

УДК 622.1:622.834.1

А.С. Кучин, канд. техн. наук, доц.

Государственное высшее учебное заведение  
„Национальный горный университет“, г. Днепропетровск,  
Украина, e-mail: as\_kuchin@mail.ru

## ФОРМИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СДВИЖЕНИЙ ПРИ ОТХОДЕ ЛАВЫ ОТ РАЗРЕЗНОЙ ПЕЧИ

A.S. Kuchin, Cand. Sci. (Tech.), Associate professor

State Higher Educational Institution "National Mining University",  
Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: as\_kuchin@mail.ru

## FORMATION OF THE HORIZONTAL DISPLACEMENT DURING THE LAVA WITHDRAWAL FROM FLOATING FURNACE

Изложены результаты анализа горизонтальных сдвижений и деформаций над движущимся очистным забоем. Установлен размер выработанного пространства, при котором сжатия достигают максимальных величин. Представлены графики соотношения максимальных горизонтальных деформаций растяжения и сжатия при увеличении выработанного пространства.

**Ключевые слова:** наблюдательная станция, земная поверхность, горизонтальные сдвигения и деформации, очистной забой

В процессе сдвижения земной поверхности при разработке пластовых месторождений принято выделять три стадии: формирования мульды сдвижения, синхронного сдвижения и затухания процесса сдвижения [1]. Характер деформирования массива горных пород и поверхности на каждой стадии различен. В меньшей степени изучен процесс сдвижения на стадии формирования мульды сдвижения.

При разработке пологих угольных пластов горизонтальная составляющая процесса является следствием опускания и изгиба породных слоев над границей очистной выработки. При этом принципиального различия в распределении горизонтальных сдвижений над разрезной печью и движущимся очистным забоем ранее установлено не было. Об этом свидетельствует одинаковый характер распределения сдвижений и деформаций, используемый для расчета их ожидаемых величин в нормативном документе [2].

Экспериментальные исследования процесса горизонтального деформирования земной поверхности на стадии формирования мульды сдвижения не многочисленны в силу их трудоемкости. Анализ результатов маркшейдерских инструментальных наблюдений за подработкой профильных линий в условиях Западного Донбасса позволил получить закономерности распределения горизонтальных сдвижений в сечении, параллельном движению очистного забоя [3]. В результате установлено, что в плоском дне мульды сдвижения имеют место смещения земной поверхности в направлении движения очистного забоя. Иными словами, на стадии синхронного сдвижения инструментальными наблюдениями зафиксированы горизонтальные сдвигения, величина которых  $\xi_{\text{конст}}$  остается постоянной на всем протяжении плоского дна мульды (рис. 1).

Для изложения результатов исследований обозначим на стадии формирования мульды сдвижения две полумульды: над монтажной камерой (разрезной печью) и над движущимся очистным забоем. Каждая из них характеризуется несколькими показателями: длиной, величинами максимальных горизонтальных сдвижений и деформаций, положением характерных точек. Результаты ранних исследований указывают на выраженную асимметричность кривых распределения горизонтальных сдвижений и деформаций в полумульдах над разрезной печью и забоем лавы [3]. В момент перехода процесса сдвижения в стадию синхронного сдвижения на границе полумульд присутствуют горизонтальные смещения  $\xi_{\text{конст}}$ , величина которых при дальнейшем увеличении выработанного пространства не изменяется. Это свидетельствует о перемещении точек земной поверхности вслед за движущимся очистным забоем. Следовательно, участок земной поверхности над движущимся очистным забоем имеет меньшие горизонтальные смещения в сторону выработанного пространства, чем участок над разрезной печью.

**Целью** настоящих исследований является установление характера перераспределения горизонтальных сдвижений и деформаций в обозначенных выше полумульдах. В качестве экспериментальной основы для проведения таких исследований использовались результаты маркшейдерских инструментальных наблюдений за сдвижением земной поверхности в Западном Донбассе. Проанализировано 13 профильных линий в диапазоне глубин подработки от 115 до 550 м. Скорость движения очистного забоя находилась в пределах 40–80 м/мес, а по отдельным наблюдательным станциям доходила до 170 м/мес.

Количественным показателем, характеризующим перемещение массива вслед за движущимся очистным забоем, может выступать отношение максимального горизонтального сдвижения в полумульдах над забоем лавы  $\xi_z$  и над разрезной печью  $\xi_p$ . Учитывая функциональную зависимость между горизон-

тальными сдвигами и деформациями, величина  $\xi_3/\xi_p$  должна быть тождественна соотношению максимальных растяжений (сжатий) в обозначенных полумульдах  $\varepsilon_3/\varepsilon_p$ . Вследствие того, что на величины максимальных горизонтальных сдвигов существ-

венное влияние оказывает недостаточная длина профильной линии (проявление малых деформаций за пределами расчетной мулды сдвига), более достоверными являются результаты исследования соотношений  $\varepsilon_3/\varepsilon_p$ .

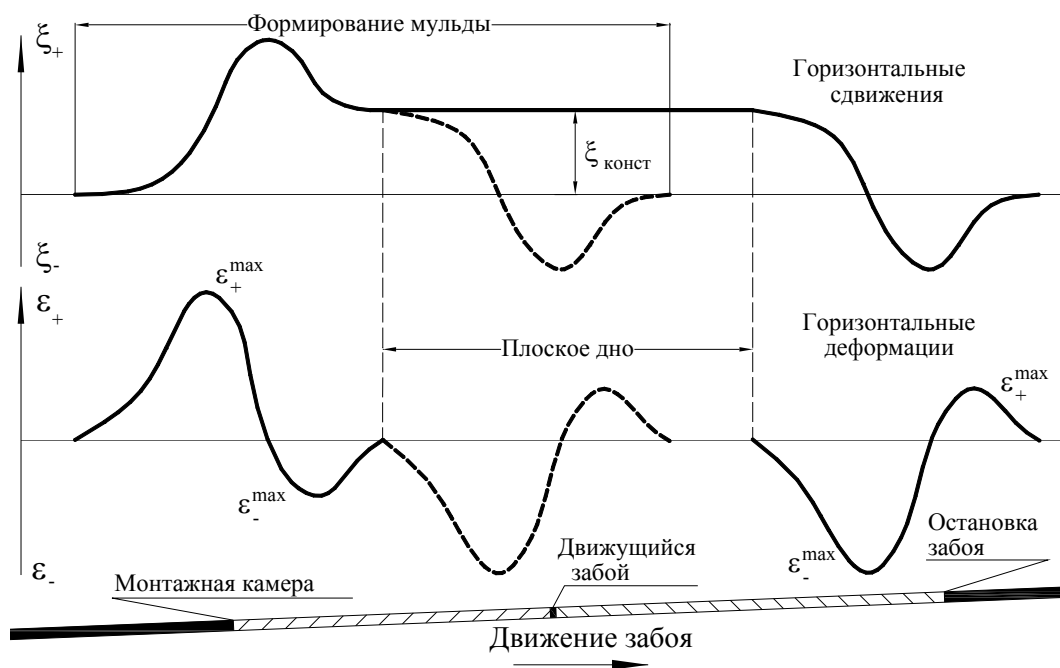


Рис. 1. Схема распределения горизонтальных сдвигов и деформаций в сечении, параллельном движению очистного забоя

Всего проанализировано 83 серии наблюдений, для каждой из которых фиксировалось положение забоя относительно разрезной печи и максимальные величины положительных и отрицательных горизонтальных деформаций. На рис. 2 на примере наблюдательной станции №13 изображены графики горизон-

тальных деформаций земной поверхности при отходе лавы от разрезной печи до наступления условия полной подработки. Пунктирной линией показаны траектории точек с максимальными деформациями сжатия и растяжения в полумульдах над монтажной камерой и забоем лавы.

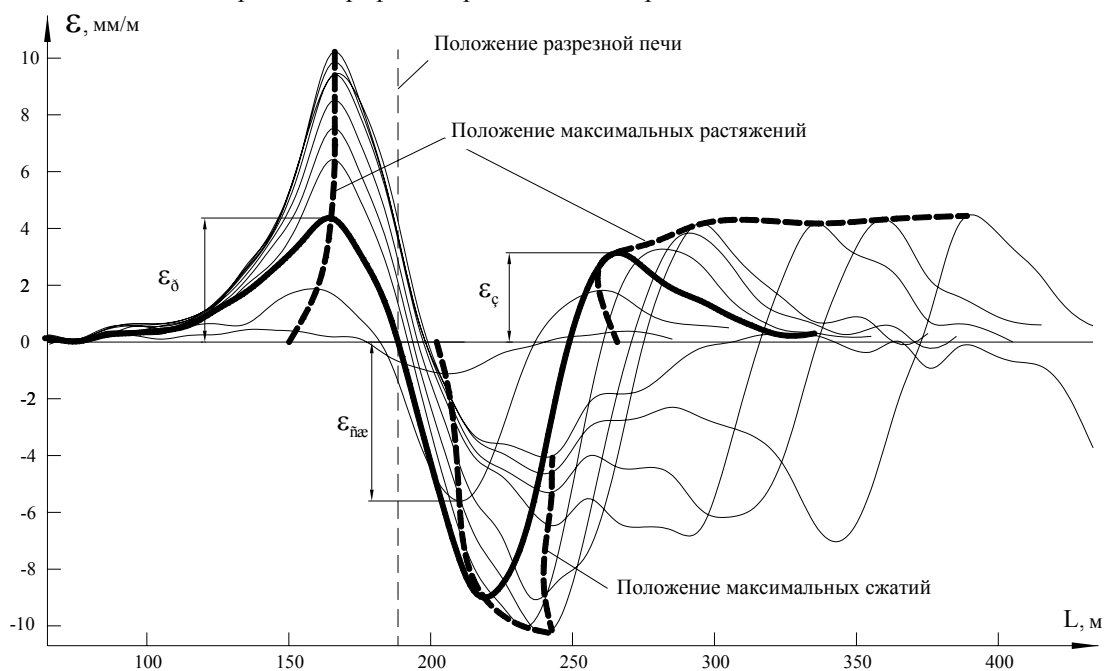


Рис. 2. Графики горизонтальных деформаций земной поверхности наблюдательной станции №13

При увеличении выработанного пространства экстремальные значения положительных деформаций увеличиваются до наступления условий полной подработки. Сжатия характеризуются постепенным увеличением максимальных значений до момента, когда соотношение размера выработанного пространства и глубины разработки  $D/H$  составит 0,71–0,76. После этого наблюдается их снижение до величин, характерных закончившемуся процессу сдвижения. В результате анализа максимальных растяжений по рассматриваемым профильным линиям установлено, что их значения на стадии синхронного сдвижения над разрезной печью в 1,8–2,2 раза превышают значения над движущимся очистным забоем. После остановки забоя увеличения положительных деформаций практически не наблюдается. Установленное различие максимальных величин является причиной смещения точек земной поверхности в сторону движущегося очистного забоя.

На рис. 3 представлена зависимость отношения  $\varepsilon_3/\varepsilon_p$  от соотношения размера выработанного пространства и глубины разработки  $D/H$ . Накопление горизонтальных сдвижений в сторону перемещающейся полумульды над забоем лавы формируется при  $D/H$  равном 0,2...0,35. Разброс значений  $\varepsilon_3/\varepsilon_p$  относительно усредненной кривой можно объяснить неравномерностью движения спаренных очистных забоев по некоторым наблюдательным станциям. На рис. 3 прослеживается тенденция к уменьшению отношения  $\varepsilon_3/\varepsilon_p$  при увеличении размеров выработанного пространства. При достижении  $D/H$  значения 1,5 процесс сдвижения вступает в стадию синхронного сдвижения при полной подработке земной поверхности. Эти результаты подтверждаются исследованиями вертикальной составляющей процесса сдвижения в Западном Донбассе [4].

Характер изменения соотношения максимальных сжатий и растяжений в полумульде над разрезной печью  $\varepsilon_{сж}/\varepsilon_p$  при увеличении выработанного пространства (рис. 4) идентичен зависимости, представленной на рис. 3.

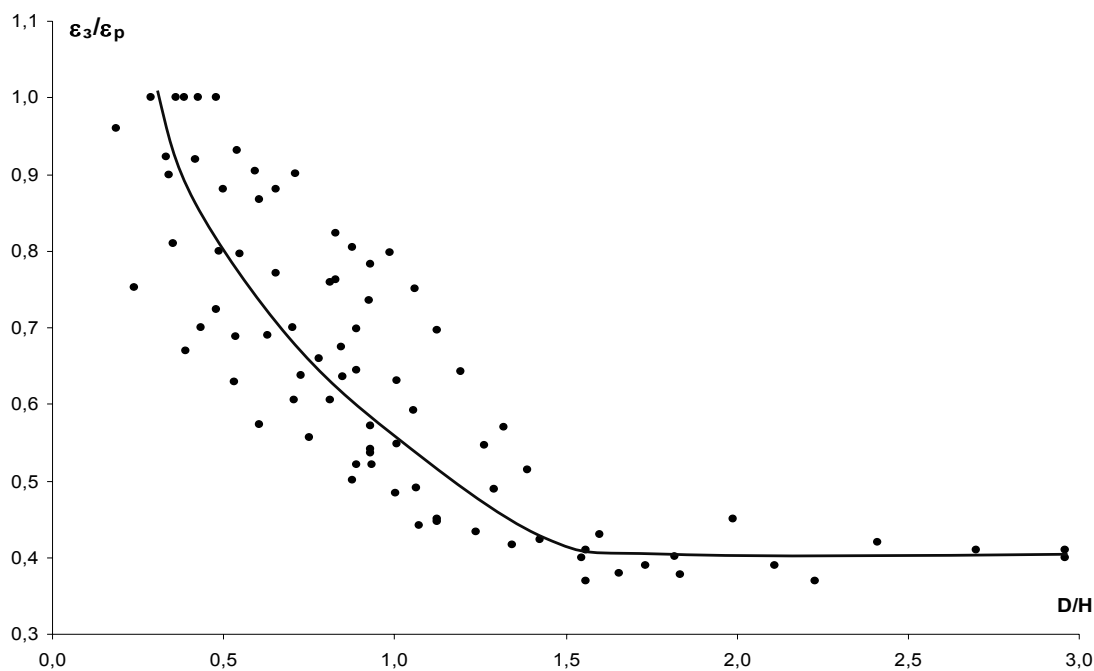


Рис. 3. Зависимость отношения  $\varepsilon_3/\varepsilon_p$  от соотношения размера выработанного пространства и глубины разработки  $D/H$

Как и в предыдущем случае, условие полной подработки земной поверхности выполняется при  $D/H$  равном 1,5. В промежутке  $D/H$  от 0 до 1 значения максимальных сжатий выше, чем растяжений. При дальнейшем увеличении выработанного пространства наблюдается постепенное снижение отрицательных горизонтальных деформаций и после наступления полной подработки земной поверхности соотношение  $\varepsilon_{сж}/\varepsilon_p$  остается равным 0,65. Соотношение сжатий и растяжений  $\varepsilon_{сж}/\varepsilon_p$  над движущимся очистным забоем в зоне синхронного сдвижения составляет  $1:0,63=1,6$ .

**Выводы.**

1. На стадии формирования мульды сдвижения горизонтальные смещения точек земной поверхности над разрезной печью выше, чем над движущимся очистным забоем. Накопление горизонтальных сдвижений в сторону перемещающейся полумульды над забоем лавы начинает формироваться при  $D/H$  равном 0,2...0,35.

2. Максимальные величины сжатий на стадии формирования мульды сдвижения зафиксированы в диапазоне  $D/H$  от 0,71 до 0,76. Переход процесса

сдвигения в стадию синхронного сдвигения наблюдается при  $D/H$  равном 1,5.

3. Установлены зависимости соотношения максимальных горизонтальных деформаций в полумульдах

над очистным забоем и над разрезной печью. Процесс растяжения земной поверхности над разрезной печью проходит более активно, чем над движущимся очистным забоем.

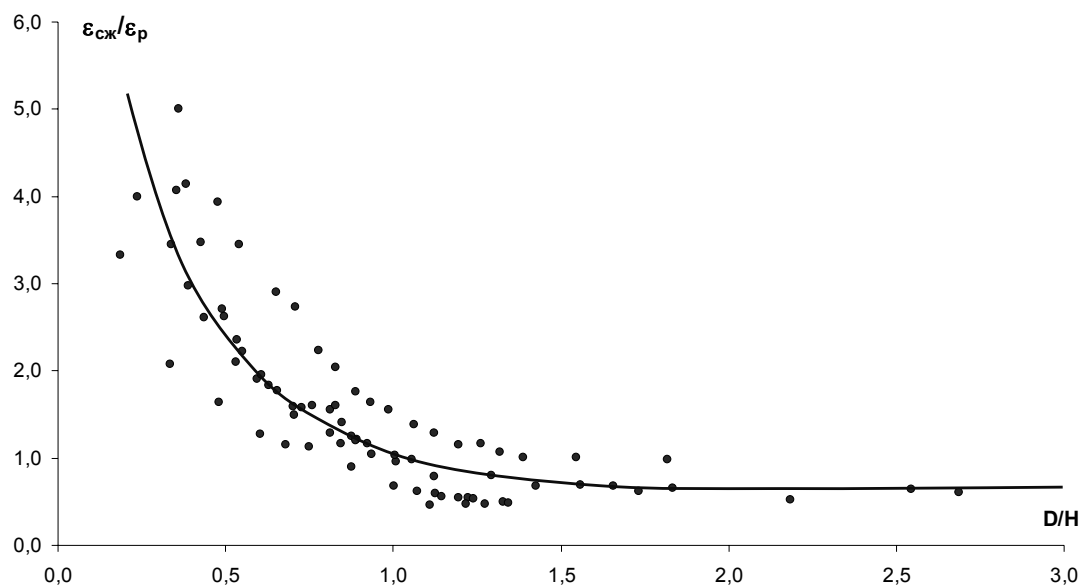


Рис. 4. Залежність відношення  $\varepsilon_{сж}/\varepsilon_p$  від відношення розміра виробаного простору до глибини розробки  $D/H$

#### Список литературы / References

1. Назаренко В.А. О некоторых терминах и определениях процесса сдвигения земной поверхности / Назаренко В.А., Антипенко Г.А. // Уголь Украины. – 2001. – №9. – С. 44–45.

Nazarenko V.A. About certain terms and definitions of Earth surface movement process / Nazarenko V.A., Antipenko G.A. // Ugol Ukrainy. – 2001. – No.9. – P. 44–45.

2. Правила підробки будівель, споруд та природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом: ГСТУ 101.00159226.001-2003. – [Чинний від 2003–11–22]. – К.: Мінпаливенерго України, 2003. – 126 с. – табл. – (Національні стандарти України). – Текст: рос., укр.

Regulations of undermining of buildings, structures and natural objects during underground coal mining: GSTU 101.00159226.001-2003. – [Valid since 2003–11–22]. – K.: Minpalyvenergo of Ukraine, 2003. – 126 p. – tables – (National standards of Ukraine). – Text: Russian, Ukrainian.

3. Кучин О.С. Вплив напрямку руху очистного вибою на процеси зрушення в Західному Донбасі / Кучин О.С. // Вісник ЖДТУ. – 2003. – №3. – С. 196–200.

Kuchin O.S. Influence of mining face driving direction on the process of strata movement in Western Donbass / Kuchin O.S. // Visnyk ZhDTU. – 2003. – No.3. – P. 196–200.

4. Назаренко В.О. Закономерности расположения максимальных оседаний земной поверхности в мульде сдвигения / В.О. Назаренко, Н.В. Йощенко,

Е.В. Стельмашук // Науковий вісник НГУ – 2006. – №10 – С. 8–12.

Nazarenko V.O. Appropriateness of distribution of surface maximal convergence in mould shifting / V.O. Nazarenko, N.V. Jowenko, E.V. Stelmawuk // Naukovyi visnyk NGU – 2006. – No.10 – P. 8–12.

Викладено результати аналізу горизонтальних зрушень і деформацій над рухомих очистним вибоєм. Встановлено розмір виробленого простору, при якому стиснення досягають максимальних величин. Представлено графіки співвідношення максимальних горизонтальних деформацій розтягування і стиснення при збільшенні виробленого простору.

**Ключові слова:** спостережна станція, земна поверхня, горизонтальні зрушення і деформації, очистний вибій

The results of the analysis of displacement and horizontal deformations above the moving coalface are presented. The size of mined-out space with compression reaching maximum is determined. Diagrams of the ratio of maximum horizontal deformation from stress-strain during the increase of the mined-out space are presented.

**Keywords:** observation station, earth surface, horizontal displacement and deformation, coalface

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук А.М. Роснком. Дата надходження рукопису 08.04.11