

УДК 622.1:622.834.1

Е.А. Сдвижкова (д-р. техн. наук., проф.)**А. С. Кучин** (канд. техн. наук., доц.)**С.Ф. Леонов** (асп.)

Государственный ВУЗ «Национальный горный университет»

СДВИЖЕНИЯ МАССИВА СЛАБОМЕТАМОРФИЗОВАННЫХ ПОРОД В ЗАПАДНОМ ДОНБАССЕ

Представлены результаты инструментальных наблюдений за сдвижением массива горных пород при подработке магистрального штрека в условиях ПСП «Шахта Благодатная» ДТЭК «Павлоградуголь» и слабометаморфизованных горных породах. Наблюдения выполнены с целью установления численных характеристик процесса сдвижения подрабатываемого массива, а именно значений вертикальных и горизонтальных сдвижений над движущимся очистным забоем. В результате экспериментальных исследований установлены и проанализированы величины горизонтальных сдвижений в направлениях, параллельном и перпендикулярном движению очистного забоя. Зафиксированы перемещения массива горных пород вслед за движущимся очистным забоем после окончания его влияния на наблюдательную станцию.

Ключевые слова: подрабатываемый массив, наблюдения, вертикальные и горизонтальные сдвижения, подработка, репер.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Подземная разработка угольных пластов нарушает равновесие горных пород, приводит к их сдвигению и деформации в результате перераспределения напряжений в подрабатываемом массиве. Эти геомеханические процессы негативно влияют на условия проведения и поддержания горных выработок и являются причиной возникновения опасных проявлений горного давления. На поддержание магистральных и подготовительных выработок затрачиваются значительные материальные ресурсы. Принятие обоснованных и эффективных технических решений по обеспечению сохранности выработок в зоне влияния очистных работ невозможно без наличия достоверной информации о перераспределении напряжений и деформаций в подрабатываемом массиве.

Анализ исследований и публикаций. При изучении процесса сдвижения массива горных пород исследования проводились отдельно в условиях земной поверхности и горного массива.

ва. В условиях Западного Донбасса при достаточной изученности процесса сдвижения земной поверхности деформации подрабатываемого массива остаются малоизученными. Результаты расчета вертикальных деформаций в зоне повышенного горного давления по существующим методикам не согласуются с результатами натурных инструментальных наблюдений.

Наблюдения за сдвижением земной поверхности немногочисленны и ограничиваются двумя наблюдательными скважинами с глубинными реперами и двумя наблюдательными станциями в подрабатываемых горных выработках. На основе этих наблюдений предложена схема сдвижения массива горных пород над движущимся очистным забоем [1]. При этом исследования выполнены с целью установления параметров вертикального сдвижения и деформирования горных пород. Горизонтальные сдвижения и деформации массива в Западном Донбасса практически не изучены.

В связи с этим, проведение научных исследований с целью установления закономерностей горизонтального деформирования массива горных пород при разработке пологих угольных пластов в условиях слабометаморфизованных горных пород является актуальной научной и технической проблемой.

Постановка задач исследований. Задачей проводимых экспериментальных исследований является установление численных характеристик процесса сдвижения подрабатываемого массива над очистными выработками шахт Западного Донбасса.

Изложение материала и результаты. Для установления характера пространственного смещения точек массива горных пород во 2-ом западном магистральном откаточном штреке (2ЗМОШ) пласта с₅ ПСП «Шахта Благодатная» заложена подземная наблюдательная станция. 2ЗМОШ подрабатывался очистными работами 128-й лавы пласта с₁ мощностью 1.2 м (рис. 1). Глубина подработки составила 80 м. Наблюдения проводились на 13-ти замерных сечениях (тип 1, рис. 2), заложенных на расстоянии около 20 м друг от друга. На рис. 2 изображена схема расположения наблюдательных точек в замерных сечениях. Дополнительно

заложено 3 замерных сечения (тип 2), состоящих из боковых реперов.

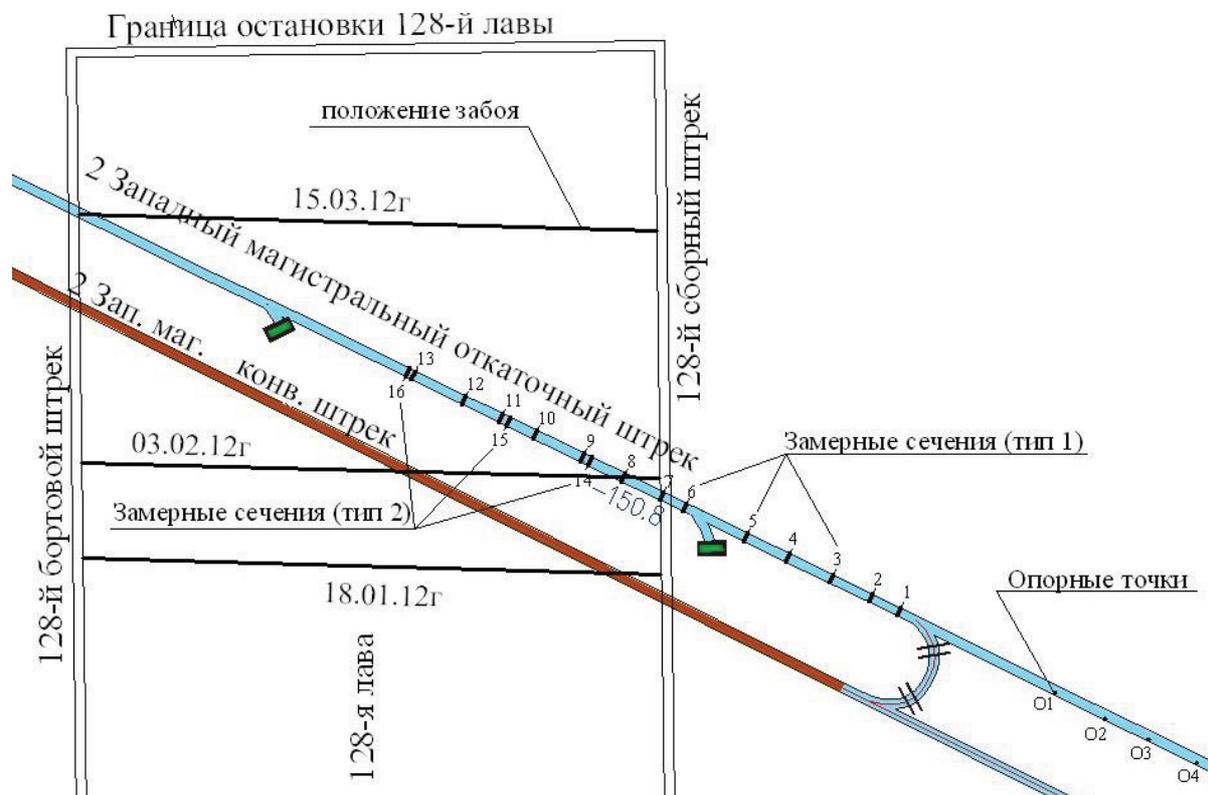


Рис. 1. План подземной наблюдательной станции

Опорные точки заложены вне зоны влияния 128-й лавы на расстоянии свыше 190м от её границы. Наблюдения заключались в измерении пространственных координат съёмочных точек с помощью электронного тахеометра "TOPCON 235N".

Замерные сечения

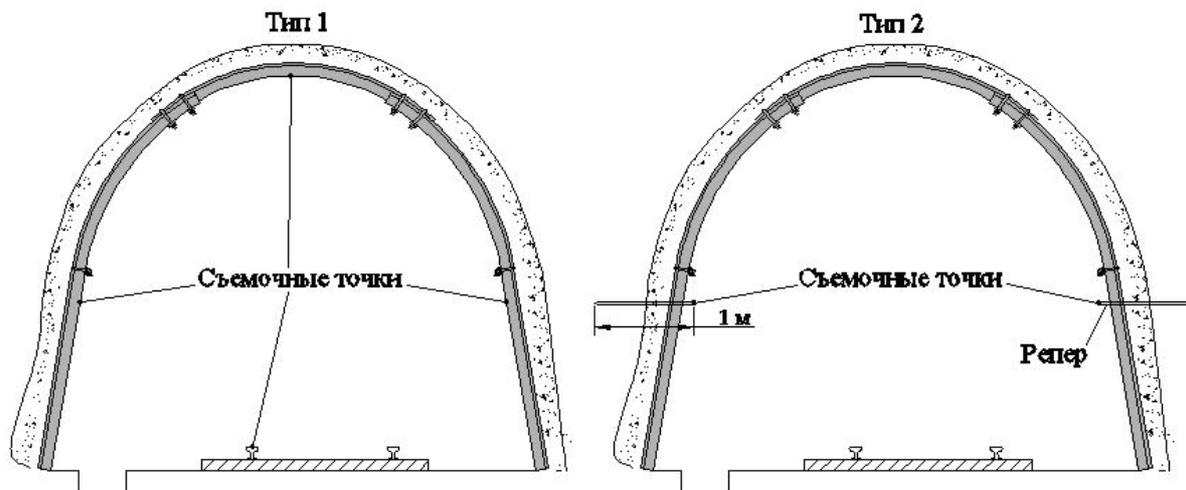


Рис. 2. Схема размещения съёмочных точек в замерном сечении

Закладка наблюдательной станции и производство первого наблюдения выполнено на момент, когда забой 128-й лавы находился на расстоянии 100 м от замерного сечения №1. Всего выполнено 4 серии наблюдений при положении забоя 100, -17, -56 и -165 м. Диагональное расположение магистрального откаточного штрека по отношению к линии забоя позволило фиксировать пространственное смещение съемочных точек на различном удалении от очистного забоя.

Под воздействием горного давления, формирующегося впереди движущегося очистного забоя, в подрабатываемой выработке наблюдается вертикальная и горизонтальная конвергенция, которые снижают «чистоту» эксперимента. Смещение съемочных точек в зоне повышенного горного давления можно разложить на две составляющие: смещение, вызванное перемещением массива горных пород и смещение вследствие конвергенции выработки. Для исключения влияния конвергенции анализ результатов наблюдений выполнен не по съемочным точкам, а по центру тяжести замерного сечения О. Координаты центра тяжести определялись по формуле:

$$X_o = \frac{\sum X_i}{n}, Y_o = \frac{\sum Y_i}{n}, Z_o = \frac{\sum Z_i}{n},$$

где X_o, Y_o, Z_o – координаты центра тяжести, X_i, Y_i, Z_i – координаты съемочных точек замерного сечения, n – количество съемочных точек в замерном сечении ($n=4$).

На момент второго наблюдения в интервале между сечениями №6-8 наблюдались поднятия съемочных точек. При этом поднятия зафиксированы как в почве, так и в кровле выработки. Максимальная величина поднятия центра тяжести сечения составила 30 мм (замерное сечение №6). По мере удаления замерных сечений от забоя лавы поднятия сменились незначительными опусканиями, величина которых достигла 25 мм. Это свидетельствует о волновом характере процесса перераспределения нагрузок впереди движущегося очистного забоя. Скорость подвигания очистного забоя на момент наблюдения составила 4-5 м/сут.

По результатам третьего наблюдения поднятия съемочных точек не зафиксированы. Это можно объяснить снижением ско-

рости подвигания очистного забоя до 60-70 м/мес (2-2.5 м/сут) и его непродолжительными остановками. Проявление горного давления в виде пучения и опускания рам зафиксировано на удалении около 60 м. Разница в опускании реперов и съемочных точек на рамах составила 20-30 мм. Максимальное опускание зафиксировано на 9-ом съемочном сечении на расстоянии 5 м от забоя 128-й лавы (150 мм).

На рис. 3-5 представлены графики вертикальных и горизонтальных смещений съемочных точек на различном удалении L от границы выработанного пространства (128-й сборный штрек). На рис. 4 изображены смещения центра тяжести съемочных сечений.

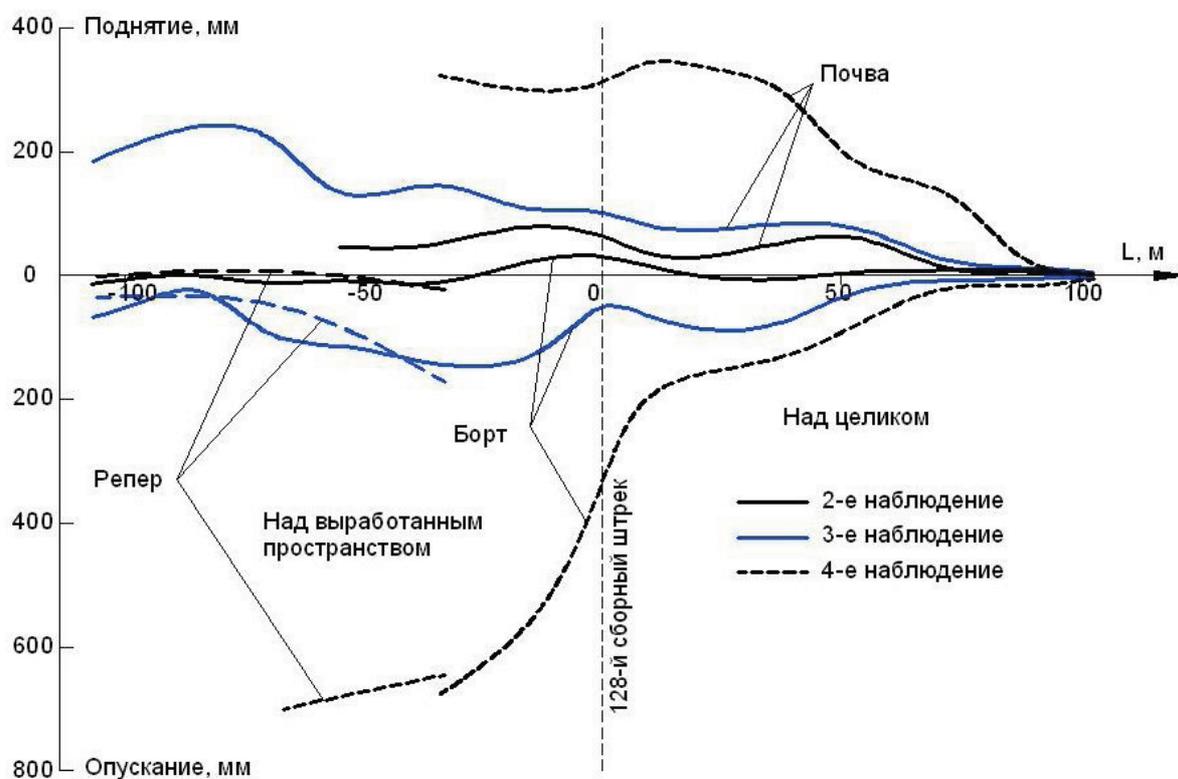


Рис. 3. Вертикальные смещения съемочных точек

Первые признаки проявления горного давления зафиксированы в краевой части на расстоянии $L=90-100$ м от плановой проекции контура выработанного пространства. На момент проведения 4-го наблюдения процесс деформирования 23МОШ на участке заложения наблюдательной станции закончился. Выполнить полный комплекс измерений не удалось вследствие выполнения

подрывки почвы выработки между сечениями №9-13. Максимальные поднятия почвы составили 345 мм (6 сечение), опускания бортов – 679 мм. Вертикальные смещение съемочных точек на стойках арочной крепи и реперов при подработке ЗМОШ имеют близкие значения. Это говорит о малых величинах конвергенции за счет вдавливания стоек в почву (рис. 3). Максимальная конвергенция выработки на исследуемом участке составила 1 м.

Горизонтальные сдвигения ξ^{\perp} (рис. 44.17) в направлении, перпендикулярном движению очистного забоя, проявляются в интервале -55..65 м. Их максимальная величина (85 мм) зафиксирована на расстоянии 8 м от границы 128-й лавы в сторону нетронутого массива. Как и в случае вертикальных смещений величины горизонтальных сдвижений съемочных точек и реперов практически одинаковые. Это свидетельствует о совместном деформировании крепи выработки и приконтурного массива. Максимальная величина ξ^{\perp} составляет 25% от максимального значения горизонтальных сдвижений на земной поверхности (320 мм). Соотношение глубин подработки штрека и земной поверхности составляет 27%. Следовательно, горизонтальные сдвигения равномерно распределяются в пределах подработанной толщи, линейно увеличиваясь с приближением к земной поверхности.

Следует отметить тот факт, что дальность распространения горизонтальных сдвижений в сторону нетронутого массива меньше, чем вертикальных. Это свидетельствует о различных причинах их формирования.

Под действием горного давления борта выработки сближаются с проявлением горизонтальной конвергенции. Следовательно, величины горизонтальных сдвижений ξ^{\parallel} точек в направлении, параллельном движению очистного забоя (рис. 5), формируются под действием двух факторов: под действием горного давления и вследствие горизонтального смещения массива. Уместно предположить, что смещения точек левого и правого бортов выработки под действием горного давления имеют одинаковые величины противоположные по знаку. Исходя из этого, горизонтальное перемещение точек, обусловленное сдвижением подрабатываемого

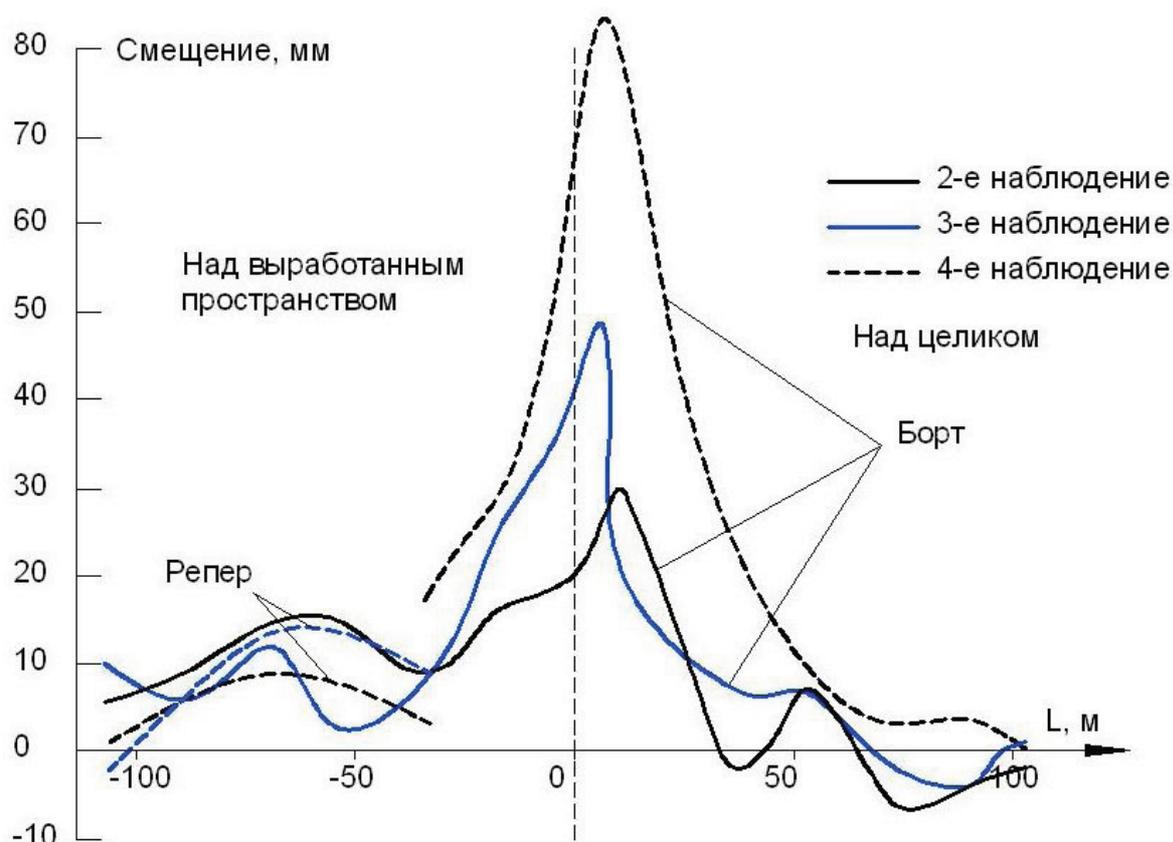


Рис. 4. Горизонтальные смещения съёмочных точек в направлении, перпендикулярном движению очистного забоя

массива, можно определить как среднеарифметическое фактически измеренных горизонтальных сдвижений левого и правого бортов.

На момент первого наблюдения съёмочные точки имели горизонтальные смещения в сторону приближающегося очистного забоя (на рис. 5 они обозначены знаком “-”). Их максимальная величина составила 26 мм. После прохода забоя 128-й лавы под штреком величины горизонтальных сдвижений изменили знак на противоположный. Максимальные величины ξ_{\parallel} (360 мм) зафиксированы по правому борту выработки над выработанным пространством. По мере удаления от границ 128-й лавы их значения постепенно снижаются и на расстоянии 65-70 м от 128-го сборного штрека величины ξ_{\parallel} равны нулю. При этом смещения точек левого борта также имеют положительные значения, но меньшие по величине ($\xi_{\parallel}=120$ мм). Таким образом, горизонтальное перемещение точек, обусловленное сдвижением подрабатываемого массива, составило $\xi_{\parallel}=360-120=240$ мм. Такая

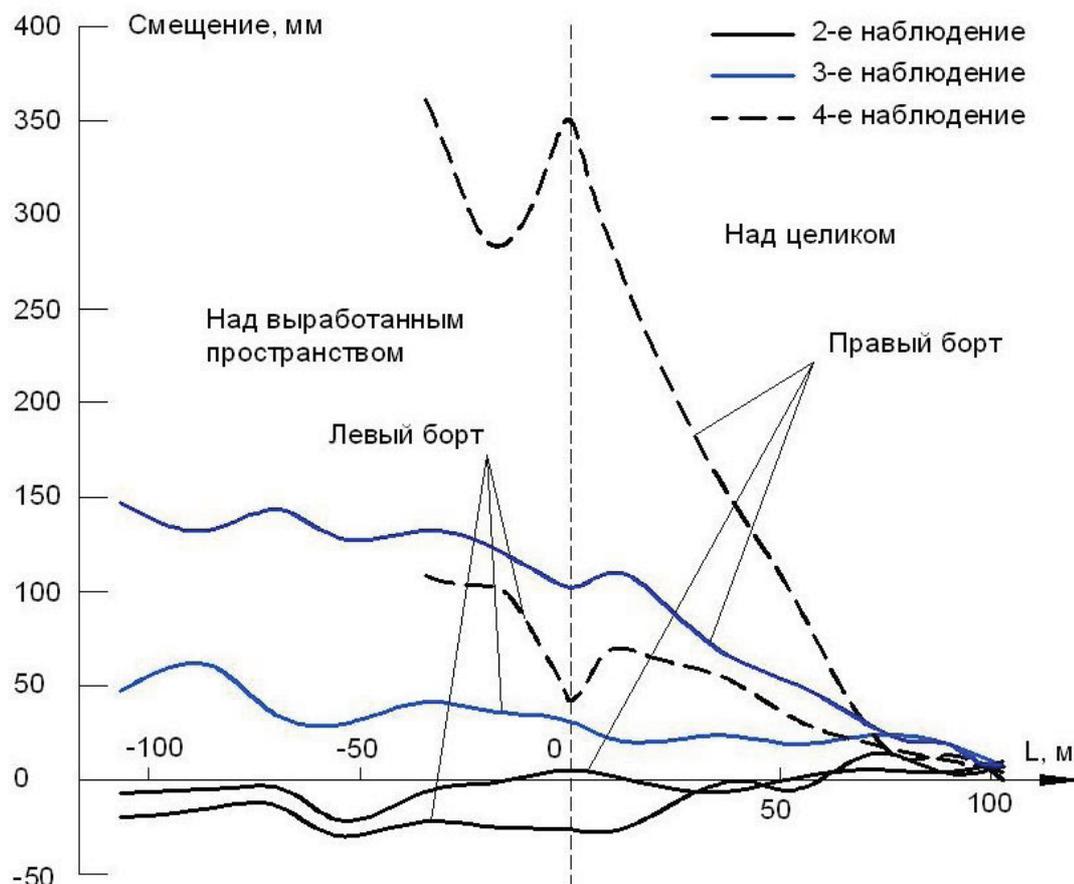


Рис. 5. Горизонтальные смещения съемочных точек в направлении, параллельном движению очистного забоя

же величина горизонтальних сдвижений зафіксована на земній поверхності після прохода 124-й лави в тех же горно-геологічних умовах [2]. Это свидетельствует о том, что горизонтальные сдвигения на удалении 80-330 м в кровлю разрабатываемого пласта имеют постоянную величину.

Выводы и направления дальнейших исследований. В результате экспериментальных исследований процесса сдвижения подрабатываемого массива установлено, что горизонтальные сдвигения в направлении, перпендикулярном движению очистного забоя, равномерно распределяются в пределах подработанной толщи, линейно увеличиваясь с приближением к земной поверхности. При этом горизонтальные сдвигения в направлении, параллельном движению очистного забоя, на высоте 80-ти м в кровлю разрабатываемого пласта (70 вынимаемых мощностей) имеют постоянную величину вплоть до земной поверхности. В

дальнейшем интерес представляет совместный анализ сдвижений земной поверхности и подрабатываемого массива.

Список литературы

1. Ларченко В.Г. Механизм сдвижения толщи горных пород над движущимся очистным забоем / В.Г. Ларченко // Изв. вузов. Горный журнал. – 1979. – № 7. – С. 22-26.
2. Кучин А.С. Сдвижение земной поверхности в плоском дне мульды сдвижения / А.С. Кучин // Матеріали міжнар. конф. «Форум гірників - 2011», 22-25 жовтня 2011 р. Шляхи розвитку маркшейдерсько-геодезичних робіт. – Д.: НГУ. – 2011. – С.261-267.

Стаття надійшла до редакції 19.10.2012.

Рекомендовано до друку д-ром техн.наук Ю.Ф. Кренідою

О. О. Сдвижкова, О. С. Кучин, С.Ф. Леонов

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»

ЗРУШЕННЯ МАСИВУ СЛАБОМЕТАМОРФІЗОВАНИХ ГІРСЬКИХ ПОРІД В ЗАХІДНОМУ ДОНБАСІ.

Наведені результати інструментальних спостережень за зрушенням масиву гірських порід в Західному Донбасі. Спостереження виконані з метою встановлення вертикальних і горизонтальних зрушень над рухомим очистним вибоєм, отримані та проаналізовані їх величини.

Ключові слова: підроблюваний масив, спостереження, вертикальні та горизонтальні зрушення, підробка, репер.

E. A. Sdvigkova, A. S. Kuchin, S. F. Leonov

State Higher Educational Institution “National Mining University”

WEAK ROCK MASS DISPLACEMENT IN WESTERN DONBASS.

The paper presents the results of tool observations of rock mass displacement in Western Donbass. The observations were aimed at defining vertical and horizontal shifts above an advancing face and their values were estimated.

Key words: earth's surface, rock mass, coal seam, vertical and horizontal shifts, working face.