

РОЗРОБКА РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 622.1:528.481:622.58

© Гаврюк А.Г., Гаврюк Г.Ф., 2010

А.Г. Гаврюк, Г.Ф. Гаврюк

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ РЕЛЬЕФА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ПОДРАБОТКАХ

A.G. Gavriuk, G.F. Gavriuk

ACCOUNT OF ERATH RELIEF INFLUENCE ON FORECASTING OF HORIZONTAL DEFORMATIONS WHEN UNDERMINING

Рассмотрено влияние рельефа земной поверхности на определение длин полумульд при полной подработке земной поверхности. Приведена характеристика процесса сдвижения по наблюдательной станции, заложенной на шахте №9–10 ОАО „Марганецкий ГОК“. Определены коэффициенты изменения длин полумульд с учетом рельефа подработанной территории.

Ключевые слова: *маркшейдерские инструментальные наблюдения, мульда сдвижения, деформации земной поверхности*

Существующие в настоящее время эмпирические методы расчета ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности при подземной разработке месторождений полезных ископаемых [1–3] базируются, в основном, на типовых кривых, полученных для условий каждого месторождения или бассейна по данным натурных инструментальных наблюдений на наблюдательных станциях.

Функцию типовой кривой распределения горизонтальных деформаций $F'(z)$ получают на основании камеральной обработки результатов линейных измерений – определения расстояний между рабочими реперами по профильным линиям. Известно, что такой весьма ответственный вид работ на наблюдательной станции требует от исполнителя определенных навыков в измерениях (проведения систематических проверок жестких отвесов, соблюдения достаточно высокой точности измерения расстояний, использования для измерений стальных компарированных рулеток и т.п.). Кроме того, процесс измерения расстояний занимает большую часть времени, отводимого на производство натурных инструментальных наблюдений на наблюдательных станциях. Камеральная обработка результатов наблюдений (измерения расстояний) также занимает значительную часть времени.

Кафедрой маркшейдерии НГУ проводились исследования процесса сдвижения земной поверхности при подземной разработке марганцеворудного пласта шахтами Марганецкого ГОКа. Для этого были заложены 4 наблюдательные станции: №1 (шахта №4–7), №2, 3 (шахта №6), №4 (шахта №9–10).

Следует отметить, что практически все наблюдательные станции расположены на относительно равнинных участках земной поверхности, за исключением наблюдательной станции №4. Параметры процесса сдвижения, характерные для вышеуказанных условий, представлены в нормативном документе – Правилах охраны [3] и не учитывают особенности рельефа подрабатываемой территории.

В проведенных исследованиях нами было установлено влияние изменения рельефа земной поверхности на параметры процесса сдвижения, которое может быть проиллюстрировано на примере наблюдательной станции №4, заложенной на склонах балки Грушевская. При горизонтальном залегании марганцеворудного пласта из-за резко изменяющегося рельефа земной поверхности фактические длины полумульд по профильной линии №3 (рисунок) значительно отличались друг от друга и соответственно составили: в сторону падения склона балки – 85 м, а в сторону восстания склона – 116,4 м.

Рассчитанная по методике Правил охраны [3] длина полумульды (98,6 м) значительно отличается от фактических значений. Такие существенные расхождения в длинах полумульд на участке с резко изменяющимся рельефом (до 20%) могут привести к большим погрешностям в расчетах сдвижений и деформаций земной поверхности и, как следствие, к искаженному представлению о характере процесса сдвижения в мульде в целом.

В соответствии с рисунком длины полумульд на участках с резко изменяющимся рельефом земной поверхности определяются следующим образом [4]

$$L_1 = L_1' + \Delta L_1 = H_1(\text{ctg}\delta_0 + \text{ctg}\psi) + \Delta Z' \text{ctg}\psi = H_1 \text{ctg}\delta_0 + H_2 \text{ctg}\psi;$$

$$L_2 = L_2' + \Delta L_2 = H_3(\text{ctg}\delta_0 + \text{ctg}\psi) + \Delta Z'' \text{ctg}\delta_0 = H_3 \text{ctg}\psi + H_4 \text{ctg}\delta_0,$$

где $\Delta Z' = Z_2 - Z_1$; $\Delta Z'' = Z_4 - Z_3$; δ_0, ψ – граничный угол и угол полных сдвижений, град.

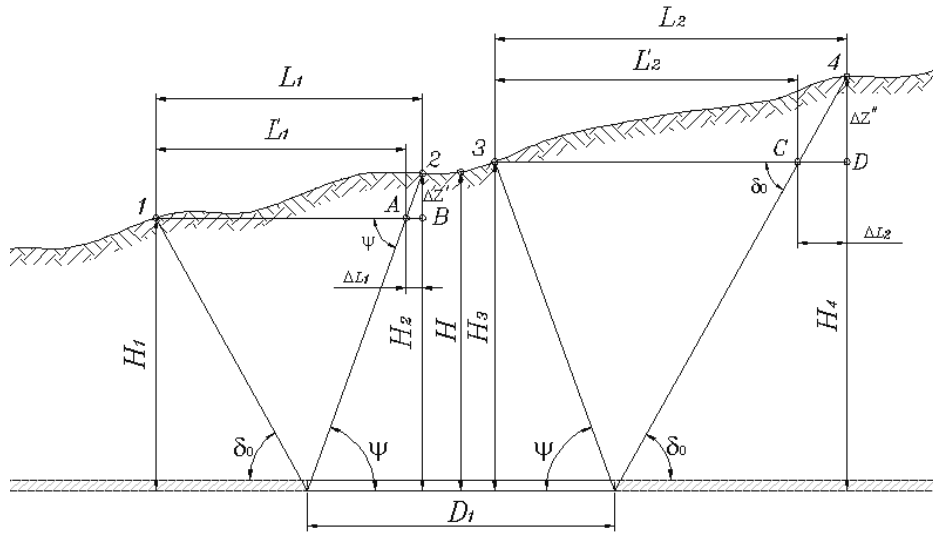


Рис. Схема к определению длин полумульд L_1 и L_2 на участке с резко изменяющимся рельефом

При горизонтальном залегании пласта $\Delta Z' = H_2 - H_1$, $\Delta Z'' = H_4 - H_3$. Высотные отметки точек Z_1, Z_2, Z_3 и Z_4 могут быть определены на вертикальном разрезе участка земной поверхности с резко изменяющимся рельефом при горизонтальном залегании пласта или как величины H_1, H_2, H_3 и H_4 – расстояния по вертикали от рассматриваемых точек до марганцевородного пласта, м.

В Правилах охраны [3] для условий Никопольского марганцевого месторождения для расчетов ожидаемых горизонтальных деформаций земной поверхности при закончившемся процессе сдвижения рекомендована следующая формула

$$\varepsilon_{(x)} = \frac{\eta_0}{L} F'(z), \quad (1)$$

где $\varepsilon_{(x)}$ – горизонтальная деформация в точке с абсциссой X ; начало координат принимают в точке максимального оседания; η_0 – максимальное оседание земной поверхности; L – длина полумульды сдвижения; $F'(z)$ – функция типовой кривой распределения величин горизонтальных деформаций в полумульде сдвижения; $z = \frac{x}{L}$ – отношение абсциссы определяемой точки к длине полумульды.

Заметим, что длина полумульды сдвижения L в выражении (1) не учитывает особенности изменения рельефа земной поверхности на подрабатываемой территории.

Значения функции $F'(z)$ в полумульдах по падению и по восстанию склона с учетом рельефа земной

поверхности и выражения (1) нами определялись следующим образом

$$F'(z_1) = \frac{\varepsilon_{(x)}}{\eta_0} L_1 = \frac{\varepsilon_{(x)}}{\eta_0} (H_1 \text{ctg}\delta_0 + H_2 \text{ctg}\psi);$$

$$F'(z_2) = \frac{\varepsilon_{(x)}}{\eta_0} L_2 = \frac{\varepsilon_{(x)}}{\eta_0} (H_3 \text{ctg}\psi + H_4 \text{ctg}\delta_0),$$

где $F'(z_1), F'(z_2)$ – функции распределения горизонтальных деформаций в полумульдах сдвижения; $\varepsilon_{(x)}$ – величины горизонтальных деформаций по результатам натуральных инструментальных наблюдений в точках полумульды сдвижения; L_1, L_2 – длины полумульды сдвижения в сторону падения склона и в сторону восстания склона; H_1, H_2, H_3, H_4 – расстояния от границ полумульды до марганцевородного пласта, м. (рисунок); δ_0, ψ – граничный угол и угол полных сдвижений для условий Никопольского марганцевого месторождения, численные значения угловых параметров в градусах приведены в Правилах охраны [3].

Натурные инструментальные измерения на наблюдательной станции выполнялись по известной традиционной методике и состояли из нивелирования грунтовых реперов по программе нивелирования III класса и измерения длин интервалов между реперами стальными компарированными рулетками с помощью жестких отвесов ОЖ-3 конструкции ВНИМИ.

Следует отметить, что наблюдательная станция №4 вначале была подработана 1-й северной лавой длиной 100 м, а впоследствии – комплексномеханизированными заходками с шириной выемочного столба около 140 м (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика процесса сдвижения по профильной линии №3 наблюдательной станции №4

№№ пп	Наименование параметров	Отработка лавой	Отработка заходками
1.	Глубина ведения горных работ, м	56–68	78–86
2.	Вынимаемая мощность марганцеворудного пласта, м	3,09	2,15
3.	Максимальное оседание земной поверхности, мм	3835	2157
4.	Максимальное горизонтальное сдвижение, мм	1753	930
5.	Максимальная горизонтальная деформация, 10^{-3} : – в сторону падения склона – в сторону восстания склона	– 33,0 ($z_1=0,3$) 48,9 ($z_2=0,48$)	48,9 ($z_1=0,85$) – 23,0 ($z_2=0,4$)
6.	Относительная величина максимального оседания	1,241	1,003
7.	Относительная величина максимального горизонтального сдвижения	0,457	0,431
8.	Максимальный наклон земной поверхности, 10^{-3} : – в сторону падения склона – в сторону восстания склона	132,8 ($z_1=0,4$) – 66,9 ($z_2=0,2$)	– 34,0 ($z_1=0,4$) 38,5 ($z_2=0,6$)

Таблиця 2

Значения функций $F'(z)$ по профильной линии №3 при полной подработке земной поверхности

$Z = \frac{x}{L}$	$F'(z_1)$ по падению склона		$F'(z_2)$ по восстанию склона		$F'(z)$ для месторождения	$F'(z)$ для Донбасса
	с учетом рельефа	без учета рельефа	с учетом рельефа	без учета рельефа		
0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,0
0,10	-0,563	-0,689	-1,022	-0,893	-0,39	-2,3
0,20	-0,730	-0,893	-0,964	-0,842	-0,66	-5,6
0,30	-0,417	-0,510	0,438	0,383	-0,85	-0,8
0,40	0,166	0,204	1,110	0,969	-0,72	-8,0
0,45	–	–	1,402	1,224	0,00	–
0,50	0,626	0,765	1,285	1,122	0,23	6,8
0,60	0,355	0,434	1,051	0,918	0,83	11,0
0,70	-0,209	-0,255	0,584	0,510	0,82	6,0
0,75	-0,584	-0,714	–	–	–	–
0,80	-0,417	-0,510	0,438	0,383	0,52	2,0
0,90	-0,083	-0,102	0,175	0,153	0,28	1,0
1,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,0

По результатам камеральной обработки наблюдений были определены величины сдвижений и деформаций земной поверхности по профильным линиям реперов и наблюдательной станции в целом.

В табл. 2 представлены значения единичной кривой $F'(z)$ для различных полумульд по профильной линии №3. Здесь же для сравнения приведены значения функции $F'(z)$, принятые для Никопольского марганцевого месторождения и Донбасса [2, 3].

При анализе функций $F'(z)$ в полумульдах были определены коэффициенты изменения длин полумульд, т.е. отношения фактических длин полумульд к длинам полумульд, рекомендованным Правилами охраны [3]

$$K_{\Pi_1} = \frac{L_1}{L} = 0,858; K_{\Pi_2} = \frac{L_2}{L} = 1,181.$$

Выполненные авторами настоящей статьи исследования по учету влияния изменения рельефа земной поверхности на прогнозирование горизонтальных деформаций в полумульде позволяют сформулировать следующие основные выводы.

1. Процесс сдвижения земной поверхности при подработках участков с резко изменяющимся рельефом имеет принципиальные отличительные особенности.

2. Коэффициенты деформаций в полумульдах с учетом изменяющегося рельефа подрабатываемого участка при этом составляют соответственно

$$K_{D_1} = 0,814 - 0,820; K_{D_2} = 1,144 - 1,146,$$

т.е. в полумульде L_1 в сторону падения склона они больше традиционных, а в в полумульде L_2 в сторону восста-

ния склона – меньше. Недоучет этих особенностей по формированию горизонтальных деформаций в полумульдах при подработках участков с резко изменяющимся рельефом земной поверхности может приводить к значительным погрешностям в расчетах при прогнозировании горизонтальных деформаций – необоснованно завышенным значениям (до 15–18%) или заниженным.

3. При выполнении инженерных расчетов по прогнозированию деформаций земной поверхности на подрабатываемых территориях целесообразно учитывать особенности рельефа земной поверхности на участках подработки и определять длины полумульд отдельно в сторону падения и в сторону восстания склонов.

Список литературы

1. Колбенков С.П. Аналитическое выражение типовых кривых сдвижения поверхности. – Тр. ВНИМИ, 1961, сб. XLIII. – С. 43–46.
2. ГСТУ 101.00159226.001–2003. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом. – Вид. офіс. – Мінпаливенерго України, 2004. – 128 с.
3. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок на Никопольском марганцевом месторождении. Составители: Лисица И.Г., Антипенко Г.А., Гаврюк Г.Ф. – Днепропетровск, ДГИ, 1985. – 38 с.
4. Гаврюк А.Г., Антипенко Г.А., Гаврюк Г.Ф. Графоаналитический способ определения длин полумульд с учетом рельефа земной поверхности // Науковий вісник НГУ. – 2007. – №2. – С. 30–33.

5. Троицкий В.С., Внуков В.А., Коваль А.И. Некоторые особенности сдвижения пород в условиях горного рельефа // Тр. ВНИМИ, сб. 89, Л.: 1973. – С. 73–77.

6. Троицкий В.С., Внуков В.А. Некоторые особенности наблюдений за сдвижением земной поверхности в условиях горного рельефа // Тр. ВНИМИ, сб. 89, Л.: 1973. – С. 89–92.

Розглянуто вплив рельєфу земної поверхні на визначення довжин напівмульд при повній підробці земної поверхні. Наведена характеристика процесу зрушення по спостережній станції, що закладена на шахті №9–10 ВАТ „Марганецький ГЗК“. Визначено коефіцієнти зміни довжин напівмульд з урахуванням рельєфу території, яка підроблена.

Ключові слова: маркшейдерські інструментальні спостереження, мульда зрушення, деформації земної поверхні

The influence of earth relief on determination of semithrough length at the complete surface undermining is considered. The article gives characteristic of earth moving process on the observant station which is pledged at the mine №9-10 of VAT “Marganetskiy GZK”. The coefficients of semithrough length change are ascertained taking into account the relief of undermined territory.

Keywords: mine surveying instrumental observations, subsidence trough, deformation of earth surface

Рекомендовано до публікації д.т.н. О.М. Шашенком.
Дата надходження рукопису 13.09.10

УДК 691.328:53

© Коваленко В.В., 2010

В.В. Коваленко

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИБРОБЕТОНА НА ЖЕСТКИХ И ИЗВИЛИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ АРМИРУЮЩИХ ВОЛОКНАХ

V.V. Kovalenko

LABORATORY RESEARCH OF DEFORMATION CHARACTERISTICS OF FIBROUS CONCRETE MADE OF RIGID AND WINDING POLYMER REINFORCING FIBER

Представлены результаты лабораторных испытаний образцов фибробетона на жестких и извилистых волокнах. Испытания выполнены по стандартной схеме испытаний балочек на растяжение при изгибе. С целью получения дополнительных данных по характеру деформирования образцов в процессе нагружения в каждом образце установлено по два стекла. Построены диаграммы напряженно-деформируемого состояния балок в координатах нагрузка-деформация и нагрузка-время нагружения. Представлен сравнительный график зависимостей прогиба образцов при армировании жесткими и извилистыми фибрами.

Ключевые слова: фибробетон, извилистая и жесткая фибры, трещина, характер деформирования, неупругие деформации

Введение. Одним из наиболее конструктивных материалов многоцелевого использования является фибробетон. Для дисперсного армирования используются различные виды металлических и неметаллических волокон

минерального и органического происхождения. Армирование вяжущих материалов фибрами позволяет повысить прочность цементного камня при растяжении и изгибе на 50...240%. Введение 0,1...1% полипропиленовых воло-