

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ СОЛЯНОГО МАССИВА НА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ СТАДИИ ОТРАБОТКИ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**В.А. Мисников, Б.А. Петровский, В.А. Губанов, Д.Т. Карабань,
М.Г. Шафиков, Н.Н. Якубович**

ЧУП «Институт горного дела», г. Солигорск, Беларусь

Результатами натурных исследований за проявлениями горного давления в лавах, отрабатывающих разные калийные горизонты, установлено, что в условиях доработки Старобинского месторождения забои лав могут попасть в зону влияния друг друга при расстоянии между ними более 500 м. В этих условиях рекомендуется обеспечить безопасность ведения горных работ в лавах за счет осуществления постоянного геомеханического контроля за горным давлением. Приводятся первые результаты шахтных испытаний разрабатываемой для этих целей аппаратуры мониторинга пригрузки секций забойной крепи МОПС.

Контроль геомеханического состояния соляного массива в процессе разработки месторождений и особенно на завершающей стадии играет важную роль в обеспечении безопасности ведения горных работ. Несмотря на склонность соляных пород к ползучести и релаксации напряжений, при ведении очистных работ на больших площадях породные массивы способны разрушаться, оказывая динамические пригрузки на призабойное пространство лав. Как правило, такие пригрузки приводят к посадке забойной крепи «нажестко», обрушению кровли в призабойное пространство. В основном это касается Третьего калийного пласта при отработке его нижними слоевыми лавами, однако имеются случаи посадок крепи в длинных лавах, отрабатывающих Второй калийный пласт [1, 2]. Более чем

30-летний опыт отработки калийных пластов лавами показал, что места динамических проявлений горного давления приурочены к наличию технологических выработок в поле выемочного столба, а вблизи его – геологических нарушений, зависят от характера обрушений основной кровли при отработке вышележащего слоя, условий отработки соседних столбов, влияния других лав.

Учесть эти факторы – довольно сложная задача, решить которую можно, используя современные информационные технологии, средства автоматизации. Пример решения одной из таких задач описывается ниже, а горнотехническая ситуация показана на разрезе части шахтного поля рудника 3 РУ, приведенном на рис. 1.

После инцидента 13 октября 2004 года [2] – посадки «нажестко» забойной крепи лавы № 7 рудника 3 РУ – дальнейшей ее работе уделялось повышенное внимание. В частности, одна из задач исследований состояла в определении влияния на лаву № 7, имеющую увеличенную длину (275 м), лав нижнего горизонта (лавы № 14 и 76). Как видно из рис. 1, лаву № 7 частично подрабатывает лава № 76 гор. -620 м, справа от нее по горизонту -420 м ранее было отработано три, а по горизонту -620 м – два выемочных столба. Кроме того, параллельно лаве № 7 на гор. -620 м движется лава № 14.

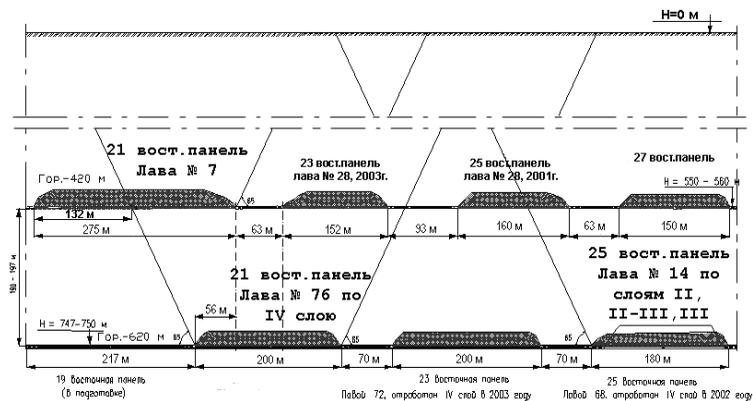


Рис. 1. Разрез северо-восточной части шахтного поля рудника 3 РУ на участке отработки лавы № 7 гор.-420 м и лавы № 76 гор.-620 м (направление движения лав – в направлении взгляда)

Первоначально решение данной задачи осуществлялось с помощью численных методов моделирования (метода конечных элементов) и ПЭВМ. Один из результатов моделирования формирования зон повышенных напряжений в районе лавы № 7 гор.-420 м, № 76 и лавы № 14 гор.-620 м приведен на рис. 2.

Из рисунка видно, что конфигурация зон повышенного (более чем на 10 % от фонового) уровня напряженного состояния указывает на существенное влияние на забой лавы № 7 по гор.-420 м выработанного пространства, находящегося справа от нее, а также забоя догоняющей ее лавы № 14 гор.-620 м. Отмечено, что из-за сложности учета многих горнотехнических факторов результаты численного моделирования можно интерпретировать лишь как ориентировочные.

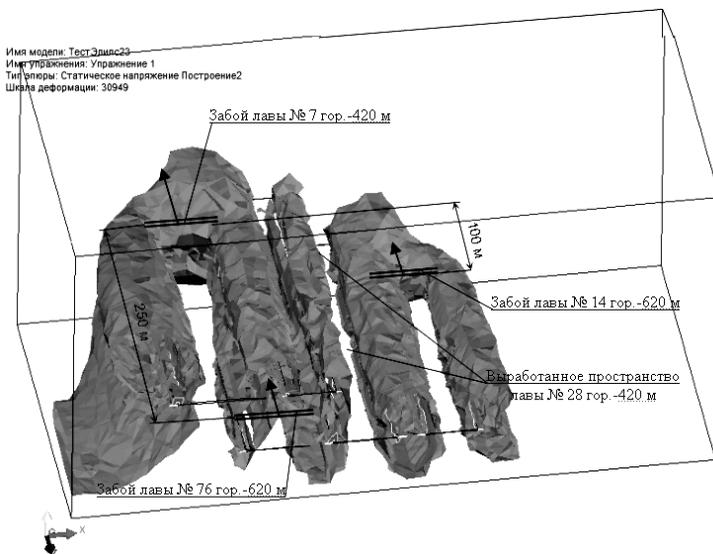


Рис. 2. Результаты моделирования формирования зон повышенных напряжений в районе лавы № 7 гор.-420 м, № 76 и лавы № 14 гор.-620 м

Помимо моделирования решение задачи о взаимовлиянии лав осуществлялось с помощью шахтных исследований. Для этого использовались данные мониторинга автоматизированной системы контроля горного давления КоДАК [1], а также установка в лавах № 7 и 76 до пяти манометров-самописцев типа М-72, а в бортовых штреках лав – более 120 станций контурных реперов. Периодически (раз в неделю) помимо замеров на станциях в штреках осуществлялось посещение очистных забоев лав с фиксацией их положения, состояния кровли в призабойной зоне и величины зависания в закрепном пространстве, давления манометров забойных крепей. В качестве критериев оценки пригрузки горного давления от расстояния между лавами использовали величину зоны временного опорного давления, определяемую по замерам на станциях в бортовых

штреках, а также среднюю скорость нарастания сопротивления забойной крепи, определяемую по данным манометров-самописцев М-72 и системы КоДАК. Некоторые результаты этих исследований приведены в таблице и на рис. 3.

Результаты шахтных исследований влияния друг на друга лавы № 7 (гор.-420 м) и лавы № 76 (гор.-620 м) на руднике 3 РУ

Показатели	Лавы № 7 гор.-420 м	Лавы № 76 гор.-620 м
Расстояние между лавами 300 – 360 м		
Средние скорости нарастания сопротивления крепи на станции, ближней к конв. штрекам лав, кН/мин	1,65	2,65
Средние скорости нарастания сопротивления крепи на станции, ближней к трансп. (вент.) штрекам лав, кН/мин	1,79	2,73
Протяженность зоны временного опорного давления:		
–по трансп. штрекам лав, м	210	120
–по конвейерным штрекам лав, м	210	126
Расстояние между лавами 180–200 м		
Средние скорости нарастания сопротивления крепи на станции, ближней к конв. штрекам лав, кН/мин	2,59	3,37
Средние скорости нарастания сопротивления крепи на станции, ближней к трансп. (вент.) штрекам лав, кН/мин	3,35	4,3
Протяженность зоны временного опорного давления:		
–по трансп. штрекам лав, м	260	185
–по конвейерным штрекам лав, м	210	75

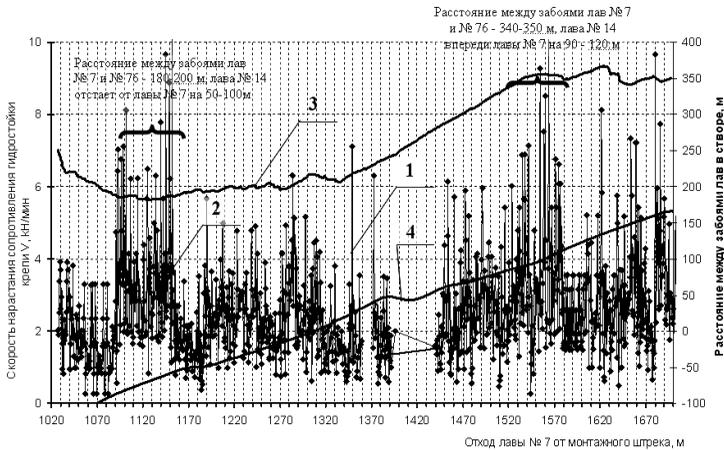


Рис. 3. Динамика скорости нарастания сопротивления гидростоек крепи лавы № 7 гор.-420 м вне и в зоне влияния лав № 76 и № 14 гор. -620 м: 1 – Скорость нарастания сопротивления крепи V ; 2 – тренд скорости V , сглаженный по 6 точкам; 3 – расстояние между забоями лав № 7 (гор.-420 м) и № 76 (гор.-620 м); 4 – расстояние между створом забоев лав № 7 (гор.-420 м) и № 14 (гор.-620 м)

Исследованиями установлено, что при изменении расстояния между лавами № 7 и 76 с 360 до 180 м происходит резкий рост интенсивных проявлений горного давления в призабойном пространстве: отмечаются динамические проявления горного давления, выражающиеся в быстром (менее чем за 0,5 часа) выходе забойной крепи на рабочее сопротивление, в этот период средняя скорость нарастания сопротивления крепи увеличивается по сравнению с «фоновыми» значениями в 1,3–1,5 раза (см. рис. 3), а также происходит рост протяженности зон временного опорного давления впереди лав на 50 м на транспортных штреках. Исследования позволили сделать общий вывод о том, что одновременная отработка двух соседних горизонтов в выемочных столбах, расположенных друг над другом, догоняющими забоями возможна по условиям безопасного ве-

дения горных работ в лавах и обеспечения устойчивости подготовительных выработок при их сближении на расстояние не менее 200 м. Благодаря своевременно сделанному выводу и выданным на рудник рекомендациям лава № 76 была приостановлена, пригрузка забойной крепи уменьшилась.

Также отмечен факт увеличения пригрузки крепи лавы № 7 в момент обгона ее лавой № 14 (см. рис. 3). Расстояние между выемочными столбами, обрабатываемыми лавой № 7 и лавой № 14 в горизонтальной плоскости, составляет 500 м. Следует учесть, что массив между лавами изрезан очистными работами. На основании этого рекомендовано при планировании планов производства учитывать фактор изрезанности массива в случае одновременного ведения горных работ в радиусе 500–600 м, даже если эти работы ведутся на разных горизонтах. Кроме того, предложено во всех находящихся на расстоянии друг от друга менее 500 м лавах вести оперативный контроль за горным давлением с помощью системы типа КоДАК [2], регулируя интенсивность проявления горного давления скоростью их подвигания.

В 2008 году ЧУП «Институт горного дела» с помощью аппаратуры автоматизированного мониторинга ведет геомеханическое сопровождение 4 лав, находящихся в сложных горнотехнических условиях. Для контроля за горнотехнической ситуацией в случаях, аналогичных описанным выше, совместно с Центром автоматизации горной промышленности «ЕМАГ» (Польша) и ЧУП «Институт горной автоматики» ведется разработка исследовательского комплекса, который помимо функций, заложенных в КоДАК, обладает дополнительными возможностями. Первый опытный экземпляр аппаратуры позволяет подключать на одну шину до 30 датчиков, общая длина кабеля при этом достигает 400 м (рис. 4). Система

может осуществлять архивацию данных на нижнем уровне (в шахте) и их сохранение на информационный носитель типа «флэш-память».

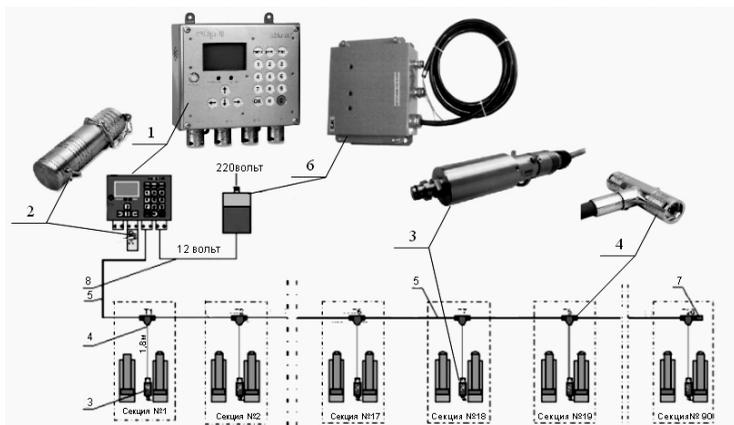


Рис. 4. Блок-схема разрабатываемой системы мониторинга пригрузки крепи: 1 – операторский пульт; 2 – переносной модуль памяти; 3 – датчик-преобразователь давления; 4 – разъем типа Т с проводом; 5 – магистральный провод; 6 – искробезопасный блок питания; 7 – терминатор магистральной; 8 – питающий провод

Первые результаты опытно-промышленных испытаний комплекс, проведенные в лаге № 9А-1 рудника 4 РУ, показали, что он полностью удовлетворяет требованиям научных работников, а при модернизации (выводе информации на рабочие места руководства участков, выдачи сигнала опасности, автоматизации анализа данных) способен удовлетворить запросы производителей при отработке лагами оставшихся запасов Старобинского месторождения.

Список литературы

1. Гавриков А.А. Опыт, некоторые результаты эксплуатации и перспектива развития автоматизированной системы управления и контроля горного давления в очист-

ных забоях / А.А. Гавриков, А.Н. Курчевский, О.Э. Хаустович // Горная механика. – 2005. – №2. – С. 19–26.

2. Петровский Б.И. Обеспечение безопасной отработки 21-й восточной панели на гор.-420 м рудника ЗРУ лавой длиной 275 м. Часть I: Геологическое строение и прочностные свойства пород кровли на 21-й восточной панели / Б.И. Петровский, В.А. Губанов // Горный журнал. – 2007. – № 1. – С.60–67.