

МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ НАКЛОНОВ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА СТАДИИ ФОРМИРОВАНИЯ МУЛЬДЫ СДВИЖЕНИЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

*В.А. Назаренко, Е.А. Сдвижкова, А.С. Кучин ГВУЗ "Национальный горный университет",
Украина*

Приведены результаты исследований начальной стадии формирования мульды сдвижения на шахтах Западного Донбасса. По результатам натуральных инструментальных наблюдений разработана пространственно-временная модель формирования наклонов для условий угольных шахт Западного Донбасса. Предложен новый тип изолиний, которые характеризуют время и место возникновения наклонов на земной поверхности.

Одной из основных задач маркшейдерской службы горного предприятия является обеспечение безопасной подработки сооружений и природных объектов. Решение этой задачи зависит от объективности прогнозирования влияния горных выработок на подрабатываемые объекты, что в свою очередь, определяется соответствием принятых исходных параметров условиям разработки месторождения. В настоящее время расчет ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности, являющийся основой для выбора соответствующих мер охраны подрабатываемых сооружений и природных объектов, производится по нормативной методике Правил [1]. Однако действующая методика предусматривает расчет сдвижений и деформаций при закончившемся процессе сдвижения. Результаты расчетов не дают представления о развитии деформаций поверхности во времени и не учитывают различия развития деформаций на отдельных участках зоны влияния очистных работ. Этот факт стал причиной интереса многих исследователей к динамике процесса сдвижения.

На угольных месторождениях исследовано развитие максимальных динамических сдвижений и деформаций, их положение относительно движущегося очистного забоя. Указанные исследования проводились в Западном Донбассе [2], Львовско-Волынском угольном бассейне [3] и других месторождениях и были выполнены для условий стадии синхронного сдвижения, когда в мульде сформировалось плоское дно и профиль движущегося крыла мульды остается неизменным и перемещается синхронно с очистным забоем.

Основываясь на результатах натуральных маркшейдерских наблюдений на шахтах Западного Донбасса, нами была разработана методика пространственно-временного моделирования сдвижений земной поверхности [4]. Эта методика позволяет создать графическую модель развития сдвижений и деформаций над движущимся забоем до момента, пока подработка поверхности станет полной.

Исследования выполнялись по данным натуральных измерений на 8 наблюдательных станциях. Число серий инструментальных наблюдений на станциях различное и изменяется от 2 до 15. Общие горно-геологические условия подработки земной поверхности на анализируемых наблюдательных станциях следующие: глубины залегания разрабатываемых угольных пластов в районе разрезной печи изменяются от 110 до 250 м, мощность наносов – от 50 до 80 м. Вынимаемая мощность пластов 0,65-1,10 м; скорость подвигания очистного забоя 30-80 м/мес.; коэффициент, характеризующий степень подработанности земной поверхности, изменяется от 1 до 0,65; управление горным давлением – полное обрушение.

В работе [5] рассмотрен процесс создания динамической модели развития наклонов для условий шахты «Степная». Эта модель является частным случаем, отражающим условия подработки земной поверхности 713 и 715 лавами пласта c_6' . Для получения модели, характеризующей развитие наклонов в условиях, общих для Западного Донбасса, были созданы хроноизолинейные модели по результатам измерений на всех анализируемых наблюдательных станциях.

Условия подработки наблюдательных станций в значительной мере отличаются и влияние лав, подрабатывающих профильные линии этих станций, проявляется по-разному. По этой

причине частные хроноизолинейные модели не поддаются общему анализу.

Для приведения разрозненных моделей к сопоставимому виду так же, как и в случае с оседаниями, выполнено приведение линейных параметров всех графиков наклонов земной поверхности и, соответственно, параметров D_i и L (рис. 1) к единичному виду. Для этого длины интервалов между реперами профильных линий, величины подвигания очистных забоев и вертикальные размеры геологических разрезов были разделены на соответствующую величину глубины отработки угольного пласта H .

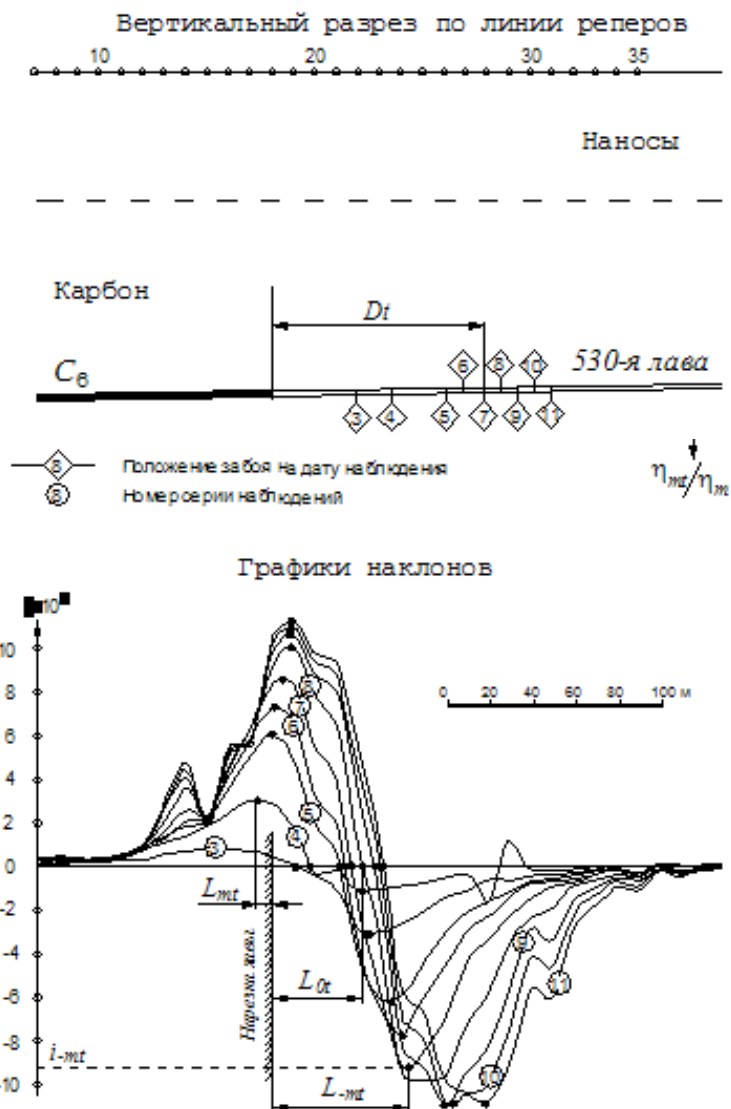


Рис. 1. Графики наклонов по профильной линии наблюдательной станции

Очевидно, что для приведения к единичному виду самих графиков наклонов следует учитывать разницу в максимальных оседаниях η_m земной поверхности над очистными выработками и тот факт, что линейные размеры сечений по профильным линиям и, соответственно, графиков наклонов разделены на величину глубины H .

Деление линейного параметра L на H приведет к увеличению значений наклонов на трансформированном графике пропорционально глубине. В то же время единичный вид графиков по отношению к максимальному оседанию поверхности достигается делением величин η_n и η_{n-1} на η_m . Таким образом, выражение для преобразованных графиков наклонов примет вид

$$i' = \frac{H(\eta_n - \eta_{n-1})}{\eta_m l}. \quad (4.2)$$

С учетом изложенного были трансформированы все хроноизолинейные модели наклонов, построенные по данным наблюдательных станций. Тот факт, что все модели приведены к единичному виду, позволяет совместить их на одном графике, изображенном на рис. 2, а.

Из сводного графика всех изолиний выделены группы с одинаковыми отметками. На рис. 2, б для примера показаны шесть групп изолиний с отметками $1 \cdot 10^{-3}$, $5 \cdot 10^{-3}$, $15 \cdot 10^{-3}$, $-1 \cdot 10^{-3}$, $-5 \cdot 10^{-3}$, $-15 \cdot 10^{-3}$.

Каждая группа одноименных изолиний была рассмотрена отдельно, и по принципу простой арифметической середины определена результирующая линия хроноизонаклонов с отметкой группы.

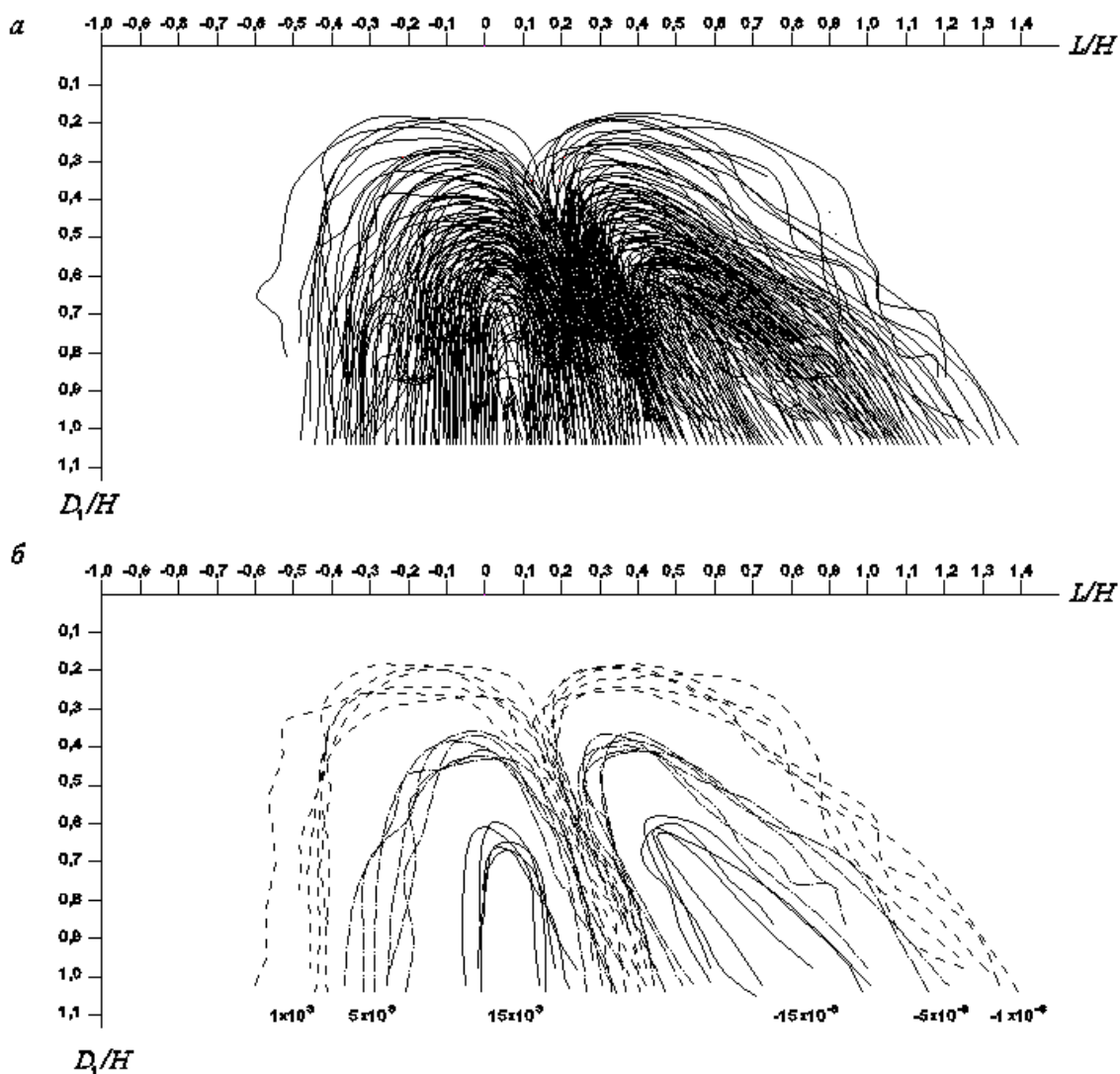


Рис. 2. Сводные графики изолиний хроноизонаклонов:

- а – все изолинии моделей по отдельным наблюдательным станциям;
- б – изолинии с отметками $1 \cdot 10^{-3}$, $5 \cdot 10^{-3}$, $15 \cdot 10^{-3}$, $-1 \cdot 10^{-3}$, $-5 \cdot 10^{-3}$, $-15 \cdot 10^{-3}$

После математической обработки сводной модели получена обобщенная модель, которая характеризует место (координата L/H) и время (координата D/H) возникновения в главном сечении мульды величин наклонов определенной величины. Эта модель показана на рис. 3.

Анализ точности динамической модели выполнен путем ее сравнения со сводными графиками изолиний хроноизонаклонов, представленных на рис. 2, а. В результате оценки отклонений изолиний обобщенной модели от изолиний сводной модели установлено, что средняя квадратическая погрешность планового положения наклонов, определяемых по модели рис. 3, не превышает величины $0,05H$, где H – глубина ведения горных работ.

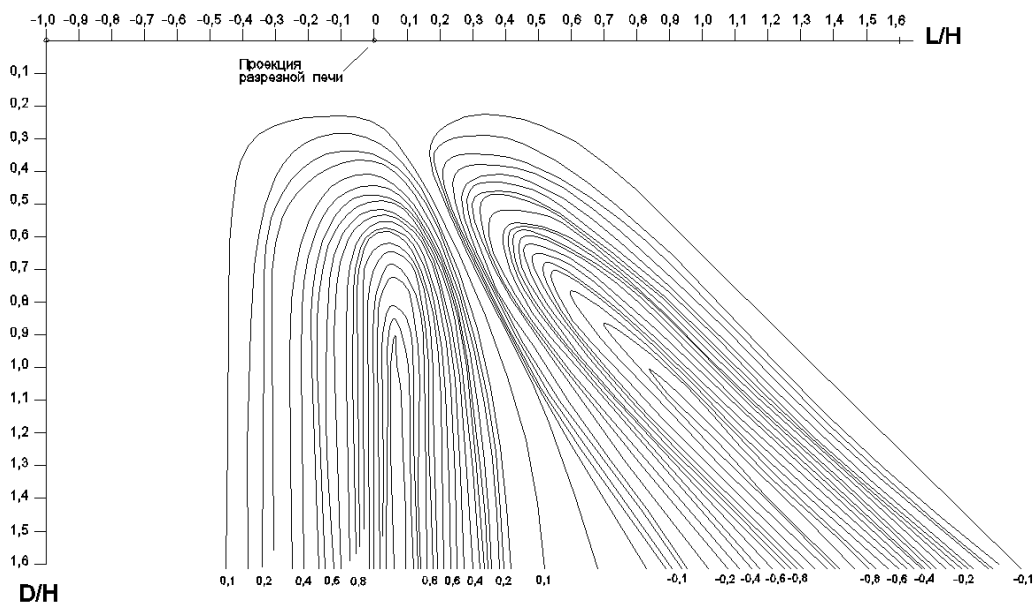


Рис. 3. Динамическая модель развития наклонов в мульде сдвижения, представленная линиями хроноизонаклонов

Выводы.

В результате выполненных исследований на основании анализа натуральных инструментальных маркшейдерских наблюдений за сдвижением земной поверхности на угольных шахтах Западного Донбасса разработана хроноизолинейная модель формирования мульды сдвижения. Эта модель позволяет определять профиль кривой оседания в главном сечении мульды над движущимся очистным забоем при любом его положении относительно разрезной печи.

Разработанная модель может быть использована для прогнозирования ожидаемых наклонов поверхности без выполнения сложных и громоздких математических расчетов. Аналогов в маркшейдерской практике хроноизолинейная модель не имеет.

Опыт и методология исследований, полученные при разработке модели наклонов, позволяют разработать модели развития деформаций поверхности и создать целостную методику определения сдвижений и деформаций поверхности на мало изученной стадии формирования мульды.

Результаты выполненных исследований могут быть использованы для разработки модели процесса сдвижения на угольных шахтах Львовско-Волынского месторождения и районов Центрального Донбасса с горизонтальным и пологим залеганием угольных пластов.

Список литературы

1. Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом // Отраслевой стандарт. – К.: Мінпаливенерго України, 2004. – 127 с.
2. Петрук Е.Г. Исследование деформаций земной поверхности в мульде сдвижения по времени // Изв. вузов. Горный журнал. – 1969. – № 1. – С. 40-43.
3. Иофис М.А., Фастов Г.А. Характер развития деформаций в полумульде над движущимся забоем // Горное давление, сдвижение горных пород и методика маркшейдерских работ / ВНИМИ. – 1965. – Сб. 55. – С. 143-149.
4. Назаренко В.А., Стельмашук Е.В. Пространственно-временное моделирование мульды сдвижения при ее формировании // Геотехнічна механіка: Межвід. зб. наук. праць / Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – Д., 2007. – Вип. 72. – С. 25-31.
5. Назаренко В.А., Стельмашук Е.В. Балафин И.Е. Зависимость максимального оседания и наклона поверхности от подвигания очистной выработки. – Форум гірників-2009. Дніпропетровськ, НГУ, 2009. – С. 65-69.