

ХУДЕК М., СТШАЛКОВСКИ П. (Силезский политехнический университет – Политехника Шлёнска, Польша), СОЛОВЬЕВ Д. Г. (УкрНИМИ)

О ВЛИЯНИИ СКОРОСТИ ПОДВИГАНИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ НА ОСЕДАНИЯ ДНЕВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Проблематика прогнозирования величины оседания земной поверхности с учетом влияния скорости подвигания очистных работ в последнее время является предметом заинтересованности многих исследователей. Это продиктовано главным образом дальнейшей интенсификацией подземной угледобычи и, следовательно, увеличением скорости подвигания очистных работ. Не менее важным является также установление продолжительности протекания деформационных процессов в горном массиве, обусловленных подземной разработкой угольных пластов, для предотвращения их вредного влияния на поверхностные объекты.

Большинство исследований и проектных решений по данной проблеме в Польше базируется на концепции С. Кнотте [1], который предложил уравнение для определения скорости оседания земной поверхности в виде:

$$\frac{dw(t)}{dt} = k_{ct} \cdot [w_k - w(t)], \quad (1)$$

где $w(t)$ – величина вертикальных смещений земной поверхности во времени t ;

w_k – величина асимптотического оседания земной поверхности;

k_{ct} – коэффициент скорости оседания поверхности во времени.

Данное уравнение использовалось многими исследователями при решении практических задач [2–5]. Однако анализ результатов исследования геодезических измерений оседаний земной поверхности показал [2], что величина параметра k_{ct} в формуле (1) является заниженной. Вероятнее всего это объясняется тем, что выражение (1) было получено для небольших глубин разработки, где в меньшей степени сказывалось влияние подземной разработки на смещения горного массива. Это также приводило к завышению времени протекания деформационных процессов в горном массиве по сравнению с фактическими данными проведенных наблюдений.

В настоящей работе на основании проведенных натурных исследований выполнен анализ влияния скорости подвигания фронта очистных работ на величину коэффициента скорости оседания земной поверхности k_{ct} .

Для анализа влияния скорости подвигания очистных работ на процесс деформации горного массива и последующие оседания земной поверхности в первую очередь были определены параметры, описывающие установившееся деформационное состояние массива на основе принятой асимптотической мульды сдвижения [1]. Затем, на основании натурных измерений для соответствующих циклов были определены значения временного коэффициента k_{ct} . Детальные результаты исследований по этому вопросу представлены в работе [4].

Основные сведения о горно-геологических условиях шахт, на которых проводились исследования, и значения полученных параметров представлены в табл. 1. Во всех случаях подземная разработка осуществлялась с использованием столбовой системы разработки при полном обрушении основной кровли. Ведение горных работ на шахте «Ян Канты»

осуществлялись при постоянной скорости подвигания очистного фронта, на остальных шахтах – скорость была переменной.

Табл. 1. Значения исходных и расчетных параметров

№	Название шахты	H	m	V_{cp}	a	r	V_{cp}/r	$k_{ct\ cp}$	$k_{ct\ расч}$
1	«Ян Канты», 4а	64	1,6	1,4	0,76	45	0,031	0,07	0,07
2	«Ян Канты», 5а	70	1,6	1,4	0,76	45	0,031	0,07	0,07
3	«Щерша»	130	2,5	3,0	0,63	91	0,033	0,08	0,08
4	«Дэмбеньско»	160	1,6	3,5	0,76	90	0,033	0,09	0,08
5	«Чечотт»	500	2,7	3,9	0,34	242	0,016	0,02	0,04

В табл. 1 приняты следующие обозначения:

H – глубина ведения горных работ, м;

m – мощность разрабатываемого пласта, м;

V_{cp} – средняя скорость подвигания очистных работ, м/сут;

a – коэффициент, характеризующий способ управления кровлей;

r – радиус зоны главных влияний очистных работ, м;

$k_{ct\ cp}$ – среднее значение временного коэффициента во всех рассматриваемых циклах, 1/сут;

$k_{ct\ расч}$ – величина коэффициента, рассчитанная по формуле (2), 1/сут.

Зависимость между скоростью подвигания фронта очистных работ и радиусом зоны их влияния на деформационные процессы в горном массиве получена на основании статистического анализа с использованием стандартного программного пакета EXCEL при среднем значении временного коэффициента, вычисленного по данным натурных замеров. В результате получено выражение для определения временного коэффициента:

$$k_{ct} = 2,4 \frac{V_{cp}}{r} \quad (2)$$

Величина радиуса зоны главных влияний очистных работ, согласно результатам исследований [1], в значительной степени зависит от глубины ведения горных работ и физико-механических свойств горного массива. Данная зависимость была установлена на основании геодезических исследований в виде [2]:

$$r = \sqrt{\frac{H \cdot R_p}{\gamma_{cp}}} \quad (3)$$

где R_p – среднее значение предела прочности горных пород на растяжение, МПа;

γ_{cp} – средний удельный вес горных пород, Н/м³.

На основании выражений (2 и 3) был построен график зависимости временного коэффициента k_{ct} от скорости подвигания фронта очистных работ и глубины разработки, который представлен на рис. 1. Полученные с использованием выражения (3) расчетные значения величин оседания земной поверхности $W(t)$ и радиуса влияния очистных работ r в достаточной степени согласуются с результатами исследований С. Кнотте [1].

Как уже было отмечено ранее, для решения многих практических задач весьма важно знать продолжительность времени сдвижения горных пород при подземной отработке угольных пластов. Для этого были использованы исследования З.Ковальчика [5], который считает, что деформационные процессы в горном массиве закончились, если вертикальная

величина смещений горных пород составляют 99% их асимптотических оседаний, рассчитанных по формуле (1) при $w_k = \text{const}$. З.Ковальчик предложил выражение для определения времени протекания сдвижений горного массива в виде:

$$T_{\text{роп}} = 4,6 \cdot k_{\text{ст}} \quad (4)$$

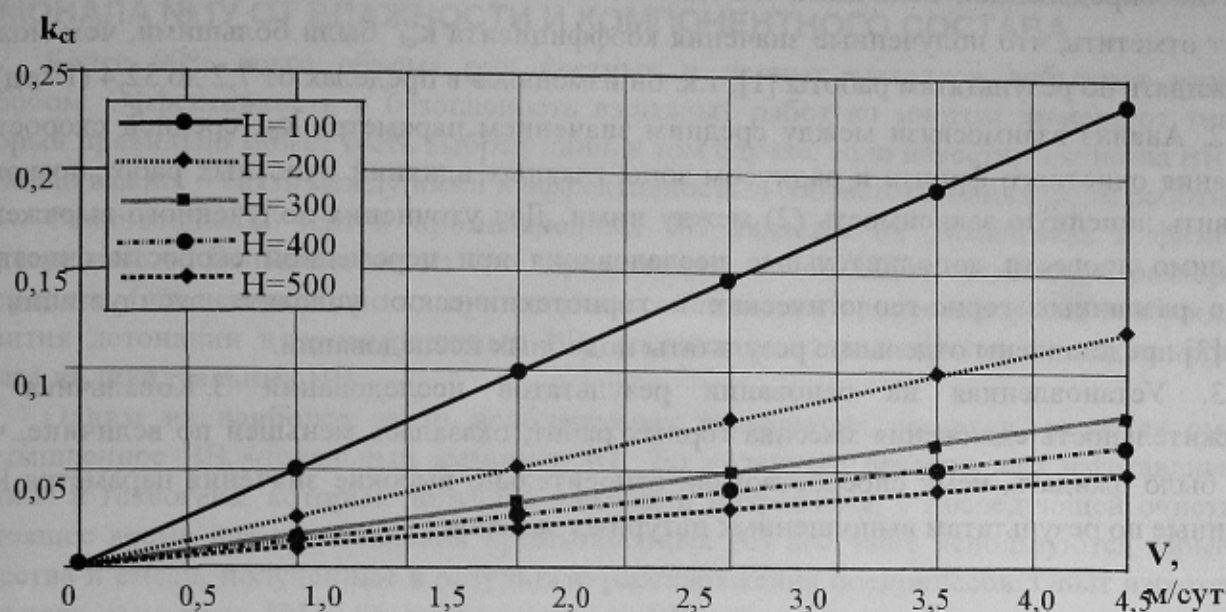


Рис. 1. Зависимость коэффициента скорости оседания поверхности от скорости подвигания очистного фронта при различной глубине разработки

На основании выражений (2, 3 и 4) на рис. 2 представлена зависимость изменения времени сдвижений горного массива от скорости подвигания фронта очистных работ и глубины разработки при величине параметра $\text{tg } \beta = 2$.

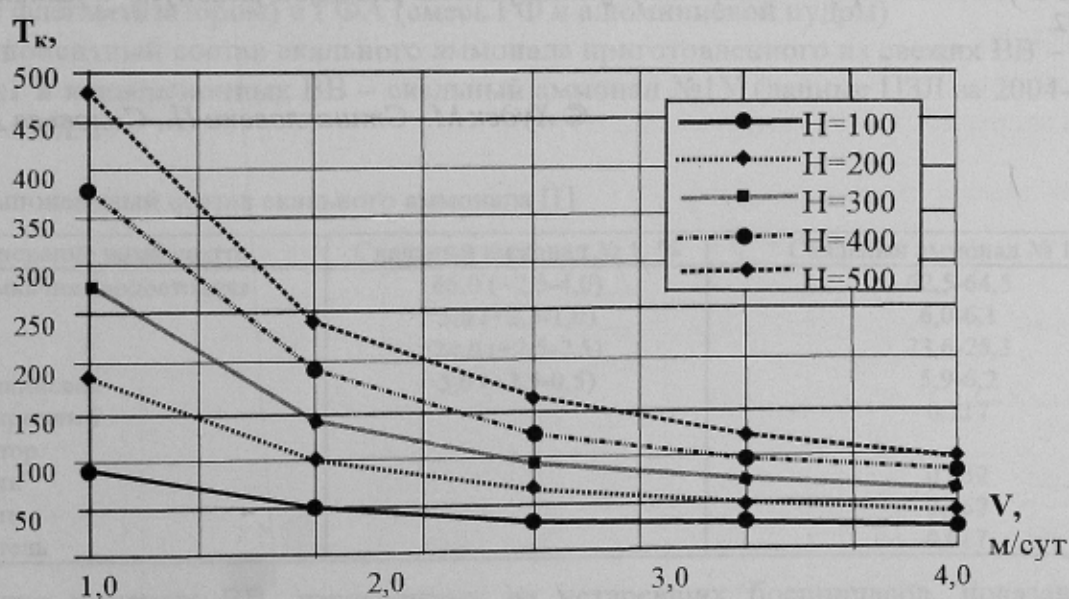


Рис. 2. Зависимость времени сдвижений горного массива от скорости подвигания очистного фронта при различной глубине разработки

Представленные результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Во всех проанализированных случаях, независимо от того, была ли скорость подвигания очистного фронта постоянной или нет, установлена изменчивость коэффициента k_{ct} в поочередных циклах измерений. При чем, его значения возрастали вместе с подвиганием фронта до определенной величины, а в дальнейшем его изменения были незначительны. Следует отметить, что полученные значения коэффициента k_{ct} были большими, чем можно было ожидать по результатам работы [1], т.к. он изменялся в пределах от 7,2 до 32,4 (1/год).

2. Анализ взаимосвязи между средним значением параметра k_{ct} , средней скоростью подвигания очистного фронта и радиусом зоны главных влияний очистных работ позволил установить линейную зависимость (2) между ними. Для уточнения полученного выражения необходимо провести дополнительные исследования при переменной скорости очистных работ в различных горно-геологических и горнотехнических условиях эксплуатации. В работе [3] представлены отдельные результаты подобных исследований.

3. Установленная на основании результатов исследований З. Ковальчика [5] продолжительность сдвижения массива горных работ, оказалась меньшей по величине, чем можно было ожидать, чему способствовали относительно высокие значения параметра k_{ct} , полученные по результатам выполненных натурных замеров.

Литература

1. Knothe S. Prognozowanie wplywow eksploatacji gorniczej. Wydawnictwo "Slask" Katowice 1984.
2. Chudek M., Stefanski L. Wplyw postepu frontu eksploatacyjnego na szybkość deformacji terenuna powierzchni. Zeszyty Naukowe Pol. Sl., Gornictwo, nr. 185/ Gliwice, 1990.
3. M.Chudek, P.Strzalkowski, R.Scigala. The influence of face advance speed on kinematics of the deformation process in the light of geodesic measurements results from "Czczott" coal mine / Materiały konferencji geotechnicznej. Ostrawa, maj, 1996.
4. M.Chudek, P.Strzalkowski/ Wplyw predkosci postepu frontu eksploatacyjnego na przebieg deformacji powierzchni terenu / Materiały konferencyjne VII międzynarodowego Sympozium "Geotechniks-96", Gliwice-Ustron, 22-25 października 1996 r. S.17-24.
5. Kowalczyk Z. Okreslenie wplywow eksploatacji gorniczej metoda przekrojow pionowych. Wydawnictwo "Slask" Katowice 1972.

© Худек М., Стишакловски П., Соловьев Д. Г., 2007

