

Для исключения водопритоків из зон растяжений динамической мульды сдвижения необходимо увеличивать скорости подвигания очистных забоев, которые могут быть установлены для конкретных условий. Тогда как протяженность периметра постоянной зоны растяжений статической мульды сдвижения должна учитываться при прогнозировании общешахтных водопритоків.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пасічний В.Г. Геотехногенні основи управління гідросферою при підземному видобутку вугілля. Автореферат дис. докт. техн. наук. Дніпропетровськ, НГАУ, 1997.
2. Четверик М.С. Сдвижение земной поверхности и подработанного массива и их взаимосвязь с геофильтрационными процессами. // Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов, вып. 10. - 1998. – С. 183 – 187.
3. Четверик М.С., Анциферов А.В., Пимоненко Л.И., Андрощук Е.В. Сдвижение горного массива и геофильтрационные процессы при выемке угля в Западном Донбассе. // Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов вып.26.-2001.- С. 38- 43.
4. Четверик М.С., Озеров И.Ф. Сдвижение земной поверхности и геомеханические процессы в подработанном массиве при разработке пологих пластов угля. //Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов, №9.- 1998. – С. 64-70.
5. Четверик М.С., Андрощук Е.В. Влияние сдвижения геологической толщи на газовыделение. // Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов, вып. 33.- 2001.
6. Методические указания по расчету деформаций земной поверхности во времени и горно-геометрическому прогнозированию охраны пойм рек при подземной разработке угольных пластов в Западном Донбассе: Утв. Минуглепромом УССР /Донецк, 1986.-54 с.
7. Руднев Е.Н. Подтопление территорий на шахтных полях // Уголь Украины. – 2000.-№2.- С. 65-67.

УДК 622. 834:622.244

Е.А. Бубнова

### **ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ НА ПАРАМЕТРЫ СДВИЖЕНИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

Розглянуто вплив процесу зсування на стійкість гірничих виробок. Установлено місця і величини основних деформацій підготовчих виробок.

### **THE INFLUENCE DIRECTION DEVELOPMENT OF CLEANING WORKS TO PARAMETERS OF DRAWING TOGETHER AND STABILITY OF MINING OBJECTS**

The influence process of displacement for the stability of mining objects was considered. The places and sizes of main deformations of preparatory objects was determined.

В настоящее время около 90% горных выработок крепится металлической крепью. С одной стороны состояние горных выработок ухудшается по причине увеличения глубины ведения горных работ и усложнения горно-геологических условий, а с другой - увеличивается металлоемкость, что приводит к увеличению затрат на их проведение и поддержание.

Таким образом, вопрос поддержания выработок в эксплуатационном состоянии в настоящее время представляет важную проблему.

Традиционный подход к обеспечению устойчивости выработок направлен, в первую очередь, на выбор крепи соответствующей формы, несущей способности и податливости. При этом не учитываются параметры сдвижения массива

горных пород при различном угле падения пласта и влияние направления развития очистных работ.

Основные деформации выработок вызваны сдвижением массива горных пород и земной поверхности (работа выполнена под руководством проф. Четверика М.С.). Параметры сдвижения подработанной геологической толщи прямо пропорционально зависят от угла падения пласта [1]: чем круче пласт, тем горизонтальные сдвижения больше, а вертикальные – меньше и наоборот. На деформации крепи выработок влияет сдвижение массива горных пород и угол падения пласта [2].

Горизонтальные ( $\xi$ ) и вертикальные ( $\eta$ ) деформации можно рассчитать по следующим формулам:

$$\begin{aligned}\eta_{\Gamma} &= mg \cdot \cos \alpha \\ \xi_{\Gamma} &= \eta_{\Gamma} \cdot \operatorname{tg} \alpha\end{aligned}, \quad (1)$$

где  $m$  – вынимаемая мощность пласта, м;  $g$  – коэффициент, учитывающий влияние глубины разработки на главный вектор сдвижения;  $\alpha$  – угол падения пласта, град.

Падение пласта может изменяться в пределах шахтного поля и зависит от природного залегания и выбора направления очистной выемки. Если выработка пройдена под углом к простиранию пласта, необходимо учитывать угол отклонения линии перемещения фронта работ от линии простирания ( $\theta$ ). В этом случае величину угла падения пласта можно рассчитать по формуле приведенной в [3]:

$$\begin{aligned}\operatorname{tg} \alpha' &= \sin \theta \cdot \operatorname{tg} \alpha \\ \alpha' &= \operatorname{arctg}(\sin \theta \cdot \operatorname{tg} \alpha)\end{aligned}$$

В данной работе рассмотрено, как будут изменяться параметры сдвижения подработанного массива горных пород при различных направлениях очистной выемки по отношению к элементам залегания пласта и системах разработки, и как они будут сказываться на деформациях крепи выработок.

Были рассмотрены следующие варианты: подготовительные выработки пройдены вкрест простирания, по простиранию и под углом к простиранию пласта при столбовой системе разработки с отработкой угольного пласта прямым и обратным ходом (рис. 1).

1 вариант. Подготовительные выработки пройдены вкрест простирания, очистной забой движется по восстанию при столбовой системе разработки (рис.2а).

В результате сдвижения массива горных пород деформируется крепь подготовительных выработок. Сдвижение массива горных пород происходит по углам сдвижения перпендикулярно к напластованию. В данном случае обе подго-

товительные выработки испытывают одинаковую нагрузку и получают одинаковые деформации.

Во время отрыва блока горных пород крепь выработки испытывает вертикальную нагрузку и искривляется в этом направлении. Оседание крепи рассчитанное по формуле (1) (при мощности пласта угля 1 м, угле падения  $13^{\circ}$ ) равно  $\eta_T = 0,828$  м. При оседании блока проявляются горизонтальные деформации и стойки крепи наклоняются в сторону падения пласта. Горизонтальные деформации по формуле (1) равны  $\zeta_T = 0,191$  м.

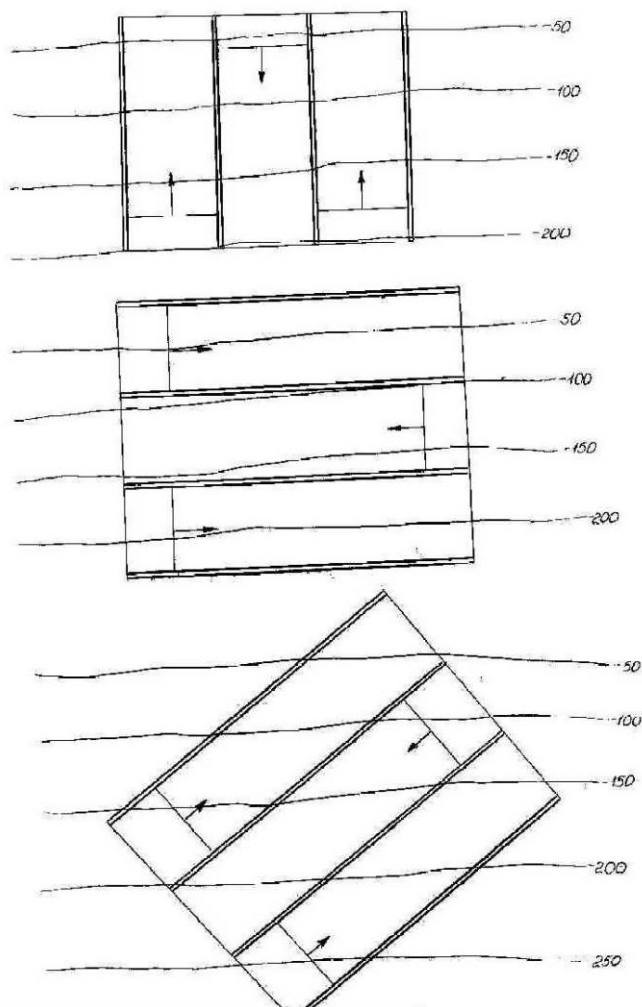


Рис.1 – Возможные варианты проведения выработок

2 вариант. Подготовительные выработки пройдены по простиранию (рис.2б).

При данных условиях оседание крепи выработки составляет  $\eta_T = 0,828$  м, а горизонтальные деформации  $\zeta_T = 0,191$  м. Но в отличие от предыдущего варианта деформации верхнего и нижнего штрека будут различными. При отрыве блока возникают вертикальные деформации крепи выработок, а при его оседании – горизонтальные. Однако, в данном случае горизонтальные деформации крепи возникают в результате нагрузки со стороны лавы и поэтому крепь выги-

бается в сторону противоположную лавы. Это подтверждается исследованиями С.Б.Тулуба в условиях шахт п/о «Шахтерскантрацит» [4]. На эпюре изгибающих моментов (рис. 3) представлены вертикальные и горизонтальные деформации крепи подготовительных выработок, которые доказывают вышеприведенные соображения.

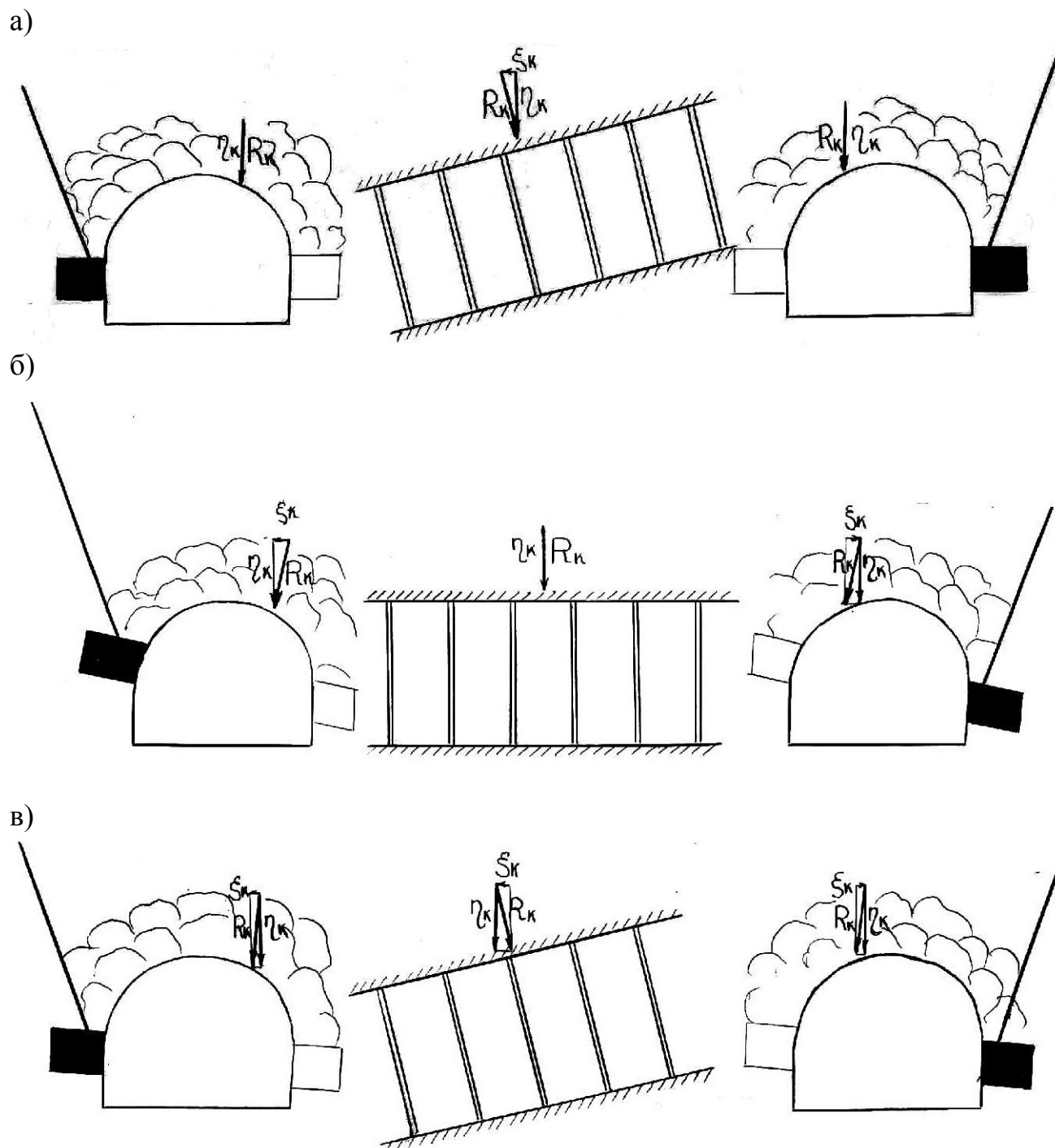


Рис. 2 – Влияние сдвижения на устойчивость горных выработок при проведении их:  
 а) вкрест простирания; б) по простиранию; в) под углом к простиранию.

Так как при проведении выработок по простиранию один штрек находится выше другого, то горизонтальные деформации нижнего штрека будут усилены

еще и сползанием пород подработанного массива. Следовательно, нижний штрек по отношению к верхнему будет находиться в худшем состоянии.

3 вариант. Подготовительные выработки пройдены под углом к простиранию (но не вкрест простирания), очистной забой движется вверх (рис.2в).

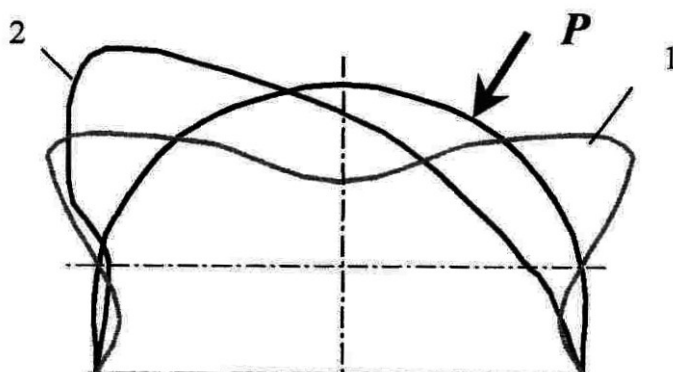


Рис. 3 – Характер изменения эпюр изгибающих моментов в зоне влияния очистных работ (по С.Б. Тулубу) 1 - за 60-80 м до забоя лавы; 2 – 50-70 м за забоем при действии результирующего вектора внешних сил  $P$

В данном случае при расчете горизонтальных и вертикальных деформаций необходимо учитывать угол отклонения линии перемещения очистного забоя от линии простирания.

Горизонтальные и вертикальные деформации составят (при мощности пласта 1 м, угле падения  $13^{\circ}$ , угле отклонения  $155^{\circ}$ )  $\xi_I = 0,082$  м,  $\eta_I = 0,846$  м.

Числовые значения деформаций, рассчитанные для одинаковых условий, в данном варианте значительно отличаются от двух предыдущих.

В этом варианте, как и в двух других, вначале возникают вертикальные деформации, а затем горизонтальные. Горизонтальные деформации проявляются сразу в двух направлениях: крепь выработки изгибается в противоположную сторону от лавы и наклоняется в сторону падения.

При отработке столба обратным ходом деформации выработок остаются теми же (для всех вариантов). В случае, когда подготовительные выработки пройдены под углом к простиранию или по простиранию, нижний штрек оказывается в наихудшем состоянии.

Из вышесказанного следует, что наиболее благоприятный вариант – это когда выработки пройдены с наименьшим углом падения пласта, то есть под углом к простиранию или вкрест простирания, так как в этих случаях деформации выработок будут наименьшими.

Для повторного использования или дальнейшей эксплуатации подготовительные выработки необходимо перекреплять. Поскольку процесс сдвижения длится 1,5-2 месяца, то и время его воздействия на крепление выработок продолжается столько же. Это подтверждается таким фактом. По исследованиям Панишко А.И. [5] зона влияния очистных работ составляет 120-160 м. Если это расстояние разделить на скорость подвигания лавы (70 м/мес), то получаем время 1,7-2,2 мес, в течение которого проявляется влияние очистных работ на

крепь выработки. А это время соответствует продолжительности процесса сдвижения массива горных пород и земной поверхности на данном участке, при данной глубине разработки, которое подтверждается многочисленными инструментальными наблюдениями. Следовательно, перекрепление выработок целесообразно производить по окончании процесса сдвижения. Рассчитать продолжительность активной стадии процесса сдвижения можно по формуле, приведенной в [6]:

$$T_{оп} = 0,5 \frac{H}{V_{д} \cdot \sin \varpi} + \frac{gm \cdot \cos \alpha}{V_{оМАХ}}$$

где  $V_{д}$  – скорость развития деформаций по плоскости сдвижения, м/сутки; зависит от степени метаморфизма пород;  $H$  – глубина ведения очистных работ, м;  $\varpi$  – угол естественного сдвижения массива горных пород, градус;  $V_{оМАХ}$  – максимальная скорость оседания земной поверхности, м/сутки;

На основании вышеизложенного материала можно сделать следующие выводы.

1. При проектировании развития горных работ, зная направление ведения очистных работ, можно предусмотреть выбор крепи соответствующей формы и податливости, а также усиление в направлении максимальных деформаций.

2. При восстановлении выработок необходимо учитывать продолжительность активной стадии процесса сдвижения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. М.С. Четверик, И.Ф. Озеров. Геомеханическая модель сдвижения толщи и земной поверхности при подземной выемке угля // Сборник научных трудов Национальной горной академии Украины. – Днепропетровск, 2000, №9 том 2, с. 3-7.
2. М.С. Четверик, Е.А. Бубнова, Е.В. Андрощук. Влияние сдвижения подработанного массива горных пород на устойчивость выработок и состояние съёмочной маркшейдерской сети // Сборник научных трудов национального горного университета. – Днепропетровск, 2002, №14, том 1, с. 31-38.
3. Новожилов М.Г., Тартаковский Б.Н., Четверик М.С. Горногеометрический анализ и режим горных работ карьеров. – Киев «Наукова думка», 1971, с.144.
4. Тулуб С.Б. Геомеханічні основи та просторово-технологічні рішення забезпечення стійкості виробок вугільних шахт у складно-структурних тріщинуватих порідних масивах // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. – Дніпропетровськ, 2001.
5. Панішко О.І. Обґрунтування параметрів рамно-анкерного кріплення підготовчих виробок в умовах шахт ДХК “Шахтарськантрацит” // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, - Дніпропетровськ, 2002-1.
6. М.С. Четверик, Е.В. Андрощук. Сдвижение земной поверхности, массива горных пород и их влияние на газовыделение в глубоких шахтах // Геотехническая механика Межведомственный сборник научных трудов, 2002. - № 36. – С. 37-41.