

Филатьев М.В.
(Дон ГТУ, г. Алчевск, Украина)

ОСОБЕННОСТИ СОВМЕСТНОГО ОСЕДАНИЯ ПОДРАБОТАННОЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ПОРОД

Приведені результати статистичної обробки експериментальних даних. Встановлено, що зміна максимального осідання земної поверхні і підроблених порід при збільшенні відстані від пласта, що розробляється, описуються практично однаковими експоненціальними залежностями.

Ключові слова: *земна поверхня, підроблені породи, осідання, кореляційний аналіз.*

Приведены результаты статистической обработки экспериментальных данных. Установлено, что изменение максимального оседания земной поверхности и подработанных пород при увеличении расстояния от разрабатываемого пласта описываются практически одинаковыми экспоненциальными зависимостями.

Ключевые слова: *земная поверхность, подработанные породы, оседание, корреляционный анализ.*

До настоящего времени изучение сдвижения подработанных угольными пластами пород и земной поверхности проводилось, как правило, без совместного детального рассмотрения этих процессов. Одними из главных параметров, характеризующих сдвижение рассматриваемых объектов, являются максимальные оседания земной поверхности (η_m) и подработанных пород (η'_m). Известно [1,2] что при увеличении расстояния от разрабатываемого пласта до земной поверхности (H) или до подрабатываемого слоя пород (h) значения η_m и η'_m уменьшаются. Вопрос установления близости характера изменения η_m и η'_m от параметров H и h является актуальным, так как доказательство такой тождественности может существенно упростить решение многих научно-практических задач горного производства. К ним относится выбор места расположения горных выработок, возможность восстановления выбороопасных свойств сближенных угольных пластов, оценка эффек-

тивности применения схем проветривания выемочных участков, изменение водного баланса и многие другие.

Целью настоящей работы является доказать, что изменение максимального оседания земной поверхности и подработанных пород в зависимости от расстояния до угольного пласта, можно описать одним общим уравнением. Для достижения поставленной цели в статистической обработке использовали известные экспериментальные данные, в том числе из работ [1-7], дополненные информацией маркшейдерских служб шахт.

Более отчетливо корреляционная зависимость проявляется если производить сравнение не индивидуальных данных, а групповых средних. Вариация групповых средних (межгрупповая вариация) отражает только часть всей вариации изучаемого признака, и именно ту часть, которая обусловлена признаком – фактором, положенным в основании группировки. Другая часть этой вариации обусловлена другими всеми прочими факторами и находит свое выражение во внутригрупповой вариации, т.е. в вариации индивидуальных данных вокруг групповых средних [8].

В рассматриваемых выборках глубина ведения горных работ (H) изменялась в диапазоне 94...1005 м, а расстояние от угольного пласта до подрабатываемого объекта (h) – в пределах 0...711 м. Группирование исходных данных по величине H произвели для интервалов глубин 200 м. Аналогичное группирование по величине h сделано для интервалов расстояний 50м. Их результаты приведены соответственно в таблицах 1 и 2.

Влияние факторов (H и h), как правило, учитывается во взаимной их связи с мощностью (m) разрабатываемого пласта [1,2].

Таблица 1 – Средние групповые данные о максимальном сдвиге земной поверхности

№ п/п	Диапазон изменения H , м	Количество данных	Среднее значение в интервале				
			H , м	η_m , м	η_m/m	m , м	H/m
1	0 – 200	21	120	0,75	0,72	1,06	120
2	201 – 400	17	275	0,67	0,42	1,63	195
3	401 – 600	5	535	0,51	0,42	1,17	506
4	601 – 800	10	684	0,30	0,27	1,09	663
5	801 – 1000	1	870	0,33	0,34	0,95	916
6	более 1000	1	1005	0,11	0,08	1,30	773

Таблица 2 – Средние групповые данные о максимальном сдвигении подработанных пород

№ п/п	Диапазон изменения h , м	Количество данных	Среднее значение в интервале				
			h , м	η'_m , м	η'_m/m	m , м	h/m
1	0 – 50	8	30	0,77	0,74	1,09	28
2	51 – 100	2	91	0,57	0,81	0,71	133
3	101 – 150	3	127	0,71	0,58	1,22	105
4	151 – 200	5	182	0,57	0,49	1,14	174
5	401 – 450	1	434	0,20	0,15	1,35	321
6	Более 500	2	706	0,46	0,34	1,33	533

Например, кратность подработки H/m является одним из важных показателей при установлении условий защиты сооружений на земной поверхности, а h/m – при рассмотрении вопросов охраны капитальных выработок, оценке выбросоопасных свойств пластов и т.д. Учитывая такую взаимосвязь, целесообразно использовать зависимости не с абсолютными значениями параметров, а с относительными. Такие зависимости приведены на рисунке 1.

По результатам статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения, описывающие изменения η_m/m и η'_m/m соответственно от H/m и h/m :

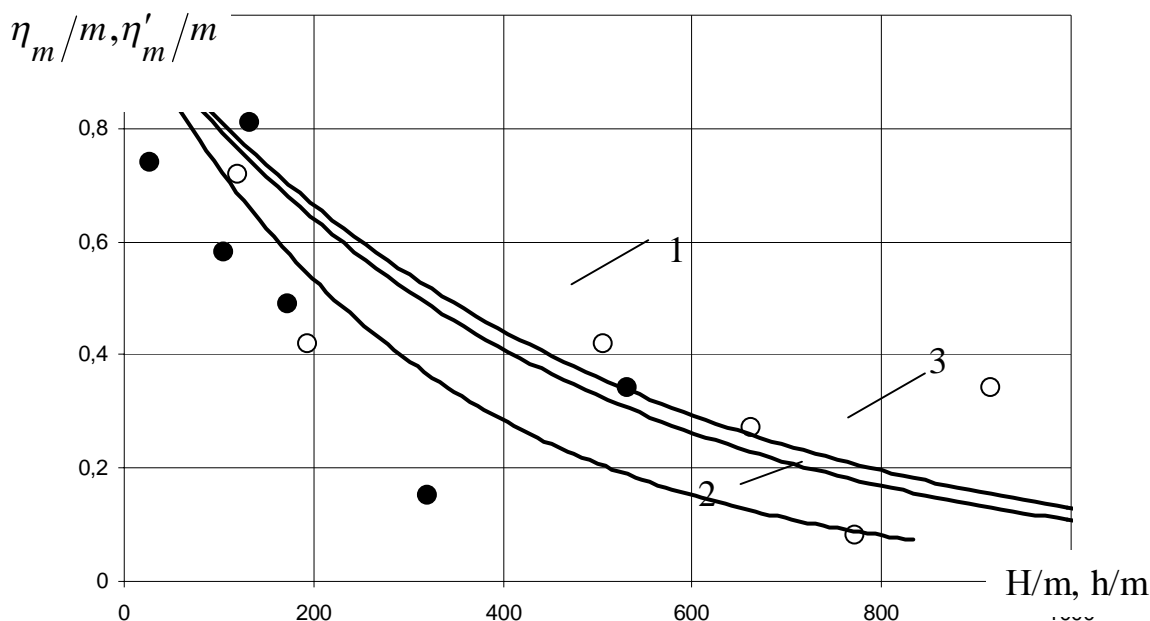
$$\eta_m/m = \exp\left[-0,0020 \cdot \frac{H}{m}\right], \quad (1)$$

$$\eta'_m/m = \exp\left[-0,0031 \cdot \frac{h}{m}\right]. \quad (2)$$

Они характеризуются существенными значениями корреляционных отношений, соответственно 0,76 и 0,79.

На основании совместной обработки экспериментальных данных максимального оседания земной поверхности и подработанных пород получено общее эмпирическое уравнение:

$$\eta_m^o/m = \exp\left[-0,0022 \cdot \frac{H}{m} \left(\frac{h}{m}\right)\right]. \quad (3)$$



1,2 – усредняющие кривые, соответственно для зависимостей $\eta_m/m = f(H/m)$ и $\eta'_m/m = f_1(h/m)$; 3 – усредняющая кривая, рассчитанная по результатам совместной обработки всех экспериментальных данных; ○ – среднегрупповые экспериментальные данные для зависимости $\eta_m/m = f(H/m)$; ● – то же для $\eta'_m/m = f_1(h/m)$.

Рисунок 1 – Зависимость изменения относительных значений η_m/m и η'_m/m соответственно от H/m и h/m на стадии ведения очистных работ согласно статистической обработке среднегрупповых данных

Уравнение (3) характеризуется высоким значением корреляционного отношения ($R = 0,84$), его значимостью ($t_R = 6,27$) и надежностью ($m_R = 0,13$). Величины этих статистических характеристик доказывают близость процессов, под влиянием которых происходит формирование максимального оседания земной поверхности (η_m) и сдвижения подработанных пород (η'_m) на стадии ведения очистных работ. Структура зависимости (3) отражает физический смысл происходящих процессов. Коэффициент в правой части уравнения, равный единице, свидетельствует о сдвижении объекта (непосредственной кровли) на величину мощности разрабатываемого пласта ($\eta_m^0/m = 1$) при значениях h равными нулю. Это условие при ведении очистных работ длинными забоями выполняется для всех горно-геологических условий. Характер кривых,

приведенных на рисунке 1, свидетельствует об интенсивном сдвигении земной поверхности и подработанных пород при нахождении объектов от разрабатываемого пласта на расстоянии менее 200 ÷ 300 м. При большем расстоянии от разрабатываемого пласта, правая часть кривой становится более пологой. Это свидетельствует о возможном параллельном сдвигении земной поверхности и подработанных слоев пород без разрыва их сплошности.

Проведенные исследования с применением корреляционного анализа экспериментальных данных позволили сделать следующие выводы:

- изменение максимального сдвигения земной поверхности (η_m) и подработанных пород (η'_m) можно описать при удалении объектов от разрабатываемого пласта одним общим экспоненциальным уравнением;
- наиболее интенсивные оседания, судя по изменению η_m/m и η'_m/m , наблюдаются при расположении объектов от разрабатываемого пласта на расстоянии (0...300) м. При большем удалении следует ожидать, как правило, параллельное смещение породных слоев и земной поверхности без нарушения их сплошности.

Библиографический список

1. Акимов А.Г. Сдвигение горных пород при подземной разработке угольных и сланцевых месторождений / А.Г. Акимов, В.Н. Земисев, Н.Н. Кацнельсон и др. - М.: Недра, 1970. – 224с.
2. Иофис М.А. Инженерная геомеханика при подземных разработках / М.А. Иофис, А.И. Шмелев. - М.: Недра. – 1985. – 248с.
3. Борзых А.Ф. Подработка как метод разгрузки пород трудно-обрушаемой кровли / А.Ф.Борзых, В.И.Дядик, Е.И.Урюпин. - Уголь Украины, 1979. - №11. – С. 19 – 20.
4. Белан Н.А. Деформирование пород над очистной выработкой / Н.А.Белан//Уголь Украины. – 1984. - №3. – С.38 – 39.
5. Кулибаба С.Б. Подработка вертикального ствола в условиях объединения Шахтерскуголь / С.Б. Кулибаба, С.В. Голдин, А.Ф.Крюченков. - Уголь Украины, 1993. - №12. – С.39 – 40.
6. Борзых А.Ф. Прогнозирование максимальных оседаний пород в пределах подработываемой угленосной толщи / А.Ф.Борзых, Ю.Л.Желтиков // Уголь Украины. – 1989. - №7. – С. 9-10.
7. Ларченко В.Г. Влияние подземной разработки угольных пластов на состояние земной поверхности / В.Г.Ларченко // Вестник МАНЭБ. - №4(12). - С. – Петербург, 1998. – С. 39-41.
8. Рязов Н.Н. Общая теория статистики / Н.Н. Рязов. – М. – Статистика, 1971. – 368с.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Клишиным Н.К.