

## СТАДИИ ФОРМИРОВАНИЯ МУЛЬДЫ СДВИЖЕНИЯ НАД ОЧИСТНОЙ ВЫРАБОТКОЙ В ЗАПАДНОМ ДОНБАССЕ

*В.А. Назаренко, Е.В. Стельмащук, Национальный горный университет, Украина*

По результатам натуральных инструментальных наблюдений за сдвижением земной поверхности на угольных шахтах Западного Донбасса разработана методика пространственно-временного моделирования сдвижений земной поверхности. Выделены основные зоны, в которых конфигурация изолиний и характер сдвижения различаются. Установлены линейные параметры динамической модели процесса сдвижения земной поверхности над движущимся очистным забоем.

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 обрабатываемые 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 обрабатываемых сооружений и природных объектов, производится с использованием единичных кривых сдвижений и деформаций. Эта методика предусматривает расчет сдвижений и деформаций при закончившемся процессе сдвижения. Результаты расчетов не дают представления о развитии деформаций поверхности во времени.

На угольных месторождениях исследовано развитие максимальных динамических сдвижений и деформаций, их положение относительно движущегося очистного забоя. Указанные исследования проводились в Западном Донбассе [1], Львовско-Волынском угольном бассейне и на других месторождениях и были выполнены для условий, когда в мульде сформировалось плоское дно и профиль движущегося крыла мульды остается неизменным и перемещается синхронно с очистным забоем.

В результате общего анализа сведений о формировании и развитии мульды сдвижения над действующими очистными выработками угольных шахт В.А. Назаренко и Г.А. Антипенко разработана схема сдвижения земной поверхности в процессе отработки лавы [2] от начала оседания земной поверхности до его окончания при пологом залегании разрабатываемого пласта (рис. 1). Согласно этой схеме сдвижения земной поверхности проявляются не сразу после начала отработки лавы, а по достижении ею определенных размеров. С появлением первых признаков сдвижения на земной поверхности формируются две полумульды – "прямая", передвигающаяся в направлении очистных работ, и "обратная", которая распространяется в сторону массива от разрезной печи. По мере развития горных работ размеры и площадь мульды, и, соответственно, обеих полумульд увеличиваются. Величины оседаний в мульде постоянно возрастают, а точка с максимальным значением оседания  $\eta_{mi}$  перемещается по наклонной траектории в сторону перемещения очистного забоя.

Представленная на рис. 1 схема не позволяет прогнозировать процесс сдвижения горных пород и земной поверхности, и не дает представления о продолжительности как отдельных стадий, так и всего процесса сдвижения в целом.

Основываясь на результатах натуральных маркшейдерских наблюдений на шахтах Западного Донбасса, нами разработана методика пространственно-временного моделирования сдвижений земной поверхности. Эта методика позволяет создать графическую модель развития сдвижений и деформаций над движущимся забоем до момента, пока подработка поверхности станет полной [3].

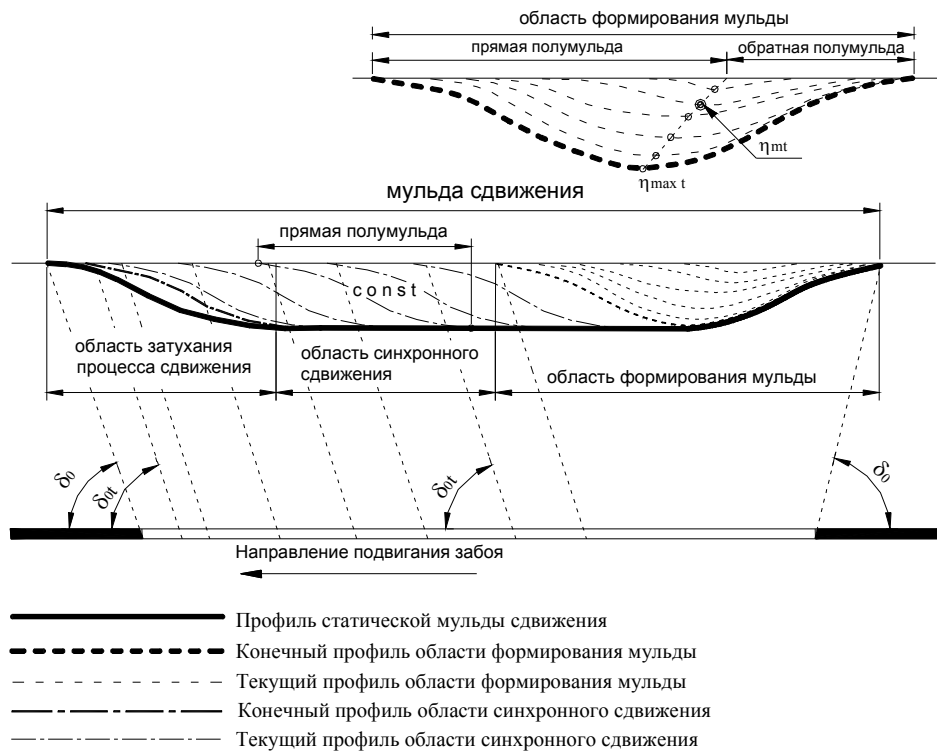


Рис. 1. Схема сдвига земной поверхности в процессе отработки лавы

В полученной модели выделены основные зоны, в которых конфигурация изолиний и характер сдвига различаются, и получен обобщенный график (рис. 2) характерных точек и линий динамической модели процесса сдвига на стадии формирования мульды с указанием этих зон [4].

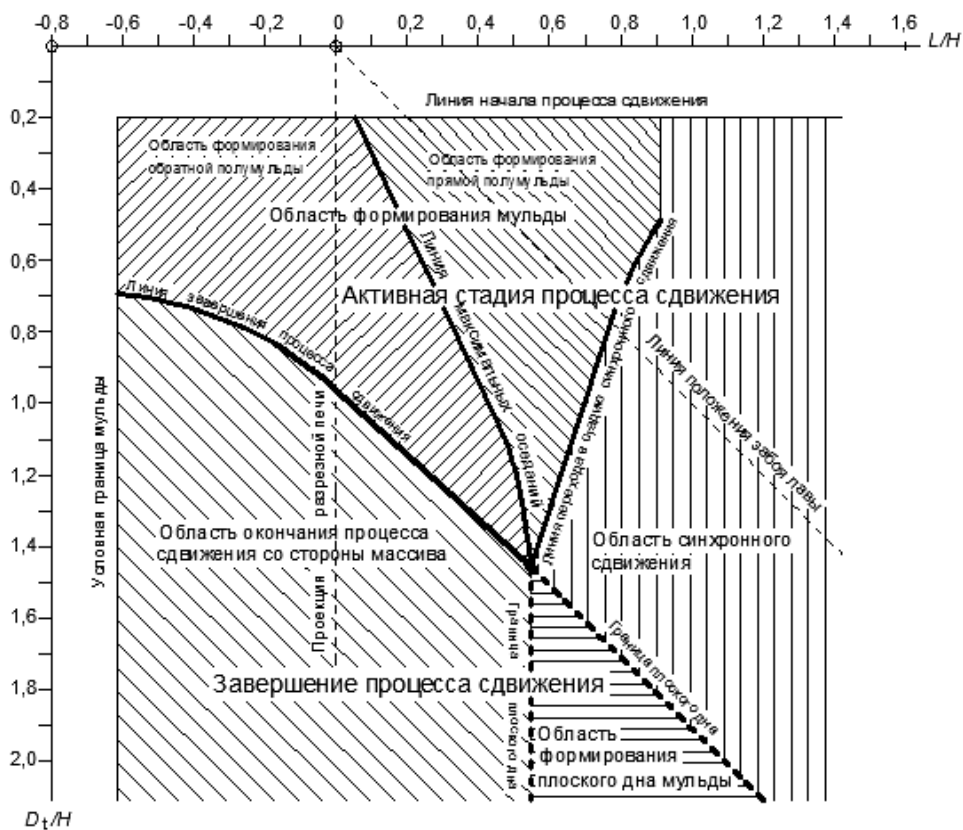


Рис. 2. Номограмма стадий развития процесса сдвига над разрезной печью

Зона 1 характеризуется активным изменением оседаний и положительных наклонов поверхности и соответствует формирующейся обратной полумульде динамической мульды на стадии формирования [2]. Зона 2 так же характеризуется активным изменением оседаний и отрицательных наклонов поверхности и соответствует формирующейся прямой полумульде. Зона 3 обозначает участки земной поверхности, на которых оседания достигли своего предела и процесс сдвижения завершился. Изолинии в пределах этой зоны вертикальны.

Зона №4 соответствует стадии синхронного сдвижения, в которой профиль мульды остается неизменным и прямая полумульда перемещается вслед за очистным забоем. Изолинии моделей в этой зоне параллельны линии положения очистного забоя, что свидетельствует о равенстве скоростей перемещения забоя лавы и динамической мульды на поверхности.

В пятой зоне изолинии оседания и наклонов отсутствуют, здесь оседания достигли максимума и остаются неизменными при увеличении размера выработанного пространства  $D_t$ . Наклоны поверхности равны нулю. Эта зона обозначает плоское дно мульды.

Таким образом, можно сказать, что в зонах 3 и 5 процесс сдвижения завершился, а в зонах 1, 2, 4 – находится в стадии активного развития.

На основании физической сущности динамических моделей [5,6], заключающейся в том, что хроноизолинии определяют время и место возникновения на земной поверхности оседаний и наклонов заданной изолиниями величины, и схемы, изображенной на рис. 2, имеется возможность установить временные параметры процесса сдвижения.

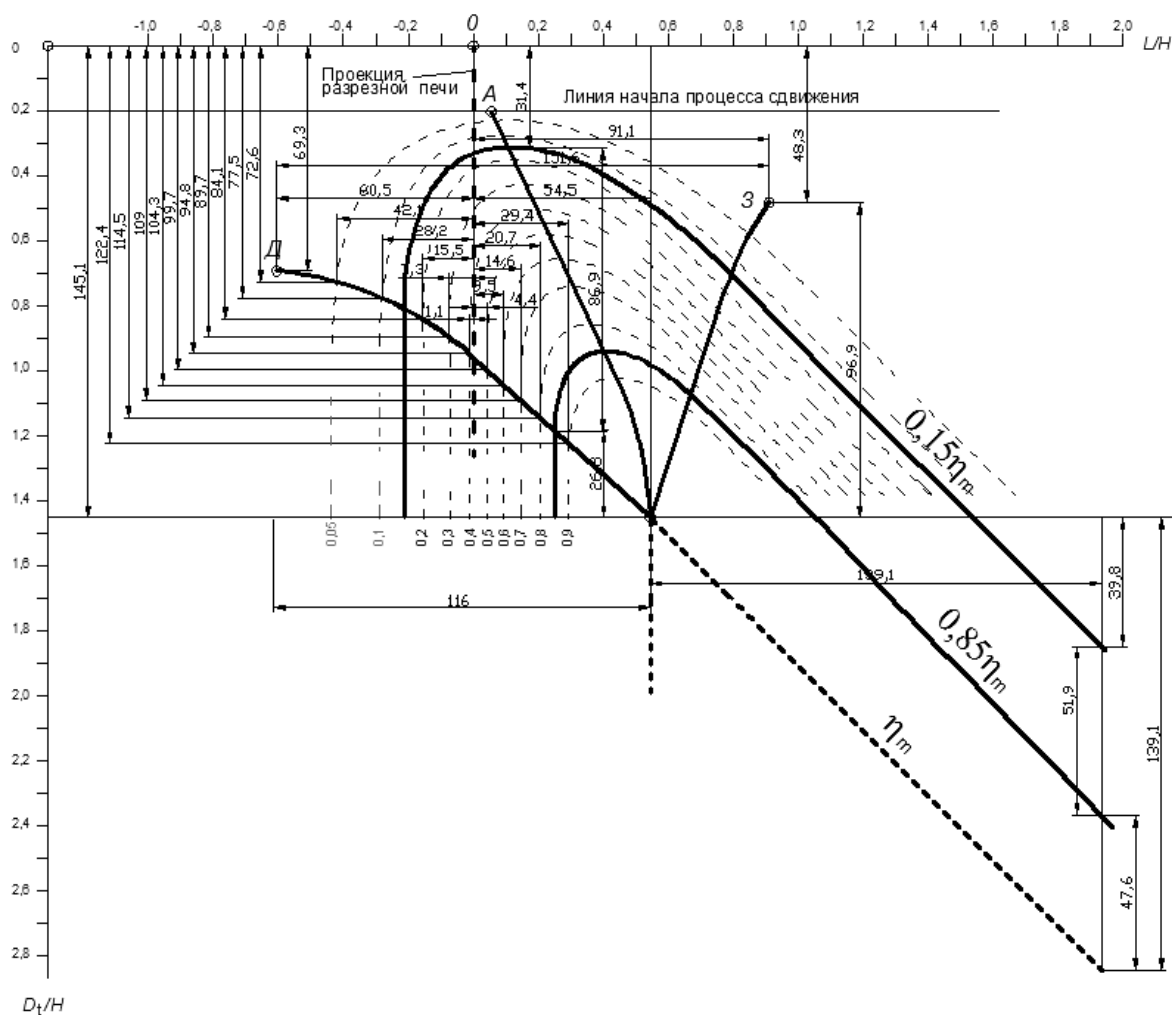


Рис. 3. Линейные и временные характеристики обобщенного графика динамической модели процесса сдвижения

На рис. 3 показаны параметры обобщенной модели оседания и наклонов, обозначающие

расположение характерных точек развития процесса сдвижения относительно проекции разрезной печи (точка  $0$  оси  $L/H$ ) и время их образования, выраженное в величинах подвигания очистного забоя  $D_v/H$ . Эти параметры сведены в табл. 1.

Время протекания отдельных стадий процесса сдвижения, показанных на рис. 3, может быть выражено через скорость подвигания очистного забоя  $v$  (м/мес.), глубину разработки на уровне разрезной печи лавы  $H$  (м) и относительный текущий размер выработки  $D_v/H$  (колонки 4, 5 табл. 1).

Таблица 1

Значения линейных параметров динамической модели процесса сдвижения

Наименование параметра	Расстояние $L/H$ от разрезной печи	Длина интервала $L/H$	Текущий размер выработки $D_v/H$	Интервал $D_v/H$
1	2	3	4	5
Стадия формирования мульды				
Начало процесса сдвижения:				
в центре мульды	0,05		0,20	
обратная полумульда	-0,60		0,69	
Начало активной стадии ( $0,15\eta_m$ ):				
в центре мульды	0,11		0,30	
обратная полумульда	-0,21		0,81	
Продолжительность начальной стадии (до $0,15\eta_m$ ):				
в центре мульды		0,06		0,10
обратная полумульда		0,39		0,12
Окончание активной стадии ( $0,85\eta_m$ ):				
в центре мульды	0,40		0,94	
обратная полумульда	0,25		1,18	
Продолжительность активной стадии (от $0,15\eta_m$ до $0,85\eta_m$ ):				
в центре мульды		0,29		0,64
обратная полумульда		0,46		0,37
Окончание формирования мульды (обратной и прямой полумульд)				
	0,54		1,45	
Продолжительность периода формирования мульды (обратно полумульды)				
		1,16		1,25
Продолжительность формирования прямой полумульды				
		0,37		0,97
Окончание оседания на границе				
	-0,61		0,69	

обратной полумульды				
Окончание оседания с отметкой $0,05\eta_m$	-0,42		0,73	
Окончание оседания с отметкой $0,1\eta_m$	-0,28		0,78	
Окончание оседания с отметкой $0,2\eta_m$	-0,15		0,84	
Окончание оседания с отметкой $0,3\eta_m$	-0,07		0,90	
Окончание оседания с отметкой $0,4\eta_m$	-0,01		0,95	
Окончание оседания с отметкой $0,5\eta_m$	0,04		1,00	
Окончание оседания с отметкой $0,6\eta_m$	0,10		1,04	
Окончание оседания с отметкой $0,7\eta_m$	0,15		1,09	
Окончание оседания с отметкой $0,8\eta_m$	0,21		1,14	
Окончание оседания с отметкой $0,9\eta_m$	0,29		1,22	
Окончание оседания с отметкой $\eta_m$	0,54		1,45	

#### Выводы.

Установленные линейные параметры развития процесса сдвижения земной поверхности над движущимся очистным забоем позволяют усовершенствовать методику прогнозирования влияния горных разработок на подрабатываемые здания и сооружения. Разработанные хроноизолинейные модели раскрывают особенности процесса сдвижения на малоизученной стадии формирования мульды.

#### Список литературы

1. Петрук Е.Г. Исследование деформаций земной поверхности в мульде сдвижения по времени // Изв. вузов. Горный журнал. – 1969. – № 1. – С. 40-43.
2. Антипенко Г.А., Назаренко В.А. О некоторых терминах и определениях процесса сдвижения земной поверхности // Уголь Украины – 2001 – № 9 – С. 44-45.
3. Стельмашук 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. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 72. – С. 25-31.
4. Назаренко В.А., Стельмашук Е.В. Анализ хроноизолинейных моделей процесса сдвижения земной поверхности в условиях Западного Донбасса.//НАУКОВІ ПРАЦІ УКРНДМІ НАН УКРАЇНИ. Випуск 13 (частина 1) / Під заг. ред. чл.-кор. НАН України А.В. Анциферова. – Донецьк, УкрНДМІ НАН України. 2013. – С. 66-74.
5. Назаренко В.А., Стельмашук Е.В. Хроноизолинейная модель оседания земной поверхности над очистной выработкой пологого угольного пласта / Наукові праці ДонНТУ (серія: гірничо-геологічна.– Вип.12(173). – Донецьк, 2010. – 6 с.
6. Назаренко В.А., Стельмашук Е.В. Исследование развития наклонов поверхности при формировании мульды сдвижения // Науковий вісник НГУ. – 2010. – № 4. – С. 18-22.