении еще как минимум шести месяцев.