
УДК 622.1:622.834

Гвинианидзе Д.В.

Назаренко В.А., д-р техн. наук, профессор

Кучин А.С., д-р техн. наук, доцент
(ГВУЗ «НГУ»)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНИЧНЫХ УГЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ
НА ШАХТАХ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА**

Гвініанідзе Д.В.

Назаренко В.О., д-р техн. наук, професор

Кучин О.С., д-р техн. наук, доцент
(ДВНЗ «НГУ»)

**ДОСЛІДЖЕННЯ ГРАНИЧНИХ КУТОВИХ ПАРАМЕТРІВ
НА ШАХТАХ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ**

Gvinianidze D.V.

Nazarenko V.A., D. Sc. (Tech.), Professor

Kuchin A.S., D. Sc. (Tech.), Associate Professor
(SHEI "NMU")

**STUDIES OF BOUNDARY ANGLE PARAMETERS
IN THE WESTERN DONBASS MINES**

Аннотация. Выполнен анализ граничных углов сдвижения в Западном Донбассе. Исследования показали, что нормативные значения углов не соответствуют фактическим углам, полученным из натуральных инструментальных наблюдений. Каменноугольный бассейн Западного Донбасса расположен в центральной области Украины. Угольные пласты разрабатывают десять шахт. Покрывающие породы месторождения представлены отложениями карбона и наносами. Мощность этих пород составляет 120-600 м, угол залегания – 3°. Угольные пласты разрабатываются механизированными лавами, имеющими длину 150-200 м. Длина выемочных столбов составляет 1000-2500 м, вынимаемая мощность не превышает 1,5 м. Управление кровлей – полное обрушение. Граничные углы определяют границу влияния очистной выработки на поверхности и зависят от мощности угольных пластов и глубины их залегания. Значения углов изменяются от 55 до 85 градусов. Неопределенность значений граничных углов является причиной необоснованности мер охраны подрабатываемых объектов и сооружений.

Ключевые слова: очистная выработка, сдвижение горных пород, мульда оседания, граничные углы.

Извлечение запасов угля из недр вызывает сдвижение горных пород и деформирование земной поверхности, что может отрицательно сказаться на состоянии поверхностных объектов в зоне влияния горных разработок. Обеспечение безопасной подработки зданий, сооружений и природных объектов – одна из приоритетных задач маркшейдерии.

Успешное решение этих вопросов в значительной мере зависит от применяемых методов и способов прогноза сдвижений и деформаций земной поверхности, надежности используемых исходных параметров для инженерных расчетов. В Западном Донбассе расхождения между фактическими, установленными по результатам маркшейдерских наблюдений, и прогнозируемыми по нормативной методике ("Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом") сдвигениями и деформациями поверхности достигают 30% и более.

Объект земной поверхности считается подрабатываемым очистными работами в том случае, если он находится в пределах зоны влияния очистной выработки. Граница зоны влияния очистной выработки на земной поверхности определяется по четырем точкам, расположенным в главных сечениях мульды сдвижения (две точки на краю полумульды над разрезной выработкой и на краю полумульды со стороны останковки очистных работ и две точки в полумульдах над выемочными штреками) и определяемым по граничным углам. В действительности, это плоская замкнутая линия, проходящая через точки земной поверхности на краю мульды, в которых горизонтальные деформации и наклоны имеют значения, равные критическим, т.е. $\varepsilon = 0,5 \cdot 10^{-3}$ и $i = 0,5 \cdot 10^{-3}$.

Ошибка определения границ зоны влияния и зоны опасного влияния зависит от точности установления угловых параметров процесса сдвижения. При этом с увеличением глубины разработки величина ошибки положения указанных границ возрастает. К примеру, при глубине ведения горных работ 100 м погрешность граничного угла равная 1° обуславливает ошибку определения границы влияния 2 м, а при глубине в 700 м – 15 м. Следовательно, с переходом на большие глубины разработки угольных пластов задача уточнения угловых параметров процесса сдвижения становится весьма актуальной.

За последние годы в значительной степени возросла глубина разработки угольных пластов, и накоплен большой объем информации о сдвижении земной поверхности в новых условиях. Эти данные позволяют расширить знания о процессе сдвижения земной поверхности над очистными выработками шахт Западного Донбасса и уточнить значения граничных углов, которые обозначают на земной поверхности положение и размеры полумульды, а длина полумульды, в свою очередь, определяет величины прогнозируемых сдвижений и деформаций поверхности.

Исследование граничных углов выполнялось по следующей схеме:

– анализ значений общих углов, установленных непосредственно по данным натурных инструментальных наблюдений на профильных линиях наблюдательных станций, и их среднеквадратических отклонений;

– исследование зависимости углов от основных влияющих факторов, а именно: зависимость угловых параметров от мощности наносов, глубины ведения горных работ и расположения главного сечения мульды, в котором определяется угловой параметр, по отношению к лаве;

– установление и анализ граничных угловых параметров в карбоне с использованием нормативного значения граничного угла в наносах (для условий Западного

Донбасса $\varphi_0 = 45^\circ$).

В качестве основного метода исследования угловых параметров нами принят метод статистического анализа, а именно: корреляционный анализ исследуемых параметров на предмет их взаимосвязи и регрессионный анализ для установления наиболее вероятного вида зависимости угловых параметров от влияющих факторов. Для удобства выполнения анализа угловых параметров составлена таблица 1.

Средние значения углов ω_{0i} и $\omega_{0\varepsilon}$ для анализируемых наблюдательных станций составляют соответственно $69,5^\circ$ и $55,7^\circ$.

Среднеквадратические отклонения углов ω_{0i} и $\omega_{0\varepsilon}$ от их средних значений составляют $\pm 6,4^\circ$, $\pm 5,1^\circ$ соответственно.

Априори в основу исследований положим общепринятые представления о граничных углах, отраженные в действующем нормативном документе [1], а именно: граничные углы не зависят от глубины ведения горных работ и принимают фиксированные отдельные значения в породах наносов и коренных породах. Для условий Западного Донбасса граничные углы в наносах $\varphi_0 = 45^\circ$, в коренных породах $\delta_0 = 65^\circ$.

На начальном этапе исследования граничных углов предполагаем, что граничный угол в наносах φ_0 известен и равен 45° [1].

Таблица 1 - Исходные данные для анализа угловых параметров

Наименование параметра	Значение параметра													
	12	10	5	11	7	6	4	14	9	29	29	24	25	
Наблюдательная станция	3	2	5	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	
Профильная линия	3	2	5	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	
Глубина горных работ H на границе очистной выработки, м	105	154	167	173	192	227	230	230	240	250	290	320	400	
Мощность наносов h , м	50	71	100	76	85	85	85	85	85	80	80	130	170	
Отношение h/H	0.48	0.46	0.60	0.44	0.44	0.37	0.37	0.37	0.35	0.32	0.28	0.41	0.43	
Отношение $h/(H-h)$	0.90	0.85	1.49	0.78	0.79	0.59	0.58	0.58	0.54	0.47	0.38	0.68	0.74	
Экспериментально установленные граничные углы:	Над выемочными штреками													
ω_{0i} по критерию $i = 0,5 \cdot 10^{-3}$	4	5	3	7	2	4	4	3	7	9	8	2	4	
$\omega_{0\varepsilon}$ по критерию $\varepsilon = 0,5 \cdot 10^{-3}$	1	2	2	3	6	7	5	8	8	9	1	0	2	
ω_{0cp} – средний	3	4	2	5	1	9	0	1	4	6	5	6	8	

Наименование параметра	Значение параметра																	
Наблюдательная станция	12	13	10	11	8	27	14	4	4	9	24	22	23	3	5	9	16	14
Профильная линия	1	1	1	1	1	1	3	2	2	1	1	1	1	9	1	1	1	1
Глубина горных работ H на границе очистной выработки, м	115	125	160	161	200	202	220	230	230	260	290	475	540	103	167	170	180	205
Мощность наносов h , м	50	50	65	70	75	90	85	85	85	85	100	170	180	64	100	80	112	85
Отношение h/H	0.43	0.40	0.41	0.43	0.38	0.45	0.34	0.37	0.37	0.33	0.34	0.36	0.33	0.62	0.60	0.47	0.62	0.41
Отношение $h/(H-h)$	0.77	0.667	0.684	0.77	0.6	0.8	0.63	0.586	0.586	0.486	0.526	0.56	0.5	1.641	1.493	0.889	1.647	0.708
Экспериментально установленные граничные углы:	Над разрезной печью												Над линией остановки очистного забоя					
ω_{0i} по критерию $i = 0,5 \cdot 10^{-3}$	49	51	52	55	58	60	60	61	62	61	63	67	69	50	57	60	64	68
$\omega_{0\varepsilon}$ по критерию $\varepsilon = 0,5 \cdot 10^{-3}$	45	49	50	52	52	53	54	54	52	53	59	64	63	48	55	60	63	67
ω_{0cp} – средний	47	50	51	54	55	57	57	58	57	57	61	64	66	49	56	60	64	68

По значениям глубины разработки и мощности наносов для условий каждой наблюдательной станции, представленной в табл. 1, были построены вертикальные разрезы (рис. 1), на которых от верхнего конца линии, проведенной под экспериментально установленным углом ω_0 , проведена линия под углом $\varphi_0 = 45^\circ$ до пересечения с контактом наносов и карбона. Нижний конец этой линии соединялся отрезком с границей очистной выработки на разрезе. Графически определенный угол между отрезком и горизонтальной линией представляет граничный угол δ_0 в коренных породах (карбоне).

Значения определенных графическим способом углов δ_{0i} , $\delta_{0\varepsilon}$, соответствующих критериям $i = 0,5 \cdot 10^{-3}$ и $\varepsilon = 0,5 \cdot 10^{-3}$, а так же среднего угла δ_{0cp} приведены в табл. 2.

В результате анализа данных табл. 2 установлено, что величины граничных углов изменяются в широких пределах: значения углов δ_{0i} принимают значения в диапазоне $58-83^\circ$; $\delta_{0\varepsilon}$ – $55-85^\circ$. Следует отметить, что практически во всех случаях граничные углы, определяемые по критерию наклона больше углов, соответствующих критерию горизонтальных деформаций. В среднем их разность составляет 6° .

Как было показано в работе [2], угловые параметры сдвижения земной поверхности имеют тенденцию изменяться в зависимости от глубины разработки угольного пласта. Нами выполнено исследование углов δ_0 на предмет такой зависимости.

$$\delta_{0\varepsilon} = -0,00012 \cdot H^2 + 0,1 \cdot H + 47,9,$$

но при этом теснота связи между параметрами δ_{0i} и H составляет $R = 0,38$.

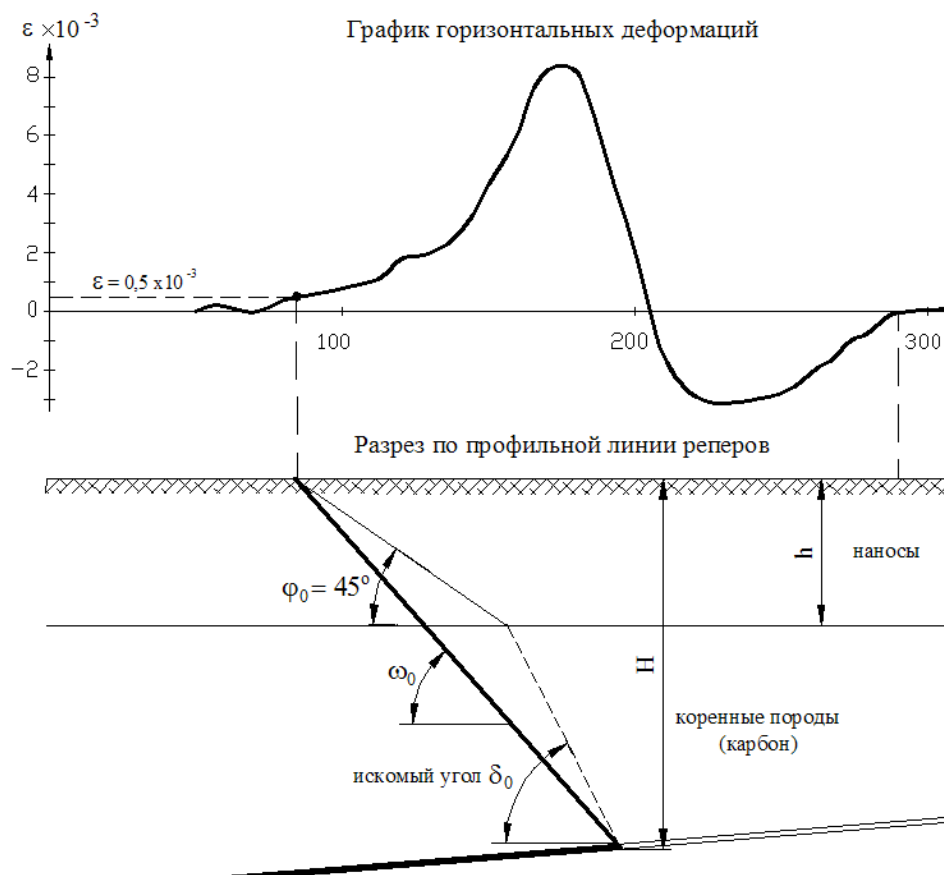


Рис. 1 - Схема определения на разрезе значения граничного угла δ_0 по известным углам ω_0 , и φ_0

Таблица 2 - Значения граничных углов δ_{0i} , $\delta_{0\epsilon}$, δ_{0cp} по профильным линиям

Станция	Линия	Граничные углы, град			Станция	Линия	Граничные углы, град		
		δ_{0i}	$\delta_{0\epsilon}$	δ_{0cp}			δ_{0i}	$\delta_{0\epsilon}$	δ_{0cp}
12	3	58	55	57	11	1	58	52	55
10	2	61	59	60	8	1	66	58	62
5	5	63	61	62	27	1	67	59	63
11	2	65	59	63	14	3	65	58	62
7	1	64	60	62	4	2	71	58	65
6	1	68	68	68	4	2	72	59	66
4	1	73	57	65	9	1	72	59	66
14	2	72	68	70	24	1	73	61	67
9	2	74	68	71	22	1	80	64	72
29	1	76	69	73	23	1	78	67	73
29	1	77	70	72	3	9	77	76	77
24	2	80	73	77	5	1	63	64	64
25	1	82	79	81	9	1	76	75	76
12	1	58	49	54	16	1	71	69	70
13	1	56	51	54	14	1	83	85	84
10	1	57	53	55					

На рис. 2 показано распределение величин $\delta_{0\epsilon}$ в зависимости от глубины разработки H . Путем подбора установлено, что это распределение характеризуется полиномом второй степени.

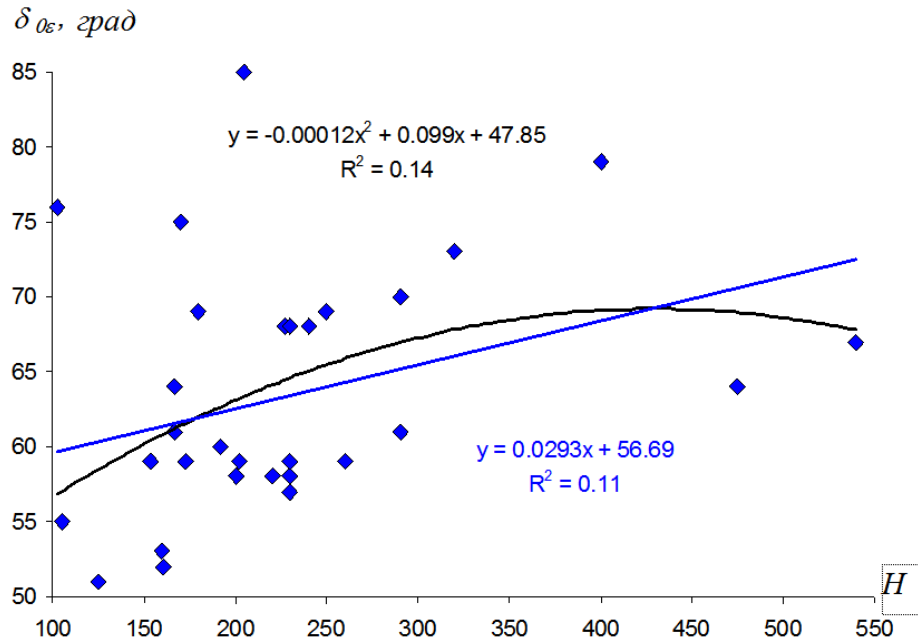


Рис. 2 - Зависимость граничных углов $\delta_{0\epsilon}$ от глубины разработки H

Слабовыраженный характер корреляции имеют и распределения $\delta_{0\epsilon}$ от H и $\delta_{0\text{ср}}$ от H , для которых коэффициенты R соответственно равны 0,6 и 0,5. Максимальное отклонение величин граничных углов от линии аппроксимации составляет 17° .

Выполненные исследования указывают на высокую вероятность возникновения грубых ошибок при определении границ зон влияния очистных работ на земной поверхности, если использовать фиксированное нормативное значение граничного угла φ_0 .

Учитывая полученные результаты, выполним исследование общих, экспериментально установленных граничных углов, для установления зависимости положения границы зоны влияния от мощности пород наносов.

Для подрабатываемой толщи, состоящей из наносов и карбона, общий для всей толщи граничный угол ω_0^p рассчитывается по формуле

$$\text{ctg } \omega_0^p = \frac{h}{H} \text{ctg } \varphi_0 + \frac{H-h}{H} \text{ctg } \delta_0 = \frac{h}{H} (\text{ctg } \varphi_0 - \text{ctg } \delta_0) + \text{ctg } \delta_0.$$

С учетом того, что $\varphi_0 = 45^\circ$ и $\delta_0 = 65^\circ$ получим

$$\text{ctg } \omega_0^p = 0,533 \frac{h}{H} + 0,466. \quad (1)$$

Из выражения (1) следует, что с увеличением мощности наносов должно происходить выполаживание общего граничного угла и существует прямая зависимость между соотношением h/H и значением угла ω_0 .

Из данных табл. 1 видно, что на анализируемых наблюдательных станциях соотношение h/H изменяется в пределах от 0,28 до 0,62, следовательно, должна про-

слеживаться зависимость ω_0 от h .

Еще более показательным, на наш взгляд, зависимость ω_0 от h должна характеризоваться отношением $h/(H-h)$, которое изменяется от 0,38 до 1,65.

На рис. 3 и 4 показаны распределения ω_0 от (h/H) и ω_0 от $h/(H-h)$, построенные по данным табл. 1 (в качестве углов ω_0 приняты значения $\omega_{0\varepsilon}$, как наиболее часто используемые при установлении границ влияния горных разработок). Здесь же показаны распределения углов ω_0^p , рассчитанных в соответствии с [1] по формуле (1).

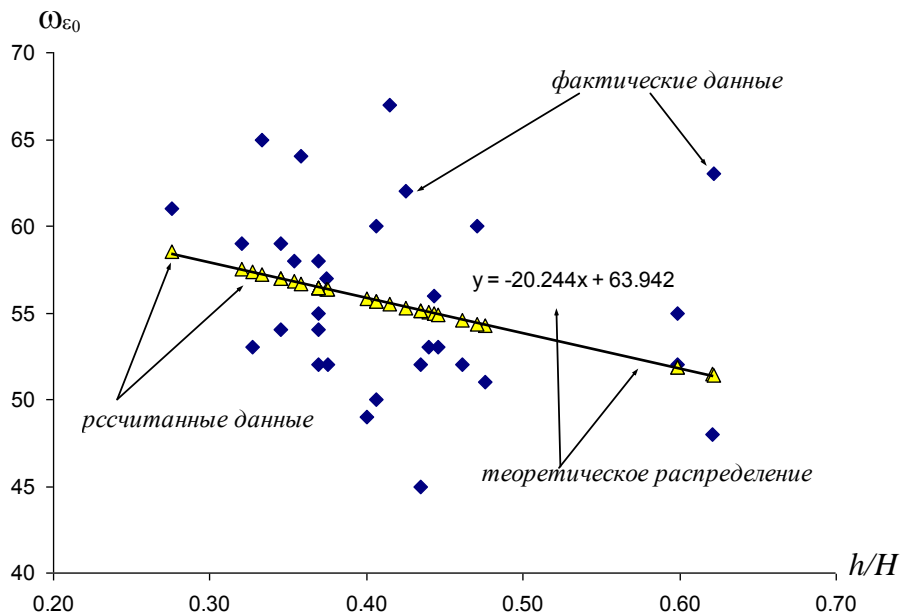


Рис. 3 - Распределение установленных экспериментально углов $\omega_{0\varepsilon}$ и рассчитанных углов ω_0^p в зависимости от соотношения (h/H)

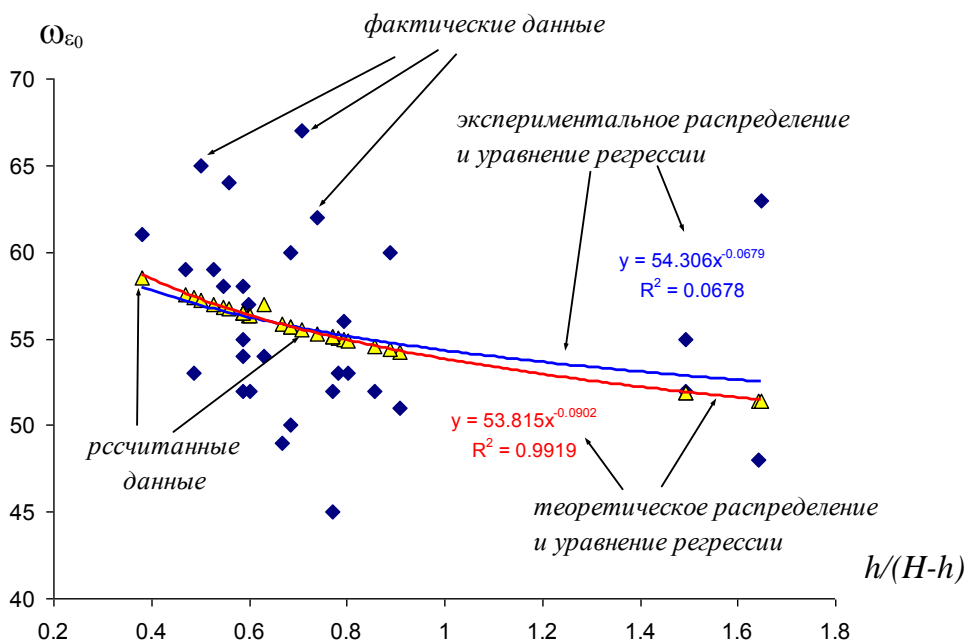


Рис. 4 - Распределение установленных экспериментально углов $\omega_{0\varepsilon}$ и рассчитанных углов ω_0^p в зависимости от соотношения $h/(H-h)$

Анализ графиков рис. 3, 4 указывает на отсутствие явной зависимости между

величинами углов ω_0 и соотношениями (h/H) и $h/(H-h)$. В то же время можно констатировать, что существующая слабая зависимость (коэффициент корреляции $R=0.25$) между этими величинами (рис. 4) аналогична теоретическому распределению (1).

По нашему мнению, ответ на возникший вопрос кроется в особенностях геологического строения толщи пород в Западном Донбассе. Если проанализировать, как изменяются наносы в пределах месторождения, то можно прийти к выводу о том, что мощность наносов возрастает с ростом глубины залегания угольных пластов. Об этом свидетельствуют данные, приведенные в табл. 1.

Если общие граничные углы $\omega_{0\varepsilon}$ зависят от мощности наносов, а мощность наносов h зависит от глубины H , то логично предположить, что углы $\omega_{0\varepsilon}$ так же зависят от глубины. Для иллюстрации верности этого предположения на рис. 5 показаны совмещенные графики.

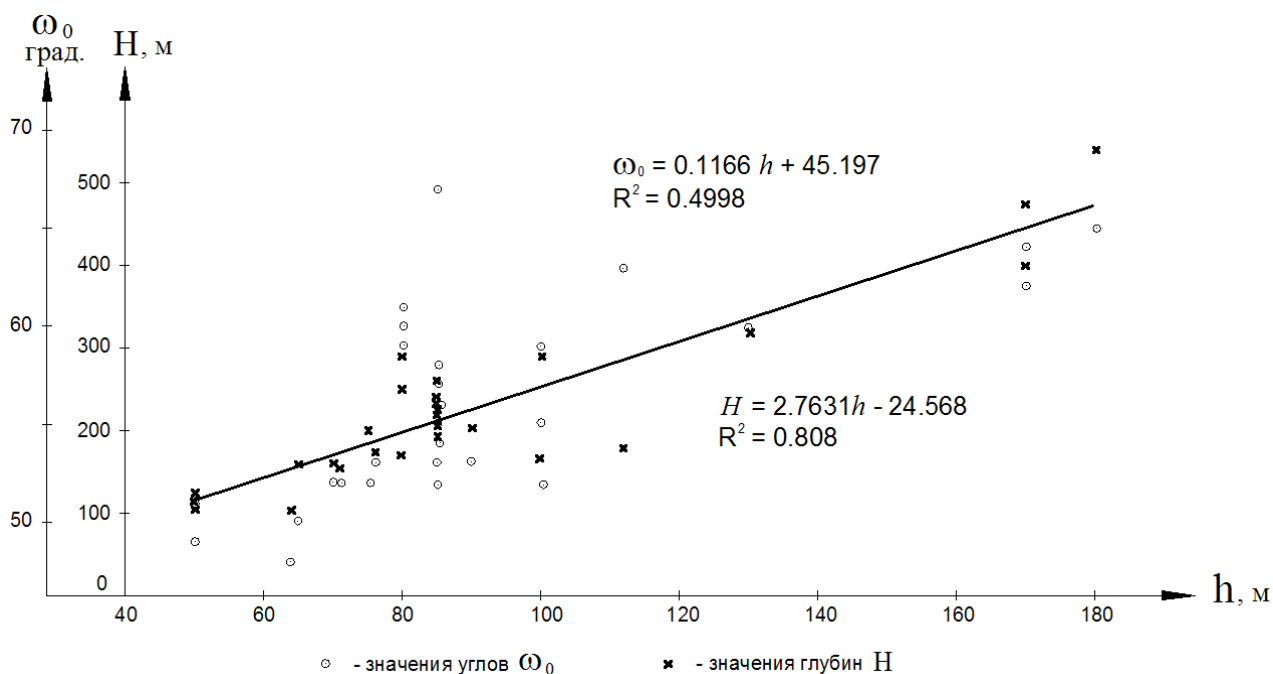


Рис. 5 - Распределение установленных экспериментально углов $\omega_{0\varepsilon}$ и глубин H в зависимости от мощности наносов h

На обоих графиках принят линейный вид аппроксимирующей линии. График рис. 5 видоизменен – по оси абсцисс откладываются значения h , а по оси ординат – значения H . Посредством изменения масштаба оси H графика зависимости H от h получено совмещение линий аппроксимации.

Полученный в результате описанных преобразований совмещенный график дает основание предположить, что общие граничные углы $\omega_{0\varepsilon}$ являются функцией от глубины разработки. Это утверждение согласуется с принятым направлением исследований.

Нами выполнен анализ зависимости общих граничных углов ω_0 , определенных по критериям наклонов и горизонтальных деформаций, и средних углов ω_{0cp} (табл. 1) от глубины разработки. Графики распределений ω_{0i} , $\omega_{0\varepsilon}$, ω_{0cp} и их зависимостей

от H представлены на рис. 6.

Полученные зависимости характеризуется следующими коэффициентами корреляции: по критерию наклонов – 0,88; по критерию горизонтальных деформаций – 0,72; средние – 0,79. Максимальное отклонение значений углов от линии аппроксимации составило – 7° .

Сравнение зависимостей на рис. 6 с аналогичным графиком на рис. 2, показывает, что в варианте зависимости граничных углов ω_0 от глубины H наблюдается гораздо более тесная связь, чем в варианте зависимостей: δ_{0e} от H (при фиксированном нормативном значении угла $\varphi_0 = 45^\circ$). В зависимостях ω_{0e} от соотношения (h/H) и ω_{0e} от соотношения $h/(H-h)$, показанных на рис. 3, 5, коэффициенты корреляции принимают еще более низкие значения. Такой результат приводит к выводу о закономерном изменении общих граничных углов с увеличением глубины разработки.

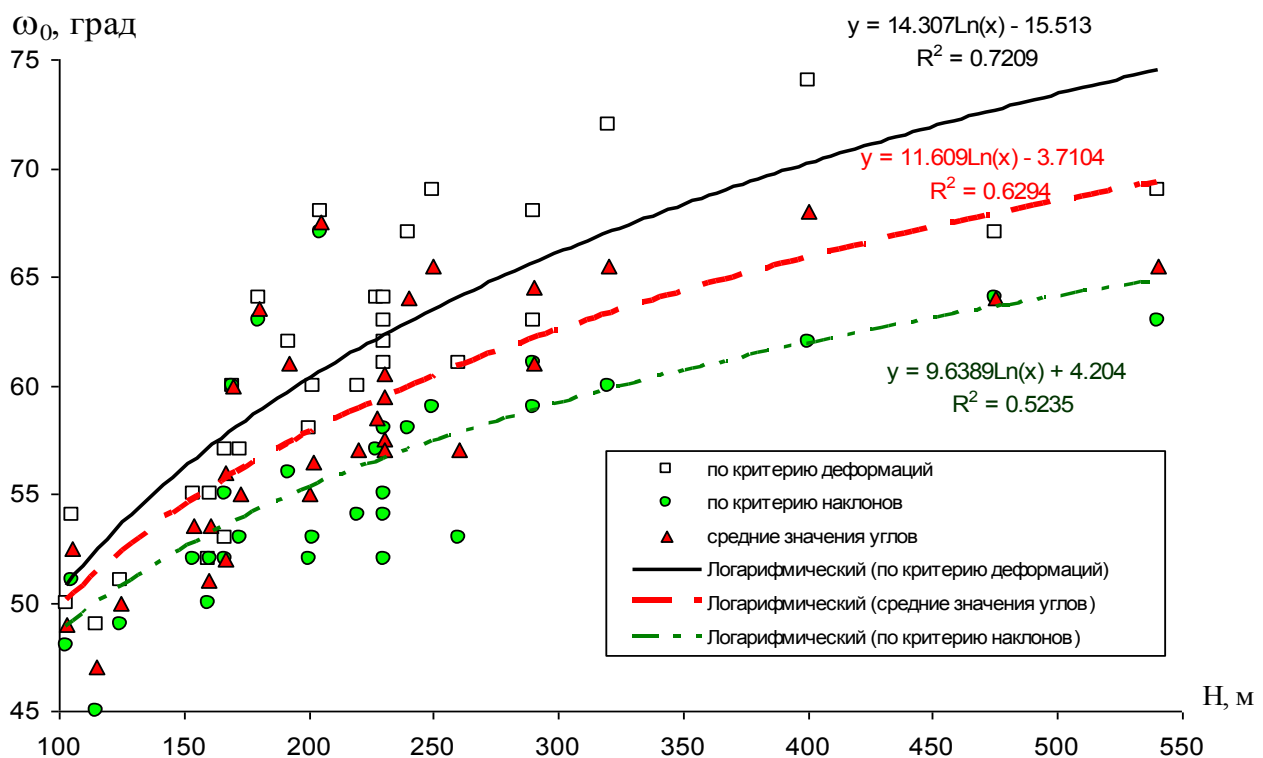


Рис. 6 - Зависимость общих граничных углов ω_0 , определенных по критериям наклонов, горизонтальных деформаций, и средних углов от глубины H

Как было показано в работах [3, 4], значения угловых параметров сдвижения земной поверхности в определенной мере зависят от того, в каком сечении мульды сдвижения они определяются. В частности показано, что над разрезной печью, со стороны выемочных штреков и в районе остановки очистных работ одни и те же угловые параметры принимают различные значения. Это положение допущено в основу дальнейших исследований граничных углов в Западном Донбассе.

Представленные в табл. 1 анализируемые параметры систематизированы в зависимости от расположения профильных линий реперов относительно границ очистной выработки: над выемочными штреками, над разрезной печью, над линией ос-

тановки очистного забоя. В соответствии с этой классификацией построен график зависимости общих граничных углов ω_{0i} в названных зонах от глубины H (рис. 7).

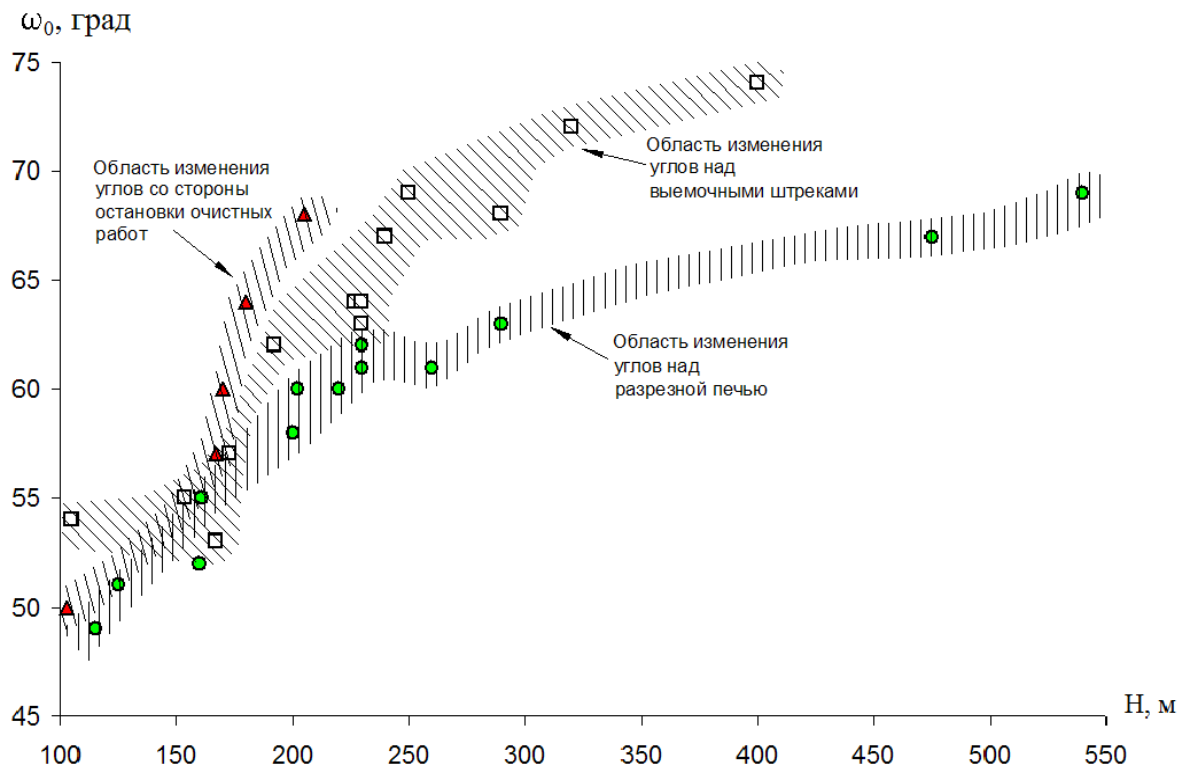


Рис. 7 - Зависимость общих граничных углов ω_{0i} над штреками, разрезной печью и линией остановки очистного забоя от глубины H

Из приведенного графика видно, что в общей совокупности углов ω_{0i} выделяются три отдельные зоны, соответствующие названным выше направлениям. По этой причине был выполнен анализ углов в каждой из зон.

Аналитические зависимости общих граничных углов от глубины подработки имеют в следующий вид:

– над выемочными штреками

$$\omega_{0i} = 18,50Ln(H) - 36,3;$$

$$\omega_{0\varepsilon} = 9,9Ln(H) + 3,22;$$

– над разрезной печью

$$\omega_{0i} = 12,72Ln(H) - 9,68;$$

$$\omega_{0\varepsilon} = 11,29Ln(H) - 7,19;$$

– над линией остановки очистных работ

$$\omega_{0i} = 24,53Ln(H) - 64,8;$$

$$\omega_{0\varepsilon} = 26,22Ln(H) - 74,6.$$

На основании исследования зависимости общих для всей толщи пород граничных углов можно сделать следующие обобщающие выводы:

– использование общих граничных углов в условиях Западного Донбасса позволяет определять границы зоны влияния на земной поверхности с большей точностью и однозначностью в сравнении с раздельными фиксированными граничными углами в породах наносов и карбона;

– общие граничные углы имеют выраженную тенденцию к увеличению с возрастанием глубины разработки угольных пластов; зависимость величин углов от глубины с высокой степенью вероятности описывается логарифмическими уравнениями;

– граничные углы, установленные по критерию наклонов положе углов, определенных по критерию горизонтальных деформаций, а, следовательно, и размеры зоны влияния, построенные по критериям наклонов меньше размеров зоны, построенной по критериям деформаций;

– граничные углы в мульде сдвижения следует разделять на углы над выемочными штреками, над разрезной печью и над линией остановки очистного забоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом / Отраслевой стандарт. – К.: Мінпаливенерго України, 2004. – 127 с.
2. Кучин, А.С. Анализ параметров процесса сдвижения в зонах отхода и остановки очистного забоя на шахтах Западного Донбасса / А.С. Кучин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва. – 2003. – №2. – С.105-107.
3. Балафин, И.Е. Анализ угловых параметров сдвижения земной поверхности на шахтах Западного Донбасса / И.Е. Балафин // Науковий вісник НГУ. –2010. – № 5. – С. 18-20.
4. Кучин, А.С. Анализ угловых параметров процесса сдвижений в зоне отхода лавы от разрезной печи / А.С. Кучин, Г.С. Пиньковский // Науковий вісник НГА України. – 2003. - №7. —С.33-36.

REFERENCES

1. Ukraine Ministry of Fuel and Energy (2004), *Pravila podrobotki zdaniy, soorugeniy i prirodniykh objektov pri dobiche uglya podzemnim sposobom. Otrasleyoy standart* [Terms of undermining buildings and natural sites in underground coal mining. industry Standard], Ukraine Ministry of Fuel and Energy, Kiev, Ukraine.
2. Kuchin, A.S. (2003), “Analysis of the angle parameters of displacement process in the areas of setting of and stop longwall in Western Donbass mines”, *Gorniy informacionno-analiticheskiy bulletin* [Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal)], no. 2, Moscow, Russia.
3. Balafin, I.E. (2010), “Analysis of the angular displacement parameters of the Earth's surface in the mines of the Western Donbass”, *Naukovyi visnyk Natsionalnoho hirnychoho universytetu*, no.5, pp. 18-20.
4. Kuchin, A.S. and Pinkovskiy, G.S. (2003), “Analysis of the angular displacement of the process parameters in the area of waste from the lava from working face”, *Naukovyi visnyk Natsionalnoy hirnychoy akademii Ukrainy*, no. 7, pp. 33-36.

Об авторах

Гвинианидзе Диана Вениаминовна, студентка специальности Маркшейдерское дело, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет» (ГВУЗ «НГУ»), Днепропетровск, Украина, halimendik_u@ntu.org.ua.

Назаренко Валентин Алексеевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры маркшейдерии, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет» (ГВУЗ «НГУ»), Днепропетровск, Украина, nazar54@yandex.ru.

Кучин Александр Сергеевич, доктор технических наук, доцент, доцент кафедры маркшейдерии, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет» (ГВУЗ «НГУ»), Днепропетровск, Украина, *halimendik_u@nmu.org.ua*.

About the authors

Gvinianidze Diana Venianinovna, student of mine surveying speciality, State Higher Educational Institution “National Mining University” (SHEI “NMU”), Dnepropetrovsk, Ukraine, *halimendik_u@nmu.org.ua*.

Nazarenko Valentin Alekseevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of mine surveying department, State Higher Educational Institution “National Mining University” (SHEI “NMU”), Dnepropetrovsk, Ukraine, *nazar54@yandex.ru*.

Kuchin Aleksandr Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of mine surveying department, State Higher Educational Institution “National Mining University” (SHEI “NMU”), Dnepropetrovsk, Ukraine, *halimendik_u@nmu.org.ua*.

Анотація. Виконано аналіз граничних кутів зрушення у Західному Донбасі. Дослідження показали, що нормативні значення кутів не відповідають фактичним кутам, що отримані з натурних інструментальних спостережень. Каменновугільний басейн Західного Донбасу розташований у центральній області України. Вугільні пласти розроблюють десять шахт. Породи, що покривають родовище, представлені відкладеннями карбону і наносами. Потужність цих порід складає 120-600 м, кут залягання – 3°. Вугільні пласти розроблюються механізованими лавами, що мають довжину 1000-2500 м, вийманна потужність не перевищує 1,5 м. Управління покрівлею – повне обвалення. Граничні кути визначають границю впливу очисної виробки на поверхню і залежать від потужності вугільного пласта і глибини розробки. Значення кутів змінюються від 55 до 85 градусів. Невизначеність значень граничних кутів є причиною необгрунтованості заходів з охорони об’єктів, що підроблюються.

Ключові слова: очисна виробка, зрушення гірських порід, мульда осідання, граничні кути.

Abstract. Boundary angles of rock displacement were analyzed in Western Donbas. The study shown that normative values of the angles did not conform to factual values received through the in-situ instrumental measurements. The Western Donbas coalfield is located in central area of Ukraine. Coal seams are developed by ten mines. Cap rocks of the deposit are presented by deposition of carbon and silt sedimentations. Thickness of rocks is between 120 m and 600 m, occurrence angel is 3°. The seams are developed by mechanized longwalling, length of the longwalls is 150-200 m. Length of the panels is 1000 – 2500 m, extracted thickness is not more than 1.5 m. Roof control: full break. The boundary angles define boundary of the stope effect on the surface and depend both on coal seam thickness and angel of the seam occurrence. Values of the angels varies between 55 degrees and 85 degrees. Uncertainty of the boundary angel values causes groundless protection of the undermined objects and constructions.

Keywords: longwall, rocks movement, subsidence, boundary angle.

*Статья поступила в редакцию 03.07.2013
Рекомендовано к публикации д.т.н., проф. А.Н. Шашенко*