

- 1 Краев А.П. Основы геоэлектрики. - Л.: Недра, 1965.
- 2 Марморштейн Л.М., Петухов И.М. Исследование электропроводности, пористости и проницаемости горных пород в условиях близких к пластовым. Сб. физико-механические свойства горных пород верхней части земной коры. - М.: Наука, 1968.
- 3 Борисенко А.А., Ковалев О.В. Определение зоны опорного давления электрическим методом // Технология добычи угля подземным способом. - М.: Недра, 1967.
- 4 Методические указания по оценке напряженного состояния угля и пород электрометрическим методом - Л.: ВНИМИ, 1974.
- 5 Марморштейн Л.М., Петухов И.М., Нерсисянц Б.Б. Изучение влияния состава и цементирующего вещества пористости на изменение электропроводности осадочных горных пород под давлением. // Труды совещания по физическим методам исследования осадочных пород и минералов. Изд. АН СССР, 1962.
- 6 Пархоменко Э.И. Электрические свойства горных пород. - М.: Наука, 1965.
- 7 Филиппов А.А., Дальнов А.С. Влияние горного давления на величину электрического сопротивления угля и пород вблизи горных выработок // Труды ВНИМИ, - сб. 72. - 1988.

УДК 622.281

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОДОЛЬНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ

инж. Сажнев В.П., инж. Иванов И.Е., д.т.н. Назимко В.В. (Донецкий государственный технический университет)

Увеличение глубин разработки и ввод в эксплуатацию новых шихтопластов неизбежно сопряжены с рядом проблем зависящих от различных горнотехнических и горно-геологических факторов. Одной из наиболее актуальных задач является обеспечение устойчивости пластовых подготовительных выработок. Эти выработки служат основным связующим звеном между лавой и магистралями, поэтому ухудшение их состояния сразу отражается на работе всего угольного предприятия. При сложившейся экономической ситуации, шахты стремятся минимизировать расходы на обеспечение

работоспособности выработок, что побуждает исследователей искать новые резервы обеспечения их устойчивости.

Одним из новых эффективных направлений в решении затронутого вопроса является использование эффекта саморасклинивания вмещающих подготовительную выработку пород [1,2]. Исследования последнего времени показали [3,4], что процесс деформирования горной выработки и сопровождающие его процессы активного складкообразования с периодическими проявлениями эффекта саморасклинивания пород выходят за рамки плоской задачи и требуют пространственного раскрытия.

Задачей настоящего исследования являлось установление закономерностей продольной деформации подготовительной выработки при воздействии на нее смежных периодических проявлений горного давления от очистных работ. Достижение поставленной задачи осуществлялось посредством оборудования замерной станции для наблюдения за изменением длины участка подготовительной выработки.

Эксперимент производился в воздухоподающем ходке 23 западной лавы пласта с₁₁ шахты «Южно-Донбасская №1». Выбор данной выработки обусловлен тем, что она пройдена в типичных горно-геологических условиях и эксплуатируется в типичной для центрального региона Донбасса горнотехнической ситуации. Ходок проходится комбайном ГПК на глубине около 540 м и использовался для отработки 23 западной лавы обратным ходом. Сечение выработки в свету 11,2 м². Выработка была закреплена арочной трехзвенной крепью через 0,8 м. Затяжка деревянная или металлическая сетчатая. Сечение ходка пересекает пласт и вмещающие его породы. Угол наклона пласта 5-70. Мощность основной пачки составляет 1,7-1,8 м. Прочность угля на одноосное сжатие 20 МПа. В кровле расположен однородный слой алевролита мощностью около 10 м с прочностью на одноосное сжатие 30 МПа. В почве пласта расположен слой алевролита мощностью 1 м и прочностью 27 МПа. Ниже залегает песчаник мощностью 2 м и прочностью 50 МПа. Под песчаником располагается алевролит мощностью 1 м и прочностью 30 МПа.

Станция состояла из семи контурных реперов, в качестве которых использовались анкеры длиной 1,5 м. Шесть реперов составили рабочую группу и были расположены в два ряда (по три репера в каждом), ориентированных в плоскости поперечного сечения выработки. Расстояние между рядами и реперами в отдельности составляло 1 м. Седьмой репер использовался в качестве опорного и располагался вблизи маркшейдерской точки стояния на расстоянии 25 м от рабочих (рис. 1). Данное расстояние было выбрано из расчета устранения влияния лавы на опорный репер при ее подходе к станции со стороны рабочих реперов (шаг посадки основной кровли в лаве 15-20 м).

Замеры изменения длины участка выработки между опорным и рабочими реперами осуществлялись по минимальному расстоянию между отвесами от реперов с помощью маркшейдерской рулетки и динамометра для ее натяжения с постоянной силой. Достоверность результатов исследования обеспечивалась производством дублированных замеров (по три дубля на каждом репере), которые в дальнейшем использовались для определения погрешности измерений и доверительного интервала (± 10 мм при интервале 95%). При этом замеры выполнялись одними и теми же инструментами и одним и тем же человеком, что позволило минимизировать погрешность. Замеры были прекращены при подходе лавы на расстояние 7 м к рабочим реперам из-за загроможденности сечения выработки. Всего осуществлено одиннадцать замеров в течение двух месяцев.

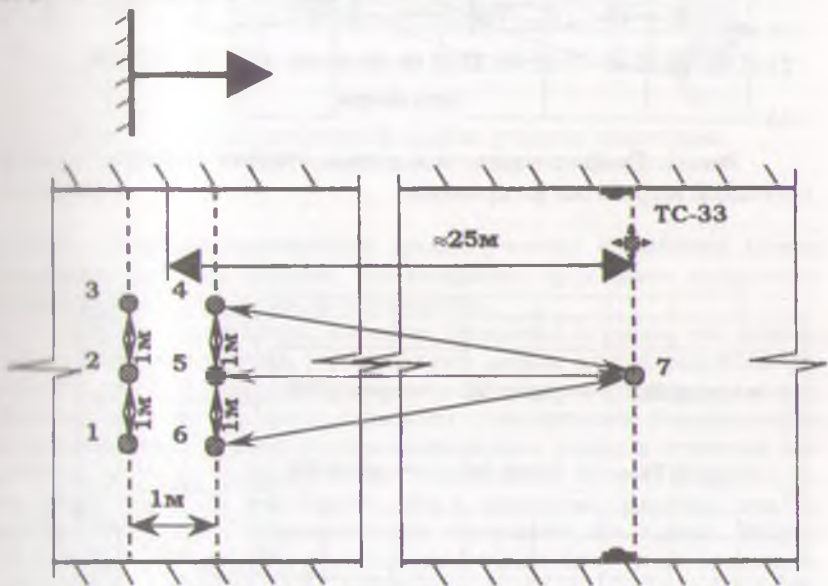


Рис. 1. Вид в плане схемы расположения реперов.

По результатам замеров построены графики изменения длины участка выработки во времени (рис. 2) и в зависимости от расстояния до груди очистного забоя приближающейся лавы (рис. 3, 4). На первом и втором графиках значения продольной деформации выработки (dL) представлены нарастающим итогом, что позволяет проследить динамику развития процесса в целом. Третий

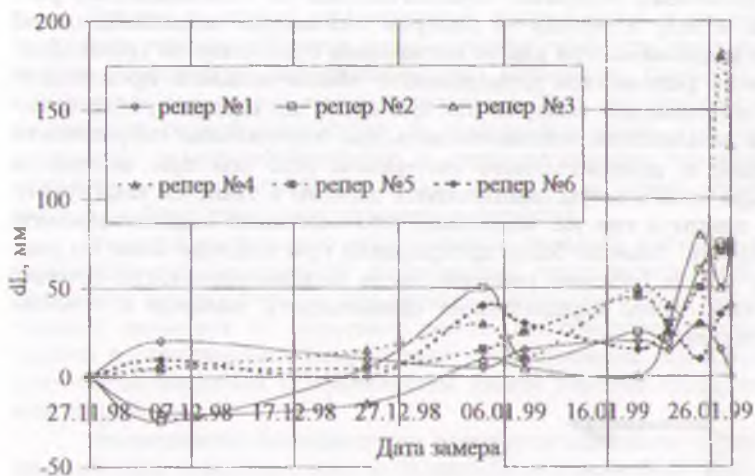


Рис. 2. График изменения длины участка подготовительной выработки во времени.



Рис. 3. Замеры изменения длины участка подготовительной выработки при накате лавы взятые относительно начального.

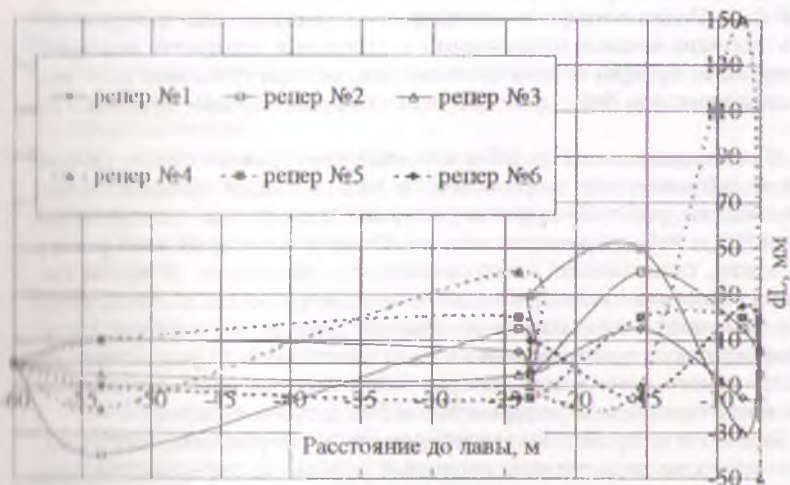


Рис. 4. Замеры изменения длины участка подготовительной выработки при накате лавы взятые относительно друг друга.

график отражает приращения длины участка выработки между соседними этапами замеров, что позволяет проследить представителенность каждого замера в отдельности.

Первая особенность, которая бросается в глаза, это периодичность изменения как интегральной длины экспериментального участка, так и приращений его длины между соседними замерами. Это по-видимому связано с влиянием периодически возникающего и исчезающего эффекта саморасклинивания пород в сечениях выработки, а также периодическим обрушением кровли пласта в лаве. Характерно, что чем ближе лава к замерному участку, тем заметнее проявляется периодичность изменения его длины. Вторая особенность заключается в неуклонной тенденции увеличения длины замерного участка. При этом темпы роста его длины также увеличиваются по мере приближения лавы. Более детальный анализ графиков позволил выделить важные детали поведения смежных блоков пород в одних и тех же или соседних сечениях выработки.

Анализ графиков показал, что вне зоны влияния очистных работ на рабочие реперы (>25 м), происходит локальная деформация сечения выработки под действием горного давления. Замеры по реперам №2 и №3 показывают вначале сжатие выработки, а затем растяжение, в то время как репер №1 двигался в противофазе к ним. Противофазность движения реперов вдоль оси выработки объясняется периодическим проявлением эффекта саморасклинивания вмещающих выработку пород. В то время, как некоторый

участок выработки расширяется вдоль ее оси, соседний сжимается и наоборот. Реперы второго сечения на первом месяце замеров остались неподвижными (отклонение в пределах точности замеров). Последующие замеры в этом сечении выработки показали рост интервала до репера №6, при том, что оставшиеся два остались на месте.

При подходе лавы на 24 м к секции реперов начинает проявляться ее влияние, что выражается в активизации сдвижений пород в области рабочей группы реперов. Замеры до центральных реперов №2 и №5, находящихся в наиболее устойчивой зоне (центр свода арки), показывают синхронность их движения. В целом наблюдается растяжение выработки по ее центру, лишь на последнем замере отмечено незначительное сжатие. Замеры до крайних реперов показывают противофазность их движения в результате их неравномерного движения. Реперы №1 и №3 (первая секция) двигались в противофазе к реперам №6 и №4 (вторая секция).

Результаты проведенного натурального эксперимента свидетельствуют о невозможности рассмотрения процесса деформации одиночной протяженной выработки только в плоскости ее сечения. На соседних замерных секциях зафиксированы локальные противофазные сдвижения породных блоков вдоль оси выработки, что говорит о пространственном характере проявления эффекта саморасклинивания пород в процессе эксплуатации подготовительной выработки.

Анализ всех возможных причин неравномерного сдвижения пород в сечении выработки и вдоль ее оси позволил выделить следующие моменты. Продольная деформация выработки может меняться при совокупном воздействии следующих факторов:

- пространственное смещение блоков пород в системе «выработка – вмещающие породы» по пути наименьшего сопротивления под действием горного давления, что сопровождается периодическим проявлением механизма их саморасклинивания;
- неоднородность распределения эпюры опорного давления впереди движущейся лавы, в результате чего происходит смещение блоков пород относительно нейтральной оси эпюры в противоположные стороны и с различной интенсивностью от пика опорного давления;
- увлекающее действие зависающей консоли основной кровли в лаве;
- периодический облом основной кровли лавы с последующим возникновением вакансии для смещения пород;
- влияние пустоты в очистном забое лавы, которое нарастает по мере приближения лавы к рассматриваемому участку выработки.

Проведенные исследования позволили определить следующие закономерности продольной деформации подготовительной выработки:

1. В период службы выработки, вмещающие ее породы стремятся пространственно сместиться в ее полость по пути наименьшего сопротивления.
2. Вне зоны влияния лавы на выработку отмечается относительное сжатие и растяжение выработки во времени. Причем, для каждого отдельно взятого сечения, процесс деформации контура протекает независимо и хаотично распределен по длине выработки.
3. По мере приближения очистного забоя лавы, отмечается периодическая активизация смещений на контуре подготовительной выработки и преобладание ее относительного растяжения над сжатием.
4. Процесс продольной деформации подготовительной выработки имеет ярко выраженный необратимый характер, так как претерпевший растяжение участок не может сжаться до начального уровня, в результате чего накапливается растяжение вдоль оси.

Анализ приведенных факторов и закономерностей позволяет определить новые пути в обеспечении устойчивости подготовительных выработок в сложных условиях. Необходимым и обязательным является учет пространственности деформирования контура выработки. Таким образом, при подвигании очистного забоя лавы на участке выработки, примыкающего к лаве на интервале шага посадки ее основной кровли, следует препятствовать растяжению подготовительной выработки вдоль ее оси и способствовать ее сжатию. Данное условие можно обеспечить установкой дополнительных стоек усиления в подготовительной выработке с обеспечением их пространственного наклона, который в плоскости сечения выработки вдоль ее оси будет ориентирован по ходу движения лавы. В особо тяжелых условиях, целесообразным является применение комбинированной крепи усиления [5] состоящей из трех пространственно ориентированных породных болтов и гидравлической стойки усиления. Для этой крепи также следует обеспечивать пространственный наклон с целью воспрепятствования растяжению выработки.

Отметим, что наиболее эффективным методом обеспечения устойчивости подготовительной выработки следует считать применение анкерной крепи [6]. В связи с приведенными факторами и закономерностями, следует в процессе проходки подготовительной выработки обеспечивать наклон анкеров как в плоскости поперечного сечения выработки, так и в плоскости сечения вдоль ее оси. Причем, наклон анкеров по ходу движения забоя выработки обеспечит подкрепление непосредственной кровли до процесса актив-

зации ее расслоения, а наклон части анкеров в противоположную сторону (по ходу лавы) препятствует развитию процесса растяжения выработки вдоль ее оси при приближении очистного забоя лавы.

Проведенный натурный эксперимент позволил определить комплексное влияние перечисленных факторов на процесс продольной деформации подготовительной выработки. Роль каждого фактора подлежит более детальному изучению на физических и математических моделях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сажнев В.П., Лаптеев А.А., Александров С.Н., Назимко В.В. Численное моделирование увеличения несущей способности вмещающих выработку пород за счет эффекта их саморасклинивания // Известия Донецкого горного института. - 1996 - № 4. - С. 15-29.
2. Лаптеев А.А. Применение эффекта саморасклинивания для обеспечения устойчивости подготовительной выработки // Известия Донецкого горного института, Донецк. - 1998. - №1(7). - С. 49-50.
3. Сажнев В.П. Обоснование пространственного ориентирования анкеров при креплении горной выработки // Известия Донецкого горного института, Донецк. - 1999. - №2(10). - С. 34-37.
4. Лаптеев А.А., Сажнев В.П., Сугаков В.А. Изучение эффекта саморасклинивания вмещающих выработку пород методом объемного физического моделирования // Известия Донецкого горного института, Донецк. - 1999. - №2(10). - С. 52-55.
5. Лаптеев А.А., Сажнев В.П., Назимко В.В. Обоснование нового типа комбинированной крепи усиления // Известия Донецкого горного института. - 1997 - № 6. - С. 61-64.
6. Заявка на а.с. № 98010325. Украина. Способ установки анкера / Назимко В.В., Александров С.Н., Сажнев В.П. (Украина). - бс. ил.; Заявлено 21.01.98г.