

УДК 622.284.

М.С. Вагапов, В.Н. Хомченко

ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕЩЕНИЙ КРОВЛИ НА ПЛАСТАХ ПОЛОГОГО ПАДЕНИЯ

Несмотря на обширные работы в области изучения проявлений горного давления, остается еще много неизученных вопросов. Как известно, на режим работы крепей и условия их взаимодействия с боковыми породами оказывает существенное влияние характер сдвижения и разрушения пород кровли. Процесс разрушения кровли достаточно полно исследован для очистных забоев и совершенно недостаточны подобные исследования в самых сложных участках горных работ – сопряжениях очистных забоев с примыкающими штреками. Кроме того, практика Кузбасса свидетельствует, что существующие способы охраны и поддержания подготовительных выработок (особенно при переходе к бесцеликовым схемам) далеко не всегда удовлетворяют условиям безопасности и экономичности работ.

Характер работы системы "крепь – вмещающие породы" в подготовительных выработках, находящийся в зоне влияния очистных работ, предопределяется двумя группами факторов: горно-геологическими и горнотехническими.

К первой группе факторов относятся, прежде всего, прочностные и деформационные свойства угля и боковых пород. Эта группа факторов изучается главным образом в лабораторных условиях по специальной методике.

Вторая группа факторов учитывается непосредственно при натурных наблюдениях, имеющих свои особенности.

Крепь подготовительных выработок, находящаяся в зоне влияния очистного забоя, работает в очень тяжелых условиях. Сразу же в момент проходки выработки происходит перерас-

пределение напряжений, горные породы либо деформируются упруго, либо переходят в упруго-пластическое состояние, либо разрушаются. Следовательно, уже к моменту установки крепи и началу ее работы происходит некоторое перемещение контура выработки. После установки крепи вся система "крепь – боковые породы" работает совместно. Наибольший интерес представляет выявле-

(рис. 1).

В краевой зоне у неподвижных границ очистного забоя (в местах сопряжения лавы с вентиляционным и конвейерным штреками) происходит консольное зависание пород, что приводит к формированию опорного давления (рис. 2).

Над опорными контурами очистной выработки образуется зона II-консольного прогиба пород. На угольный пласт и

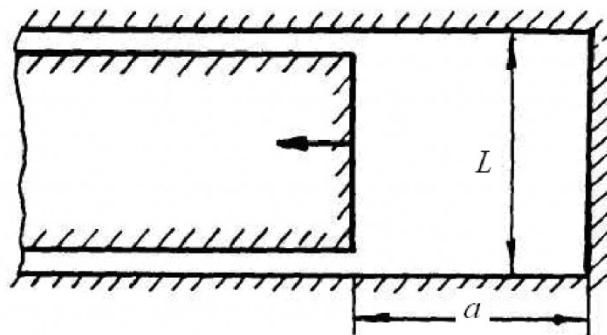


Рис. 1. Схема формирования выработанного пространства

ние особенностей работы этой системы в наиболее сложных условиях – в зоне влияния очистного забоя и, особенно на сопряжениях лавы со штреками.

Общие теоретические рассуждения при этом можно свести к следующему. По мере отхода очистного забоя от разрезной печи (монтажной камеры) соотношение сторон прямоугольника площади обнажения кровли L/α уменьшается вплоть до первого обрушения кровли

крепи на сопряжениях в этой зоне оказывают давление силы тяжести зависших пород, лежащих выше зоны сдвижений. Под действием этих сил край угольного пласта раздавливается и давление, передаваемое на пласт, распределяется так, как показано на рис. 2. Максимум опорного давления будет расположен в месте опоры зависших породных слоев.

Ширина зоны консольного прогиба и характер распределения

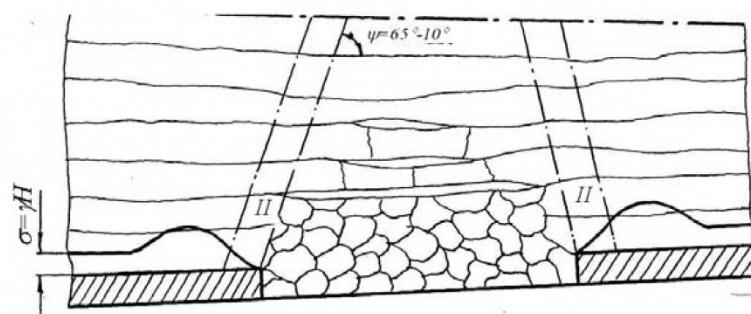


Рис. 2. Схема сдвижения пород кровли над очистным забоем

ния напряжений в кровле зависит от горно-геологических и горнотехнических факторов (прочностные характеристики угля и пород, глубина залегания, вид крепи и т.д.).

Размер зоны опорного давления увязывается с процессом уплотнения обрушенных пород, (т.е., смещения пород в выработанном пространстве могут прекратиться только после того как после уплотнения обрушенных пород слои кровли изгибаются и получают надежную опору со стороны выработанного пространства). После этого формирование зоны разрушенного угля затухает. Поэтому, если с момента обрушения кровли прошло достаточно времени, можно полагать, что сдвижения в породах кровли и в обрушенных породах практически прекратились. При этом максимум опорного давления переместился вглубь массива. Именно из этих рассуждений было сделано заключение о целесообразности расположения подготовительных выработок в зоне пласта, разгруженной от повышенных напряжений – проведение штреков на контакте с обрушенными породами ранее отработанной лавы ("бесцеликовая подготовка").

Процесс разрушения кровли над примыкающими к лаве штреками начинается, как правило, впереди очистного забоя. Благодаря наличию в осадочных породах ослабленных межслоевых контактов под действием касательных напряжений происходит их разрушение (расслоение пород). В процессе расслоения пород в зоне опорного давления часто начинают образовываться наклонные трещины давления.

Характер разрушения непосредственной кровли предопределяет состояние системы "крепь – боковые породы" и режим нагружения отдельных элементов крепи (особенно на пластах с тяжелыми кровлями). На режим нагружения крепи сопряжений оказывает влияние

также осадки основной кровли. Это влияние зависит, прежде всего от параметров обрушающихся блоков, которые наиболее точно могут быть установлены шахтными наблюдениями.

Известно, что интенсивность конвергенции в подготовительных выработках в условиях установившегося горного давления изменяется несущественно и может быть охарактеризована условно постоянной величиной. Поэтому, зная срок существования штрека с момента его проведения и среднюю скорость смещения кровли можно с достаточной степенью

ному забою на участках длиной 40-50 м – зоне опорного давления. Именно процессы сдвижения пород в этой зоне, в конечном счете предопределяют характер работы системы "крепь – боковые породы".

Исходя из этого, замерные станции на штреках оборудуются с опережением очистного забоя на 60-100 м.

С целью экономии времени на выполнение полного цикла наблюдений (из расчета примерно две недели на один полный цикл) замерные станции оборудуются с интервалом 10 м друг от друга (рис. 3).

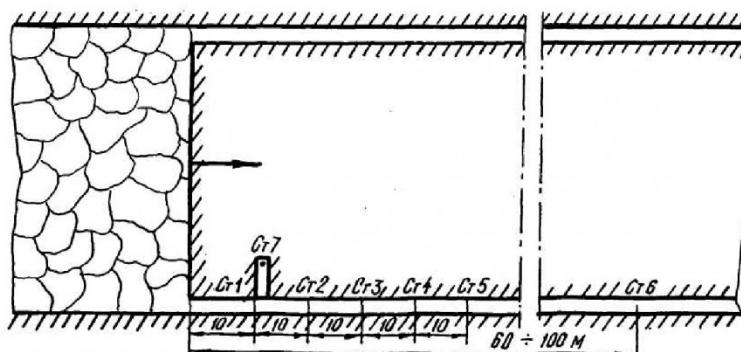


Рис. 3. Схема расположения замерных станций на штреке

достоверности установить величину полной конвергенции за любой отрезок времени. В исследованиях наибольший интерес представляют конвергенции в зонах, прилегающих к очист-

многолетними исследованиями кафедры РМПИ установлено, что влияние очистных работ на смещения пород в оконтуривающих выработках не превышает 40-50 м. Поэтому

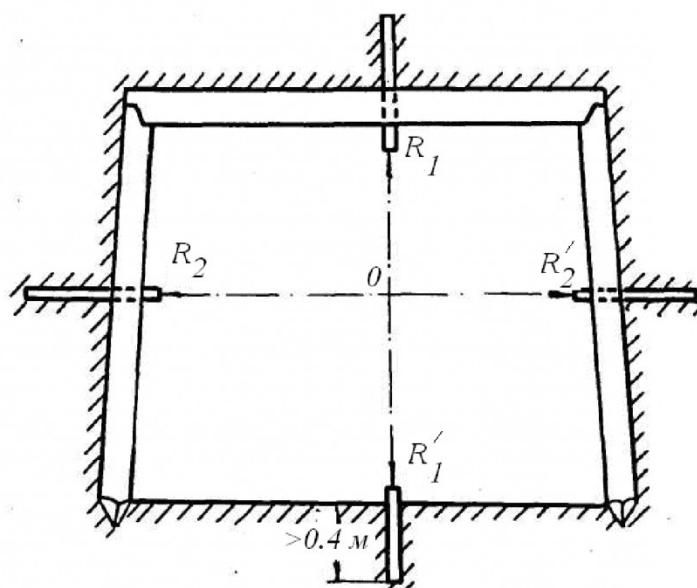


Рис. 4. Схема оборудования замерной станции на штреке

пять станций с интервалом 10 м полностью охватывают интересующую нас зону. Станция № 6 оборудуется в 100 м впереди забоя лавы и служит для выявления интенсивности конвергенции вне зоны влияния очистных работ,

С целью установления характера деформации массива в краевой части штранка со стороны вынимаемого столба при различных крепях оборудуется замерная станция № 7 в специально проводимой нише глубиной до 2 м и шириной не более 1 м.

Многочисленными исследованиями в различных горно-геологических условиях влияние ниши такой ширины на характер деформаций вмещающих пород не установлено. Это позволяет результаты инструментальных наблюдений в нише с достаточной степенью достоверности отождествлять с процессами, протекающими в массиве.

В большинстве случаев наибольшие значения конвергенции кровли и почвы наблюдаются в средней части пролета верхняка.

Поэтому реперы R_1 и R'_1 (рис. 4) устанавливаются по осевой линии штранка. Горизонтальные смещения массива замеряются между парными реперами R_2 и R'_2 , которые размещаются примерно в середине пласта по мощности.

Для корректировки на возможное пучение почвы производятся замеры по отвесу между репером в почве пласта R'_1 и точкой пересечения отвеса $R_1-R'_1$ с полотном рулетки ВНИМИ $R_2-R'_2$ (т.е. размер $0-R'_1$).

В случае необходимости принимается решение о замерах отдельно величин R_2-0 и $0-R'_2$ (это дает возможность оценить интенсивность отжима с обеих бортов штранка).

Замерная станция в нише состоит из двух пар реперов, устанавливаемых на расстоянии 0,5 и 1,5 м от борта штранка (рис. 5).

Замеры смещений между парными реперами в нише R_{h1} и

Общее руководство организацией шахтных наблюдений и обработка их результатов осуществляется научный руководитель работы. С участием всех членов научного коллектива составляется график выезда ка-

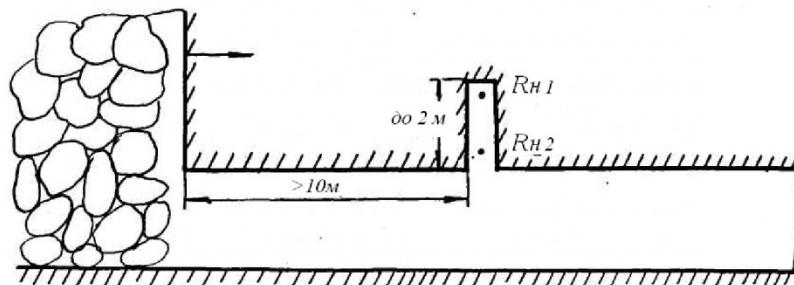


Рис. 5. Схема оборудования замерной станции в нише

R_{h2} производятся рулетками ВНИМИ или измерительными стойками СУ-II, а с момента, когда до линии забоя лавы остается 3 м замеры ведутся непрерывно с помощью стоек СУ-II с самописцем С-II.

Для оценки работы крепи сопряжения в тех случаях, когда такие наблюдения необходимы, следует фиксировать:

- начальный распор крепи;
- характер изменения реакции крепи от момента установки до новой передвижки;

в) характерные особенности взаимодействия крепи сопряженной с кровлей (состояние кровли на сопряжении, оценка безопасности работ и т.д.).

Учитывая, что крепь сопряжения работает в резко переменном режиме (частые передвижки), наилучшим способом измерений любых изучаемых параметров (реакция крепи, а именно, просадки выдвижных частей) является применение самопишувшейся аппаратуры. Это и предусматривается настоящей методикой.

Детализация производства замеров для каждого исследуемого сопряжения производится индивидуально.

ждого работника на шахту и распределяются функции. Замеры производятся непрерывно в течение двух-трех недель в условиях прошедшей первой посадки и первичной осадки основной кровли. В условиях установленвшегося режима обрушения кровли замеры производить не реже одного раза в смену на штранках за пределами зоны опорного давления. В зоне интенсивных сдвигов под влиянием производственных процессов, наблюдения необходимо проводить непрерывно с помощью самопишуших приборов различного типа. В передовых нишах желательно производить наблюдения при помощи самописцев, работающих в круглосуточном режиме.

Нашими исследованиями было установлено, что интенсивность и величины смещений кровли резко возрастают начиная с 0,5-1,0 м впереди лавы и оказывают существенное влияние на состояние кровли и массива угля в призабойной зоне. Правомерно предположить, что этот вывод может быть применен и к сопряжению лавы.

С целью проверки этого предположения в нише в 0,5-1,0

Таблица 1

Результаты натурных измерений

Номер станций	Расстояние до лавы, м	Расстояние между реперами, мм				
		$R_1-R'_1$	$R_2-R'_2$	$R_3-R'_3$	$R_4-R'_4$	$R_5-R'_5$

м впереди лавы производится несколько серий замеров скоростей смещения кровли индикаторами часового типа с необходимым интервалом времени (5-60 сек.).

Результаты измерений заносятся в специальный "Журнал наблюдений" по следующему образцу (табл. 1).

Исследованиями на шахтах Кузбасса установлено, что расслоение пород кровли начинается уже впереди очистного забоя над угольным массивом. Это опережение обычно не превышает 3-4 м, хотя и бывают отклонения в большую сторону до 5-6 м. Высота зоны расслоения кровли в призабойной зоне обычно ограничивается мощностью пород непосредственной кровли.

Следует отметить, что расслоение пород кровли в горных выработках, формируемых в выработанном пространстве очистного забоя, изучалось недостаточно. Поэтому методикой предусматривается исследование и этого вопроса.

С целью установления влияния способа охраны штрека на расслоение кровли предусматривается провести наблюдения при следующих условиях.

1. Конвейерный штрек лавы охраняется по схеме массив — массив.

2. Вентиляционный штрек охраняется по схемам:

а) целик с переменной шириной от 15 до 6 м — выработанное пространство;

б) с обеих сторон штрека обрушенные породы.

Для изучения характера расслоения кровли на штреках бурятся по нормали к кровле специальные скважины. Длина

скважин должна быть такой, чтобы пересечь толщу непосредственной кровли и не менее, чем на 0,5 м захватить основную кровлю (рис. 6).

Самый дальний от устья скважины глубинный репер R_1 закрепляется в породах основной кровли. Реперы R_2 и R_3 фиксируются в породах непо-

зволяет установить возможность применения следующих технологий подготовки выемочных столбов на пологих пластах:

1. Сохранение и повторное использование оконтуривающих горных выработок.

2. Отработка выемочных столбов многоштрековой подго-

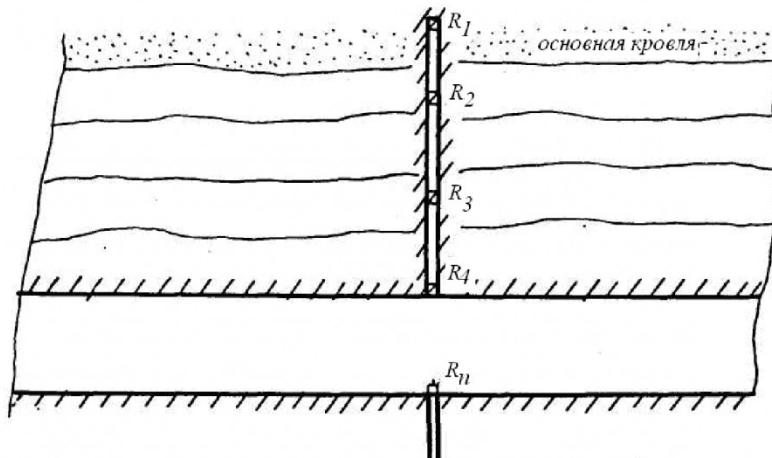


Рис. 6. Схема расположения глубинных реперов в скважине

средственной кровли, разделяя ее на примерно три равные по высоте части. Нижний репер R_4 фиксируется у кровли штрека. В почве штрека в створе со скважиной устанавливается базовый репер R_n . Конструкция глубинных реперов R_1 , R_2 , R_3 и R_4 полностью исключает их "прокальзывание" по скважине.

Перемещение реперов R_1 , R_2 , R_3 и R_4 относительно репера R_n фиксируется рулеткой ВНИМИ с точностью до 0,5 мм.

Результаты замеров заносятся в "Журнал наблюдений" по специально разработанной форме.

Данная методика исследования проявлений горного давления в выработках, примыкающих к очистному забою,

товкой или спаренными лавами.

3. Отработка выемочных столбов с формированием одного из оконтуривающих штреков.

При этом появляется возможность делать следующие выводы.

1. Определять состояние штрека на экспериментальном участке.

2. Устанавливать интенсивность проявления горного давления в штреках.

3. Способность крепей предотвращать интенсивное расслоение и разрушение непосредственной кровли.

4. Устанавливать скорость опускания кровли при различных технологиях подготовки и отработки выемочных столбов.

□ Авторы статьи:

Вагапов

Мидахат Сайфутдинович
— канд. техн. наук, доц. каф.

"Разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом"

Хомченко

Валерий Николаевич

— канд. техн. наук, доц. каф.

"Разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом"