

В.А. Назаренко, И.Е. Балафин, А.Е. Самоделок
Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ГРАНИЧНЫХ УГЛОВ ОТ МОЩНОСТИ НАНОСОВ

При разработке угольных пластов подземным способом происходят необратимые изменения в массиве горных пород и на земной поверхности. Вследствие этого на каждом горном предприятии возникают задачи охраны различных объектов от вредного влияния подземных очистных работ. Успешное решение этих вопросов в значительной мере зависит от надежности исходных угловых параметров, применяемых при инженерных расчетах.

На шахтах Западного Донбасса кафедрой маркшейдерии Национального горного университета выполнен большой объем натуральных маркшейдерских наблюдений за сдвижением земной поверхности. По результатам этих исследований определены границы зон влияния горных работ на 31 профильной линии реперов, заложенных над очистными выработками, и соответствующие им граничные углы ω_0 , общие для всей подрабатываемой толщи (рис. 1).

Месторождение угля в западном Донбассе имеет отличительную особенность, заключающуюся в наличии мощных (50-250 м) обводненных наносов, залегающих над угленосной толщей пород карбона. Физико-механические свойства этих пород значительно отличаются. В связи с этим, принято, что угловые параметры в подрабатываемой толще разделяю на углы в наносах и карбоне.

Априори в основу исследований положены 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 наносах и коренных породах. Для условий Западного Донбасса эти углы соответственно равны: $\varphi_0 = 45^\circ$, $\delta_0 = 65^\circ$.

Исходя из утверждения, что граничный угол в наносах φ_0 действительно равен 45° , по известным общим углам ω_0 были определены углы δ_0 (рис. 1). Их значения имеют большой разброс в диапазоне 55° - 85° . Было сделано предположение, что угол δ_0 зависит от глубины, поскольку с ростом глубины изменяется степень метаморфизма горных пород. Результаты этого исследования показаны на рис. 2.

Путем регрессионного анализа установлен полиномом второй степени, характеризующий распределение $\delta_{0\epsilon}$ от глубины разработки H

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

При этом теснота связи между параметрами δ_{0i} и H составляет $r = 0,33$.

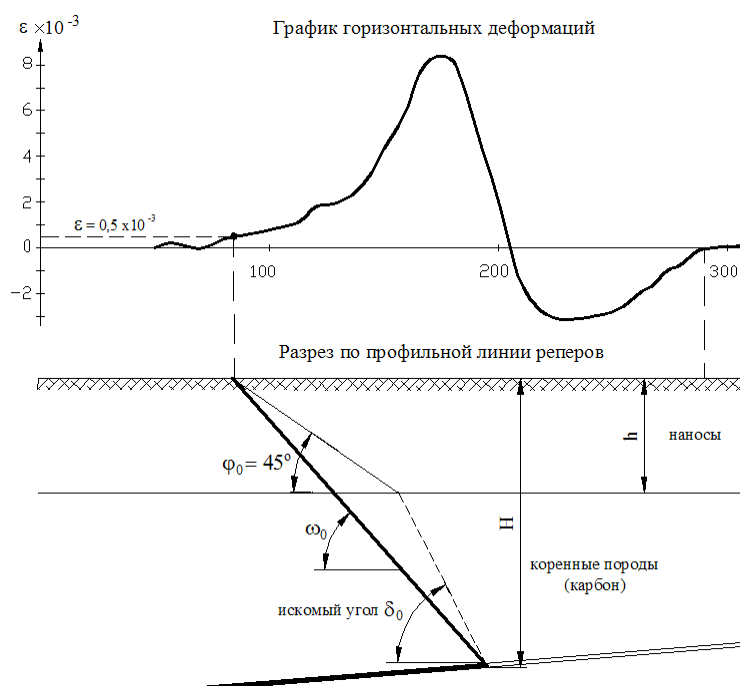


Рис. 1. Схема граничных углов на разрезе по профильной линии

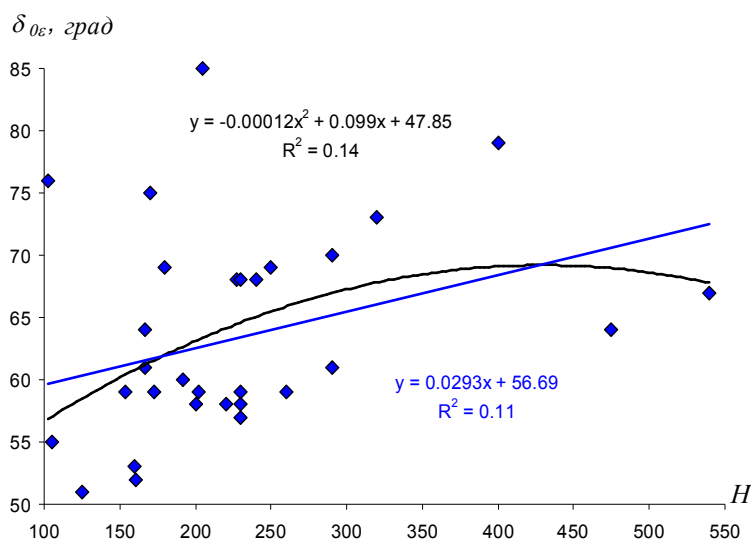


Рис. 2. Зависимость граничных углов δ_{0e} от глубины разработки H

Выполненный анализ указывает на высокую вероятность возникновения грубых ошибок при определении границ зон влияния очистных работ на земной поверхности, если использовать фиксированное нормативное значение граничных углов φ_0 и δ_0 .

Учитывая полученные результаты, выполнено исследование общих, экспериментально установленных граничных углов для ответа на вопрос о 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 значениям нормативных углов

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

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

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

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 . На анализируемых наблюдательных станциях соотношение h/H изменяется в пределах от 0,28 до 0,62, следовательно, должна проследиваться зависимость ω_0 от h . Еще более показательным, на наш взгляд, является зависимость ω_0 от h должна характеризоваться отношением $h/(H-h)$, которое изменяется от 0,38 до 1,65. Эта зависимость показана на рис. 3. Здесь же показано распределение углов ω_0^P , рассчитанных в соответствии с [1] по формул (1).

Анализ графика рис. 3 указывает на отсутствие явной зависимости между величинами углов ω_0 и соотношениями (h/H) и $h/(H-h)$.

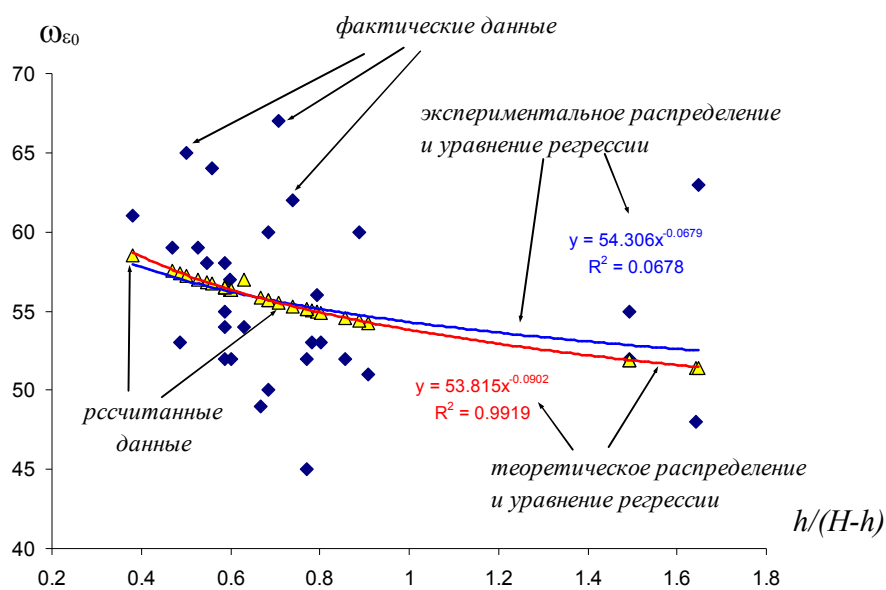


Рис. 3. Распределение установленных экспериментально углов $\omega_{0\varepsilon}$ и рассчитанных углов ω_0^P в зависимости от соотношения $h/(H-h)$

Нами выполнен анализ зависимости общих граничных углов ω_0 , установленных по критерию горизонтальных деформаций от глубины разработки. График распределения $\omega_{0\varepsilon}$ от H представлен на рис. 4.

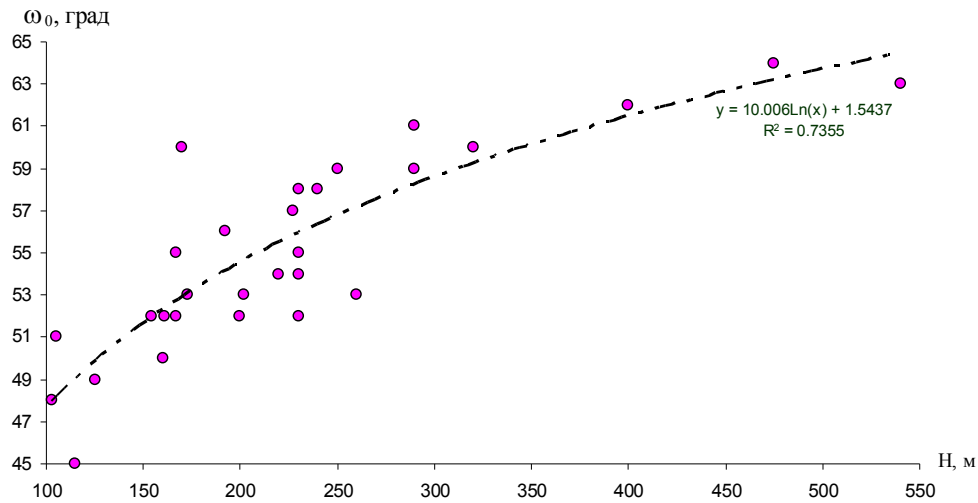


Рис. 4. Зависимость фактических общих граничных углов ω_0 от глубины H

Полученные зависимости характеризуется коэффициентом корреляции 0,82 и коэффициентом аппроксимации 0,74. Максимальное отклонение значений углов от линии аппроксимации составило -7° .

Сравнение зависимостей на рис. 4 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 $\varphi_0 = 45^\circ$). Такой результат приводит к выводу о закономерном изменении общих граничных углов с увеличением глубины разработки.

На основании выполненных исследований можно сделать второй вывод о том, что использование установленных экспериментально общих граничных углов для обозначения границ зоны влияния очистной выработки на земной поверхности приведет к меньшим погрешностям, чем использование отдельных нормативных граничных углов в породах наносов и карбона.

Таким образом, с достаточно высокой степенью достоверности можно утверждать, что общие для всей подрабатываемой толщи граничные углы сдвига земной поверхности в условиях Западного Донбасса практически не зависят от мощности наносов, а основным геологическим фактором, влияющим на величины углов, является глубина разработки угольных пластов.

Литература

1. Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом / Отраслевой стандарт. – К.: Мінпаливенерго України, 2004. – 127 с.