

В.А. Назаренко, Е.В. Стельмашук

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВИТИЯ НАКЛОНОВ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МУЛЬДЫ СДВИЖЕНИЯ

RESEARCH OF DEVELOPMENT OF SLOPES OF A SURFACE AT FORMATION SURFACE SUBSIDENCE

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

Ключевые слова: *маркшейдерские исследования, мульда сдвижения, пространственно-временная модель наклонов.*

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-Вольнском угольном бассейне [3] и других месторождениях [4, 5] 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 натурных маркшейдерских наблюдений на шахтах Западного Донбасса, нами была разработана методика пространственно-временного моделирования сдвижений земной поверхности [6]. Эта методика позволяет создать графическую модель развития сдвижений и деформаций над движущимся забоем до момента, пока подработка поверхности станет полной.

Ранее были рассмотрены вопросы развития оседаний земной поверхности во времени и описана методика их пространственно-временного моделирования [7]. Основываясь на результатах исследований,

был предложен новый тип изолиний, которые характеризуют образование во времени в главном сечении мульды по направлению движения очистного забоя оседаний определенной величины. Построение пространственно-временной модели наклонов выполнено по аналогии с оседаниями и приведено на примере наблюдательной станции № 8, которая заложена над 713 и 715 лавами пласта c_6' шахты «Степная» ВАТ «Павлоградуголь». На рис. 1, 2 показаны план и графики наклонов земной поверхности по профильной линии реперов № 1.

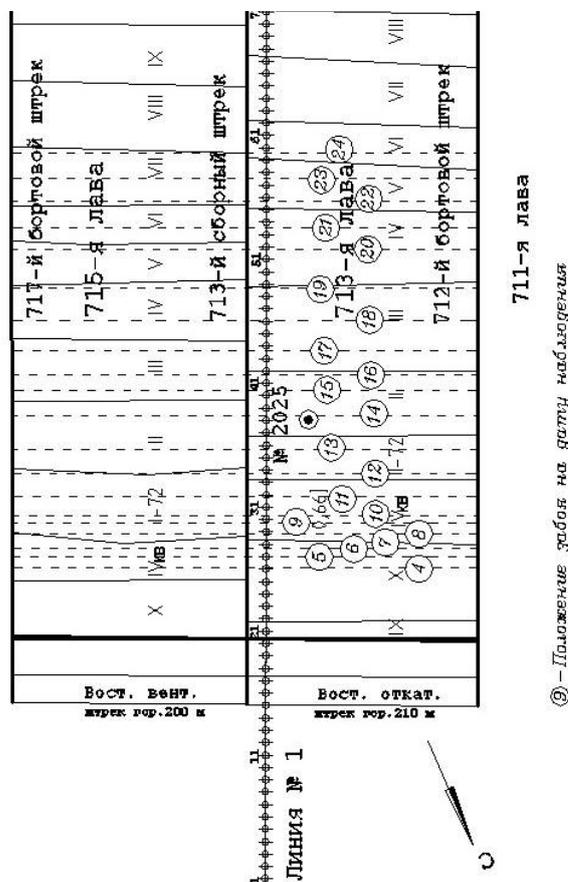


Рис. 1. План наблюдательной станции № 8

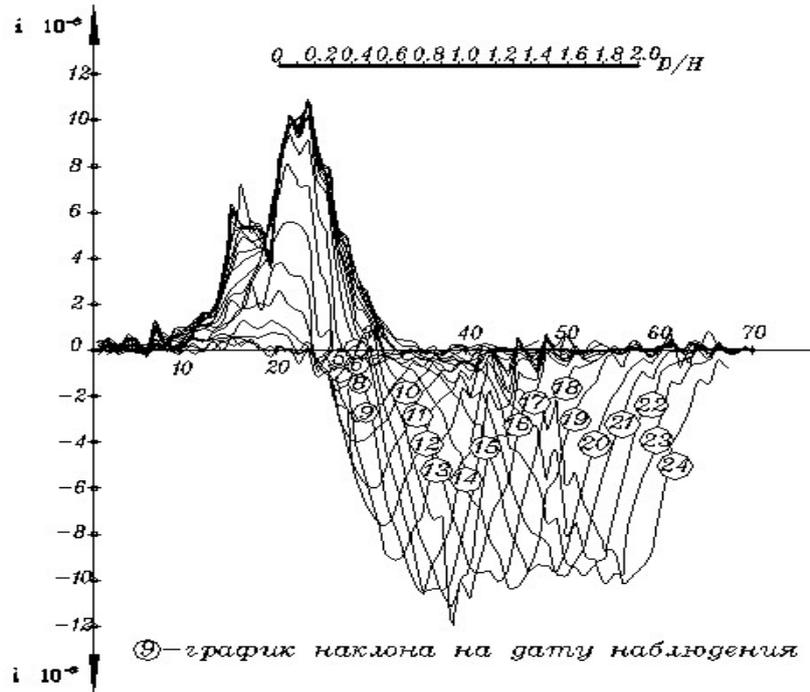


Рис. 2. Графики наклонов земной поверхности над 713 и 715 лавами

Лавы 713 и 715 отрабатывались на глубине 190 метров (глубина над разрезной печью 713-й лавы), мощность наносов составляет 70 м, отношение мощностей пород наносов и карбона – 0,37.

При построении модели использовались результаты 24 серий инструментальных наблюдений, проведенных в течение 10 месяцев с начала

отработки лав. Каждое наблюдение отражает наклон земной поверхности, соответствующий размеру выработанного пространства D_i на дату наблюдения (рис. 2). Создается специальная система координат с учетом глубины разработки H и величины очистного забоя D_i на дату наблюдения (рис. 3).

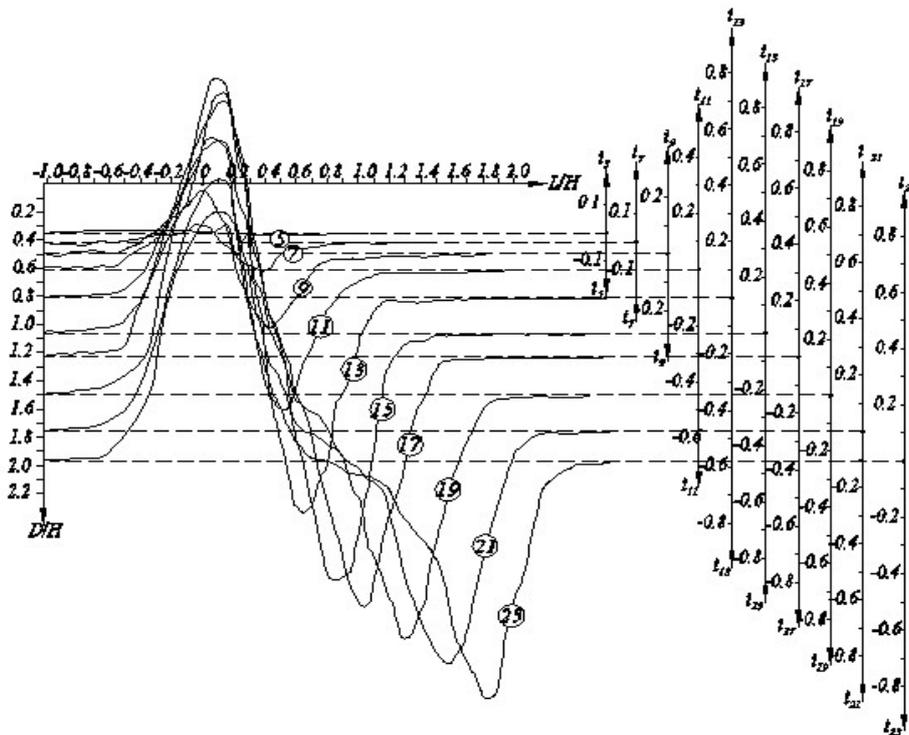


Рис.3. Графики наклонов земной поверхности, размещенные в локальных системах координат

По оси абсцисс откладываются расстояния от проекции разрезной печи на земной поверхности, отнесенные к глубине H (в сторону очистного забоя со знаком «плюс», в сторону массива – со знаком «минус»). По оси ординат откладываются размеры выработанного пространства D_t по направлению движения очистного забоя, отнесенные к глубине H .

В этой системе координат проводятся горизонтальные линии с ординатами, соответствующими положениям забоя на даты наблюдения. В новой системе координат отстраиваются графики наклонов. При этом каждый график имеет свою локальную систему координат, осями абсцисс которой являются ранее проведенные горизонтальные линии, а осью ординат – ось наклонов i . Привязка графиков по горизонтали осуществляется относительно точки «0» (проекция разрезной печи) оси абсцисс исходной системы коор-

динат. Если учесть, что текущий размер выработанного пространства D_t является функцией от времени t , то графики оказываются «разнесенными» во времени. Следующим шагом создания модели процесса сдвижения является отыскание на графиках наклонов отметок с величинами наклона кратными $0,1i$ (рис. 3) и переносе этих отметок с графиков на ось абсцисс соответствующей локальной системы координат (рис. 4). Эти отметки показывают точки земной поверхности, которые на момент наблюдения имеют наклон, равный величине отметки. Точки с одинаковыми отметками на всех локальных графиках соединяются плавными линиями. Физический смысл полученных изолиний заключается в том, что они характеризуют время образования значений наклонов, кратных $0,1i$.

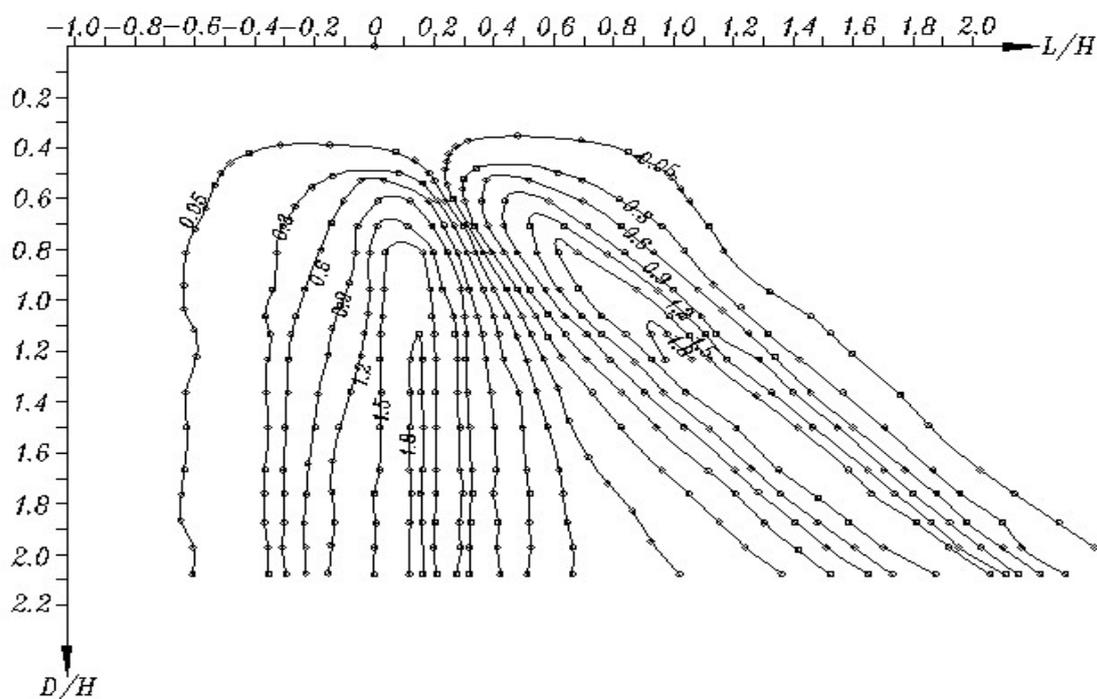


Рис. 4. График развития наклонов при формировании мульды сдвижения над движущимися забоями 713 и 715 лав

В практике изучения сдвижения земной поверхности над горными разработками аналогов полученных нами изолиний нет. Исходя из физической сущности, эти изолинии могут быть названы линиями «хроноизонаклонов».

Построенная модель сдвижения позволяет определить наклоны земной поверхности на любой произвольный момент времени t . Для этого достаточно знать размер выработанного пространства D_t . Выполняется это следующим образом. На графике (рис. 4) проводим горизонтальную линию с ординатой D_t/H , находим точки ее пересечения с линиями хроноизонаклонов и по значениям этих изолиний откладываем величины наклонов.

Концы отложенных отрезков образуют профиль графика наклонов на момент времени t . Аналогичные пространственно-временные модели наклонов по-

строены по наблюдательным станциям № 9,10,12 (ш. Юбилейная), № 13 (ш. Степная), № 1 (ш. Западно-Донбасская). После преобразований, учитывающих различия горно-геологических условий подработки земной поверхности, составлена совмещенная пространственно-временная модель по этим станциям (рис. 5).

Как видно из рис. 5, линии хроноизонаклонов с одинаковыми отметками по разным наблюдательным станциям располагаются близко друг к другу, а в некоторых случаях совпадают. Это свидетельствует о том, что модель в различных горно-геологических условиях Западного Донбасса является действующей и дает предпосылки к созданию общей для шахт Западного Донбасса модели наклонов земной поверхности над движущимся очистным забоем.

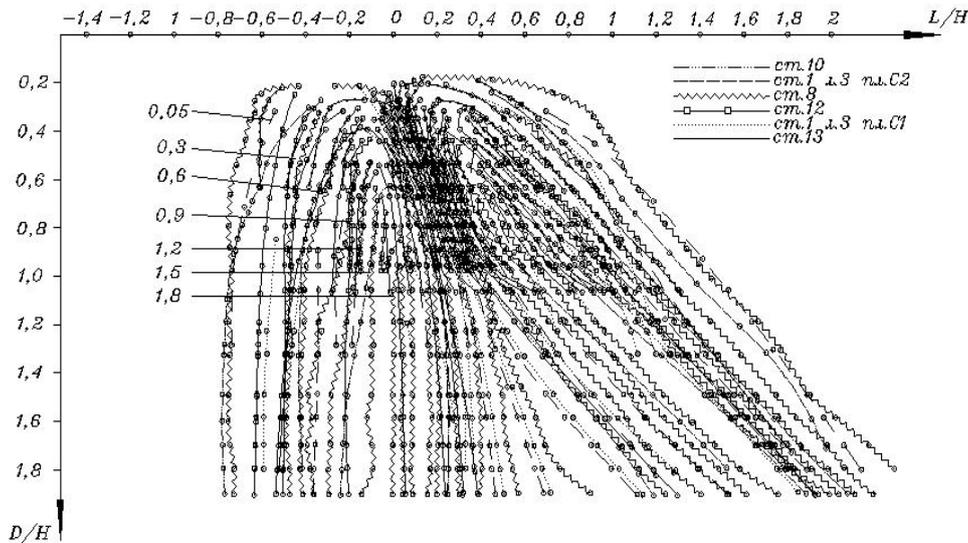


Рис. 5. Совмещенная пространственно-временная модель процесса сдвижения земной поверхности

Выводы. В результате выполненного анализа натурных маркшейдерских наблюдений за сдвижением земной поверхности на угольных шахтах Западного Донбасса разработана и апробирована пространственно-временная модель формирования наклонов над движущимся очистным забоем. Предложен новый тип изолиний, которые характеризуют образование во времени в главном сечении мульды по направлению движения очистного забоя наклонов определенной величины. Исходя из физической сущности этих изолиний, они названы линиями хроноизонаклонов.

После расширения базы данных натурных наблюдений и оценки их точности, совместный анализ моделей для различных горно-геологических условий дает основание для создания общей модели сдвижения для условий Западного Донбасса.

Результаты выполненных исследований являются оригинальными, не имеют аналогов и могут быть использованы для разработки модели наклонов на различных угольных месторождениях с горизонтальным и пологим залеганием угольных пластов.

Обобщенная модель процесса сдвижения предназначена для прогнозирования сдвижений земной поверхности над горными разработками угольных шахт без выполнения сложных и громоздких вычислений.

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 во 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. Медянцева А.Н. Определение интенсивности сдвижения земной поверхности над горными выработками // Сдвигения и деформации массива при разработке месторождений с учетом структуры и механических свойств горных пород / ВНИМИ, 1968. – Сб. 68. – С. 343-348.

5. Doney, E.D., Peng, S.S. and Luo, Y. Subsidence Prediction in Illinois Coal Basin. 10th International Conference on Ground Control in Mining, p.p. 212-219.

6. Стельмащук Е.В., Назаренко В.А. 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.

7. Назаренко В.А., Стельмащук Е.В. Моделирование формирования мульды сдвижения земной поверхности над движущимся забоем // Проблеми гірського тиску. – Д.: ДонНТУ, 2009. – № 17. – С. 36-42.

Наведено результати досліджень початкової стадії формування мульди зрушення на шахтах Західного Донбасу. За результатами натурних інструментальних спостережень розроблена просторово-часова модель формування нахилів. Запропоновано новий тип ізоліній, які характеризують час та місце виникнення нахилів.

Ключові слова: маркшейдерські дослідження, мульди зрушення, просторово-часова модель нахилів.

The findings of investigation of a subsidence trough at a formation stage are explained. The slopes in Western Donbas coal mines are analyzed. A spatial-temporal model of slopes is developed. A new type of contour is proposed. These lines characterize the time and place where the certain slopes are formed.

Key words: surveying studies, basin subsidence, spatio-temporal model of slopes.

Рекомендовано до публікації д.т.н. О.М. Шашенком 12.02.10