

УДК 622.834

РАСЧЕТ ОЖИДАЕМЫХ МАКСИМАЛЬНЫХ ОСЕДАНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В УСЛОВИЯХ БОЛЬШИХ ГЛУБИН РАЗРАБОТКИ ПЛАСТОВ

Рожко М. Д.

(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

На основі аналізу особливостей процесу зрушення гірських порід під час проведення очисних робіт на великих глибинах встановлено міру впливу потужності раніше не підробленої міжпластовини в породному масиві на величину максимального осідання земної поверхні.

Based on the analysis of rock movement around moving longwall at great depth, the degree of impact of non-worked interburden on maximum ground subsidence is determined.

Большая глубина подземной разработки пластов является одной из характерных особенностей добычи угля в современных условиях, вследствие которой в процесс сдвижения вовлекаются все большие участки горного массива. При этом снижается точность прогноза сдвижений и деформаций земной поверхности по методикам, разработанным в предыдущие периоды, что вызывает необходимость в их корректировке. К одному из наиболее важных параметров, используемых при прогнозе сдвижения земной поверхности, относится величина максимального оседания, поскольку она прямо или косвенно участвует в определении всех других рассчитываемых величин – наклонов, кривизны, абсолютных и относительных горизонтальных сдвижений и деформаций, а также деформаций скручивания и скашивания.

При разработке угольных пластов на больших глубинах подработка земной поверхности практически всегда является вторичной, поскольку имеются старые горные работы в вышеле-

жащих ранее отработанных пластах. Ранее нами было установлено, что одной из причин снижения точности прогноза максимального оседания является некорректный учет условий ее первичной подработки вышележащими пластами, а именно – мощности неподработанного междупластья – участка породного массива, расположенного между разрабатываемым пластом и вышележащим, в котором ранее проводились очистные работы [1]. Анализ результатов инструментальных наблюдений на натуральных наблюдательных станциях позволил установить зависимость между величиной максимального оседания и отношением нормальной мощности ранее не подработанного междупластья к размеру выработанного пространства в разрабатываемом пласте.

Проведенные дальнейшие исследования позволили усовершенствовать полученную зависимость и установить вид и параметры поправочного коэффициента неподработанного междупластья $k_{\text{нм}}$ в формуле расчета максимального оседания, который представляет собой отношение фактического максимального оседания к его значению, рассчитанному по методике [2] без учета повторной подработки. Этот коэффициент учитывает "повторность" подработки земной поверхности и является комплексным параметром, отражающим влияние изменения физико-механических свойств породного массива за счет ранних подработок и геометрического соотношения размеров неподработанного междупластья и выработанного пространства на относительное максимальное оседание. На основе анализа экспериментальных данных установлены вид и параметры новой зависимости коэффициента $k_{\text{нм}}$ от отношения мощности неподработанного междупластья к размеру выработанного пространства разрабатываемого пласта:

$$k_{\text{нм}} = a_0 + a_1 \operatorname{th} \left(\frac{M}{D} + a_2 \right), \quad (1)$$

где M – нормальная мощность ранее не подработанного междупластья, м;

D – меньший из двух размеров выработанного пространства в разрабатываемом пласте, измеряемых в главных сечениях мульды сдвижения, м; при современных условиях разработки

угольных пластов в Донбассе в подавляющем большинстве случаев этим параметром является длина лавы;

a_0 , a_1 и a_2 – эмпирические коэффициенты, равные соответственно 0,65, -0,5 и -2,45.

На рисунке 1 точками показано распределение фактических значений коэффициента $k_{н.м.}$ в зависимости от параметра M/D , а сплошной кривой – график функции гиперболического тангенса, аппроксимирующей это распределение (коэффициент детерминации 0,8).

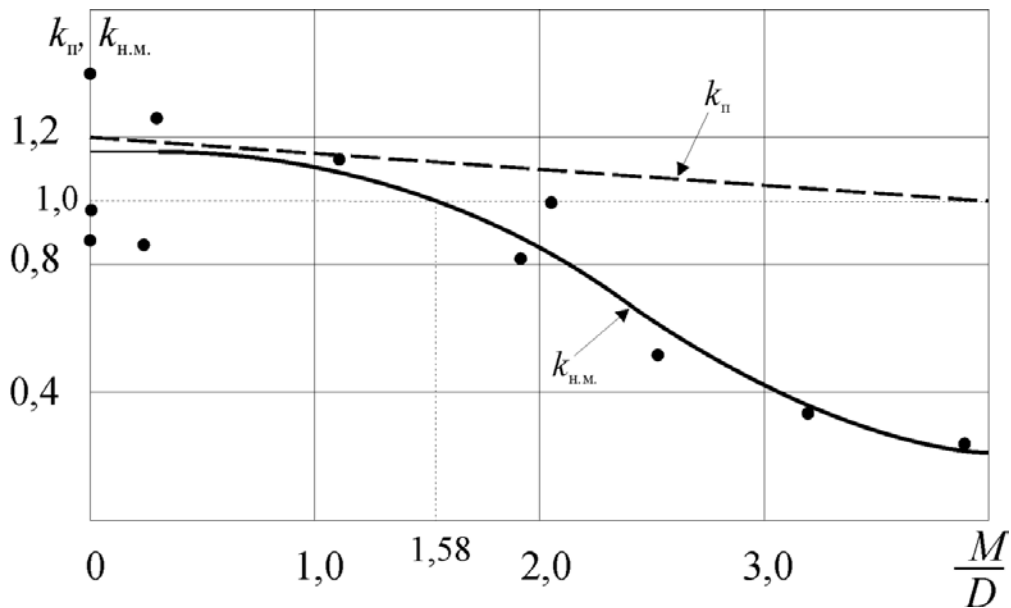


Рис. 1. Графики зависимости коэффициента $k_{н.м.}$ и $k_{п.}$ от отношения M/D

Здесь же пунктиром показан график значений коэффициента $k_{п.}$, учитывающего условие повторной подработки земной поверхности в методике [2], и рассчитанного для параметров $D = 200$ м, $H = 800$ м и $H_1 = 0-800$ м, по формуле

$$k_{п.} = 1 + (1 - q'_0) \frac{H_1}{H}, \quad (2)$$

где q'_0 – относительная величина максимального оседания для рассматриваемых условий;

H – средняя глубина разработки, м;

H_1 – расстояние от земной поверхности до ранее отработанного вышележащего пласта, измеряемое по вертикали, проведен-

ной через середину проектируемой очистной выработки в рассматриваемом пласте, м.

Сравнивая эти две кривые можно видеть, что после достижения параметром M/D определенного значения погрешность прогноза относительного максимального оседания по действующей методике начинает интенсивно возрастать, достигая существенных значений. На рисунке 2 показан график величины Δk , представляющей собой разницу между значениями $k_{\text{п}}$ и $k_{\text{нм}}$, и характеризующую расхождение в прогнозе относительного максимального оседания по сравниваемым методикам, в зависимости от увеличения отношения M/D для рассмотренных условий (сплошная кривая). Из графика следует, что уже при превышении M/D значения 1,47 это расхождение возрастает более чем на 10 %, а при M/D , равном 4, достигает 80 %.

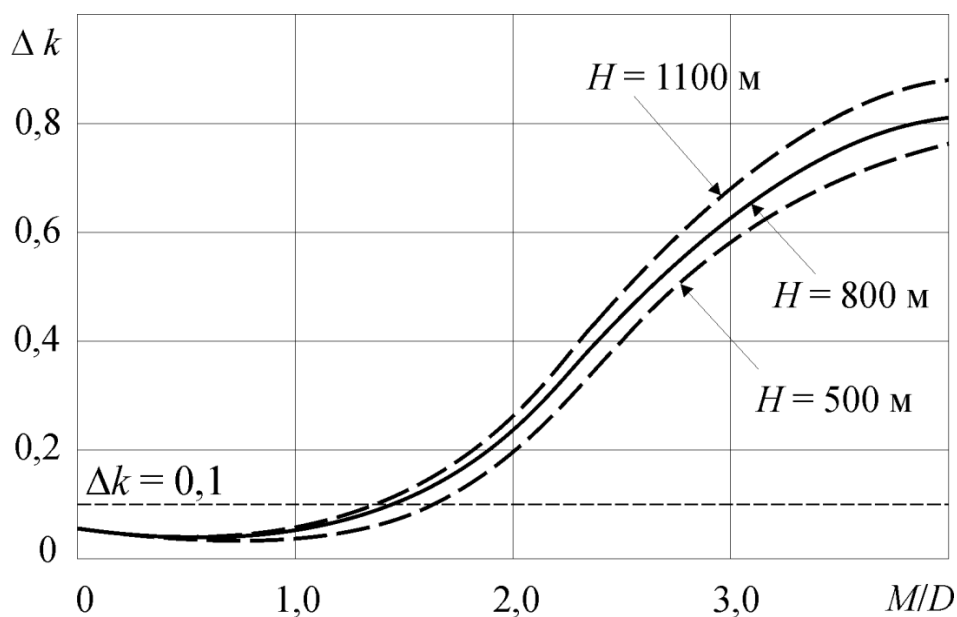


Рис. 2. График изменения Δk в зависимости от M/D

Следует подчеркнуть, что для проведенного выше сравнения расхождений по двум методикам были приняты конкретные условия (длина лавы и средняя глубина разработки), что позволило сопоставить коэффициенты $k_{\text{нм}}$ и $k_{\text{п}}$, поскольку при их расчете используются разные параметры (так, для расчета $k_{\text{нм}}$ в отличие от $k_{\text{п}}$ учитывается минимальный размер выработанного пространства). При других параметрах разработки значение M/D ,

при котором превышает 10-процентное расхождение в прогнозе относительного максимального оседания по сравниваемым методикам, будет несколько отличаться от приведенного значения 1,47. Для условий 200-метровой лавы и глубин разработки в интервале от 500 м до 1100 м это значение находится в пределах 1,4–1,6 (пунктирные кривые на графике рис. 2).

Точность прогноза максимальных оседаний с использованием зависимости (1) проверена на практике (рис. 3).

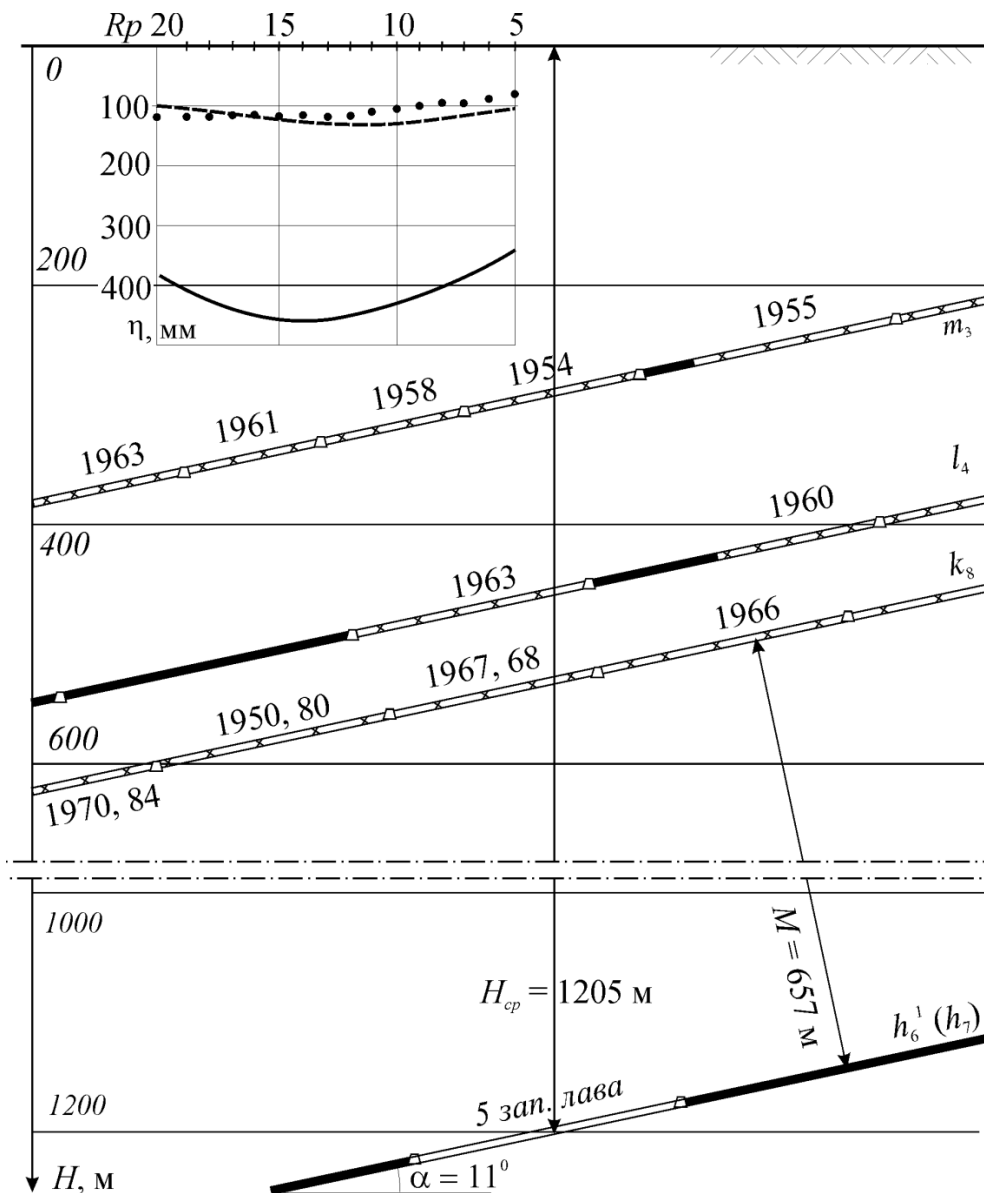


Рис. 3. Оседания земной поверхности в условиях шахты им. А. А. Скочинского

На вертикальном разрезе вкрест простирания пластов шахты им. А. А. Скочинского показана линия грунтовых реперов $R_p 5 - R_p 20$ наблюдательной станции [3], а также графики фактических (показаны точками) и прогнозируемых оседаний земной поверхности в пределах этой наблюдательной станции.

Из сопоставления этих графиков видно, что значения ожидаемых оседаний, рассчитанные с использованием полученной зависимости (пунктирная кривая), значительно ближе к фактическим, чем рассчитанные по методике [2] (сплошная кривая). Таким образом, в результате проведенных исследований установлена зависимость, позволяющая повысить точность прогнозирования максимального оседания земной поверхности в условиях больших глубин разработки угольных пластов.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Кулибаба С. Б. Прогноз оседаний земной поверхности при разработке угольных пластов на больших глубинах / С. Б. Кулибаба, М. Д. Рожко // Уголь Украины. — 2007. — № 12. — С. 10—12.
2. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом: ГСТУ 101.00159226.001-2003 : Затв. Мінпаливенерго України 28.11.2003. — Київ, 2004. — 128 с.
3. Рожко М. Д. Экспериментальные исследования сдвижения земной поверхности при больших глубинах разработки угольных пластов // Наукові праці УкрНДМІ НАН України : зб. наук. пр. — Донецьк, 2010. — № 6. — С. 50—56.