

Марьевском — (5,5%). В Луганском угленосном районе шахты с токсичными углями отсутствуют. Из известных шахт с токсичными углями на долю Боково-Хрустальского района приходится 45,6%, Должанско-Ровенецкого — 21,1%, Селезневского — 12,1%, Краснодонского — 9,1%, Лисичанского — 9,1% и Алмазно-Марьевского — 3,0%.

В результате проведенных исследований изучено распределение токсичных элементов в углях 86 шахтных полей Северного Донбасса, показаны особенности их распространения, установлены шахты с токсичным углем, определены показатели и составлен кадастр токсичности шахтных полей с токсичным углем, оценены угленосные районы по количеству шахтных полей с токсичным углем.

Библиографический список

1. **Ценные** и токсичные элементы в углях России. Справочник / Ю.Н.Жарков, Е.С.Мейтов, И.Г.Шарова / Под ред. В.Ф. Череповского, В.М. Рогового и В.Р. Клера. — М.: Наука, 1996. — 240 с.
2. **Горовая Н.А., Горовой А.Ф.** Методика оценки и прогноза токсичности твердых промышленных отходов // *Металлургическая и горнорудная промышленность*, 1998. — № 2. — С. 139–141.

© Горовой А.Ф., Горовая Н.А., 2002

УДК 622.1:622.834

ГАВРИЛЕНКО Ю.Н. (ДонНТУ), НАЗАРЕНКО В.А. (НГУ)

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ МУЛЬДЫ СДВИЖЕНИЯ В ЗАПАДНОМ ДОНБАССЕ

Влияние подземных разработок угольных пластов на горные породы и земную поверхность изучалось специалистами практически на всех месторождениях. В результате выявлена физическая сущность процессов, происходящих в горном массиве и на поверхности, установлены общие закономерности формирования области влияния, разработаны различные способы прогнозирования деформаций поверхности и их воздействия на здания и сооружения. Но вопросы сдвижения земной поверхности не утратили своей актуальности. Наоборот, возникают новые проблемы, связанные с изменением технологии и условий ведения горных работ, вовлечением в разработку запасов под застроенными территориями и на участках пластов со сложной геологией.

Методики прогнозирования влияния подземных разработок на угольных месторождениях, положенные в основу нормативных документов [1, 2], приемлемы для условий закончившегося процесса сдвижения земной поверхности и для главного сечения динамической мульды в направлении подвигания очистного забоя. В последнем случае рассчитываются только максимальные значения сдвижений и деформаций. Подрабатываемые объекты в подавляющем большинстве случаев оказываются в зонах влияния движущегося фронта очистных работ вне главных сечений. Применение методик [1, 2] в этих областях зоны влияния выработки становится неэффективным по причине значительных погрешностей. Современные аналитические методы расчета [3] позволяют прогнозировать сдвижения земной поверхности практически для любых условий, но для их проверки соответствия реальным условиям не существует достаточной экспериментальной базы.

Для воссоздания поверхности мульды сдвижения над движущимся очистным забоем разработана методика интерпретационного моделирования [4]. Она основана

на закономерностях сдвижения точек земной поверхности в зависимости от их положения относительно движущегося очистного забоя и заключается в использовании результатов кратковременных наблюдений за оседанием реперов профильных линий, заложенных перпендикулярно направлению подвигания забоя. Применение методики позволило смоделировать поверхности 11 мульд над движущимися очистными забоями шахт Западного Донбасса. Условия подработки этих наблюдательных станций приведены в табл. 1.

Табл. 1. Горно-геологические условия подработки земной поверхности на наблюдательных станциях Западного Донбасса

Станция	Шахта	Средняя глубина Н, м	Мощность карбона к, м	Мощность наносов п, м	h/к	h/Н	Мощность пласта ш, м	Скорость подвигания забоя v, м/мес
19	Степная	240	155	85	0,55	0,35	0,95	50
9	Юбилейная	225	140	85	0,61	0,37	0,73	49
14	Степная	210	120	90	0,75	0,43	1,02	72
4	Першотравнева	205	110	95	0,86	0,46	0,65	41
7	Степная	200	115	85	0,74	0,42	0,72	58
11	Першотравнева	150	80	70	0,88	0,46	0,70	61
3	Степная	150	70	80	1,14	0,53	0,9	31
5	Першотравнева	150	50	100	2,0	0,66	0,8	50
10	Юбилейная	150	90	60	0,88	0,40	1,05	20
17	Степная	140	76	64	0,87	0,46	0,88	68
12	Степная	100	50	50	1,0	0,50	1,00	55

Для анализа распределения сдвижений в динамической мульде разработана специальная методика, в основу которой положены следующие предпосылки. Поверхность мульды сдвижения изображается в изолиниях оседаний (линиях одинаковых оседаний), формируется по определенным закономерностям и может быть описана математически. Изолинии, посредством которых изображается эта поверхность, так же должны иметь математическое описание. Но мульда формируется под воздействием многих факторов, и определить вид конкретной математической зависимости, описывающей в целом конфигурацию изолиний, представляется сложным. Каждую изолинию можно разбить на отдельные участки, имеющие правильные геометрические формы (отрезки прямых линий, дуги окружностей и др.) и выявить взаимосвязь этих элементов и их параметров. Существование такой взаимосвязи свидетельствовало бы о наличии пусть не явной, но реальной математической сущности изолинии поверхности мульды. Совокупность данных по всем изолиниям будет представлять большой массив информации, анализ которой позволит изучить и установить общие закономерности геометрического строения мульды.

Использование изложенных принципов при исследовании геометрических параметров поверхностей мульд над движущимися очистными забоями шахт Западного Донбасса позволило установить, казалось бы, простой, но очень важный факт: изолинии оседания земной поверхности в динамической мульде сдвижения описы-

ваются дугами окружностей (вопреки мнению, что границы мульды имеют форму эллипса [5]).

Анализ расположения окружностей и их центров выявил две отличающиеся по геометрическому строению области: внешнюю, располагающуюся большей частью за пределами проекции очистной выработки, и внутреннюю — над очистной выработкой.

Внешняя область мульды характеризуется концентрическим расположением окружностей, описывающих изолинии оседания. Центры окружностей расположены на одной вертикальной линии и в плане совпадают (точка O_1 , рис.1). Изолинии внутренней области описываются дугами окружностей, центры которых не совпадают, но располагаются в пространстве на некоторой плоской кривой линии O_1O_2 . В плане эта линия изображается как отрезок прямой, проходящий через проекцию совмещенных центров окружностей внешней области. Границей между областями является дуга внутренней окружности первой из названных областей, и она проходит через точки мульды, в которых наблюдаются наибольшие значения наклонов поверхности.

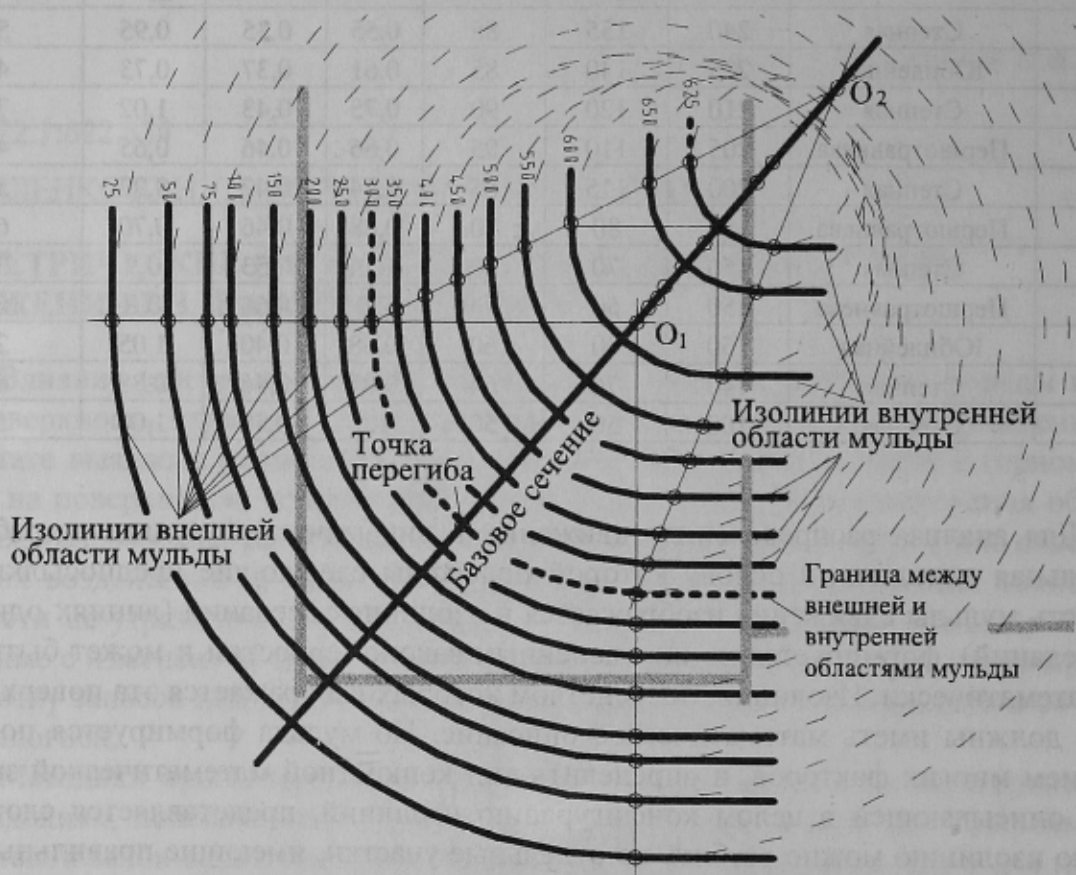


Рис. 1. Геометрическое строение поверхности динамической мульды сдвижения

Таким образом, проекции центров всех окружностей, описывающих изолинии оседания динамической мульды сдвижения, лежат в плане на одной прямой. Это позволяет предположить, что данная линия или сечение мульды, совпадающее с ней, является особенным для рассматриваемой мульды. Назовем его «базовым» сечением динамической мульды.

На рис. 2 показано базовое сечение динамической мульды, полученное для условий наблюдательной станции №5 шахты «Першотравнева». Как видно из рисунка, в главном сечении имеется три характерные точки:

- точка перегиба кривой оседания (т. А), разделяющая внешнюю и внутреннюю области мульды;
- точка O_1 , в которую проектируются центры окружностей внешней области;
- точка O_2 — конец линии, на которой лежат центры окружностей внутренней области.

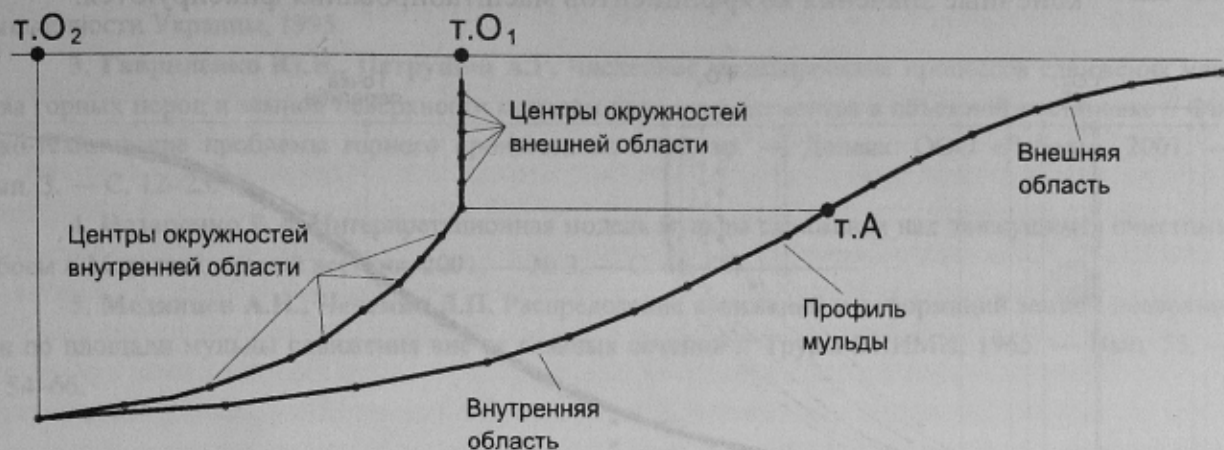


Рис. 2. Базовое сечение динамической мульды и его элементы

Распределение оседаний и расположение характерных точек в главных сечениях различных мульд значительно отличаются друг от друга (рис.3), но после определенных преобразований все кривые оседания земной поверхности практически сливаются в одну линию (рис. 4).

Преобразования по оси ординат заключались в приведении кривых, изображенных на рис.3, к единичному виду. Для этого оседания по каждой из наблюдательных станций делились на величину вынимаемой мощности пласта. В результате приведенные безразмерные максимальные оседания по всем анализируемым мульдам оказались практически одинаковыми. Их средняя величина равняется 0,85.

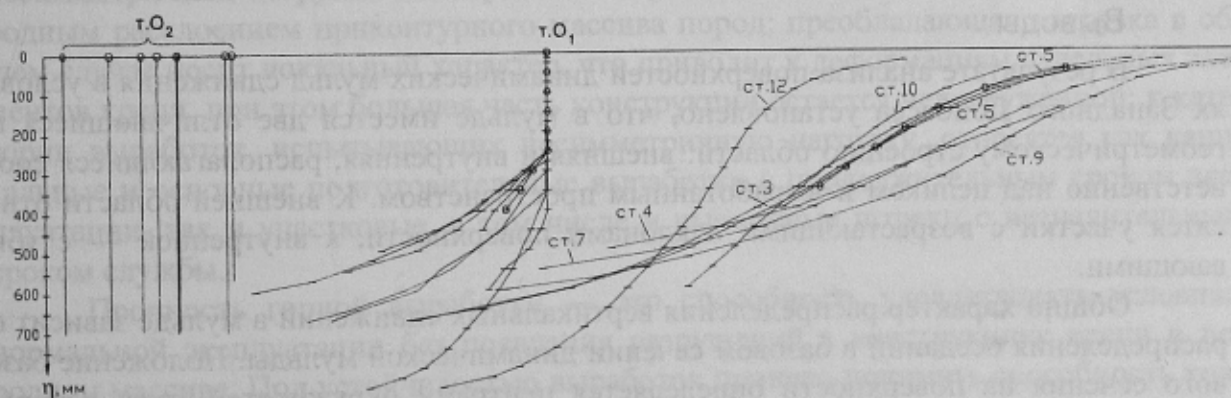


Рис. 3. Профили динамических мульд сдвижения по главным сечениям, сведенные в точке O_1

Преобразование кривых оседания по оси абсцисс выполнялось в такой последовательности:

- в качестве исходной точки для каждой из кривых принята точка перегиба;
- все кривые оседания сводятся воедино в исходных точках;

- одна из анализируемых линий принимается в качестве эталона (в нашем случае в качестве такой линии принята кривая оседания по базовому сечению мульды наблюдательной станции № 5);
- изменением горизонтального масштаба каждый из анализируемых профилей трансформируется до максимального совпадения с эталонным профилем;
- конечные значения коэффициентов масштабирования фиксируются.

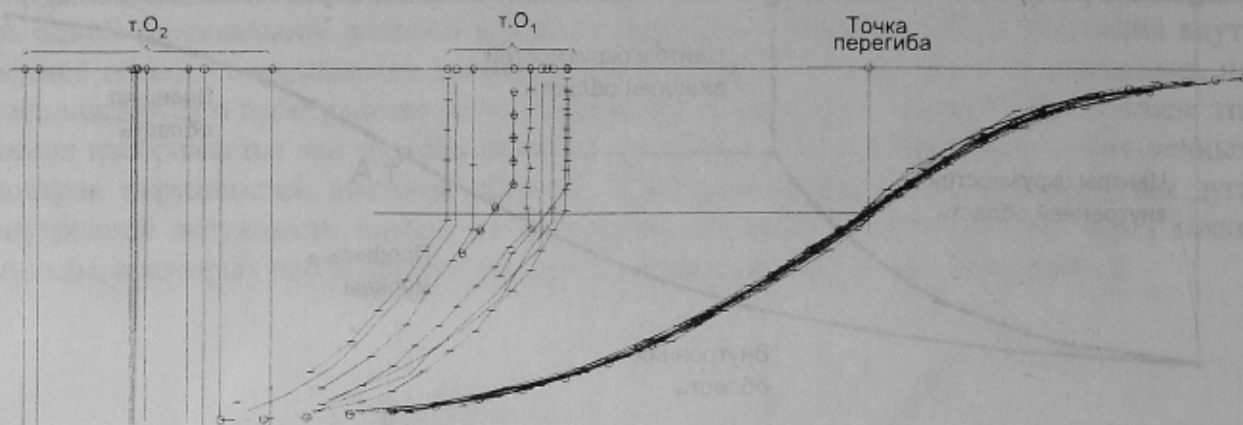


Рис. 4. Профили динамических мульд сдвижения по главным сечениям, приведенные к единому виду

Анализ результатов моделирования позволил установить зависимость длин участков l_1 внешней и l_2 — внутренней областей мульды (рис.2) от горно-геологических условий подработки земной поверхности, в частности, от соотношения мощностей наносов h и коренных пород k :

$$l_1 = (0,31k + 0,64h);$$

$$l_2 = (0,92k + 1,14h).$$

Выводы

В результате анализа поверхностей динамических мульд сдвижения в условиях Западного Донбасса установлено, что в мульде имеется две отличающиеся по геометрическому строению области: внешняя и внутренняя, располагающиеся соответственно над целиком и выработанным пространством. К внешней области относятся участки с возрастающими наклонами поверхности, к внутренней — с убывающими.

Общий характер распределения вертикальных сдвижений в мульде зависит от распределения оседаний в базовом сечении динамической мульды. Положение базового сечения на поверхности определяется центрами окружностей, дуги которых описывают изолинии оседания. Геометрические параметры базового сечения и распределение оседаний в нем зависят от геологического строения подрабатываемой толщи и описываются показательной функцией.

Установленные закономерности относятся к горизонтальному залеганию пород и могут служить в качестве эталона при изучении динамических мульд сдвижения в условиях пологого и наклонного залегания пород.

Библиографический список

1. **Правила** охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок на угольных месторождениях / Министерство угольной промышленности СССР. — М.: Недра, 1981. — 288 с.
2. **Временные технические условия** по охране сооружений и природных объектов от влияния подземных горных разработок. КД 12.00159226.013–95. — Донецк: Министерство угольной промышленности Украины, 1995.
3. **Гавриленко Ю.Н., Петрушин А.Г.** Численное моделирование процессов сдвижения массива горных пород и земной поверхности методом конечных элементов в объемной постановке // Физико-технические проблемы горного производства / Сб. тр. — Донецк: ООО «Лебедь», 2001. — Вып. 3. — С. 12–25.
4. **Назаренко В.А.** Интерпретационная модель мульды сдвижения над движущимся очистным забоем // Маркшейдерский вестник, 2001. — № 3. — С. 46–49.
5. **Медянцев А.Н., Чепенко Л.П.** Распределение сдвижений и деформаций земной поверхности по площади мульды сдвижения вне ее главных сечений // Труды ВНИМИ, 1965. — Вып. 55. — С. 54–66.

© Гавриленко Ю.Н., Назаренко В.А., 2002

УДК 622.281

МАРТЫНЕНКО С.В. (Национальный горный университет)

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ СО СЛУЧАЙНЫМИ НЕДЕТЕРМИНИРОВАННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Опыт поддержания выработок, закрепленных металлической арочной крепью, в устойчивом состоянии позволяет отметить следующее: деформация элементов крепи и возникающие в профиле максимальные моменты обусловлены воздействием несимметричной нагрузки со стороны массива, что связано с повышенным неоднородным расслоением приконтурного массива пород; преобладающая нагрузка в общем случае носит локальный характер, что приводит к деформациям отдельных элементов крепи, при этом большая часть конструкции остается недогруженной; к категории выработок, испытывающих несимметричную нагрузку, относятся как капитальные и основные подготовительные выработки с продолжительным сроком эксплуатации, так и участковые, в том числе и выемочные штреки с незначительным сроком службы.

Прочность горной выработки — это способность удовлетворять условиям нормальной эксплуатации без появления разрушений в конструкциях крепи и породном массиве. Под устойчивостью выработок принято понимать способность конструкций крепи или вмещающего породного массива сохранять статическое равновесие, т.е. неизменность первоначального периметра (формы). Следует подчеркнуть, что сформулированное требование устойчивости принципиально отличается от распространенного в горной практике специфического требования устойчивости горных выработок, предусматривающего безопасную их эксплуатацию в течение заданного срока службы при заданном режиме эксплуатации, что больше подходит к определению долговечности.