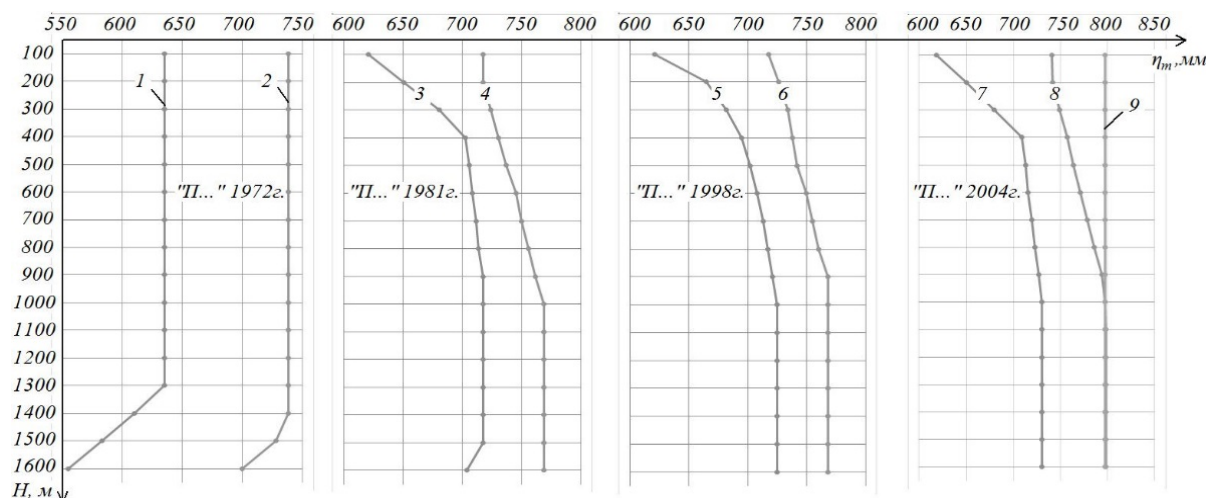


Ларченко В. Г.
к.т.н., доц. каф. МГиГ,
Маталкина Ю. А.
зав. лаб. каф. МГиГ
ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», г. Алчевск, ЛНР

ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ПОДРАБОТКИ НА МАКСИМАЛЬНЫЕ ОСЕДАНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Не менее 30% балансовых запасов угля в Донбассе находится под застроенными территориями, коммуникациями или природными объектами, разработка которого возможна только с принятием мер охраны подрабатываемых объектов. Меры охраны конкретных сооружений зависят от допустимых показателей деформаций земной поверхности и ожидаемых под ними максимальных деформаций, которые зависят от максимальных оседаний земной поверхности η_m . Определить η_m можно натурными маркшейдерскими наблюдениями, но они являются трудоемкими, длительными. При глубине подработки H более 500 м продолжительность процесса сдвижения составляет от 8 до 50 месяцев в зависимости от скорости подвигания забоя и глубины H . Поэтому маркшейдеры шахт определяют η_m по действующим нормативным «Правилам подработки зданий...» [1] Украины или «Правилам охраны сооружений...» [2] РФ. Но выполненные исследования [3, 4] показывают (рис. 1), что в действующих «Правилах...» [1, 2] и в им предшествовавших «Правилах...» [5, 6] зависимости η_m от H и от степени метаморфизма пород, учтены явно не в полной мере.



- 1, 3, 5, 7 — ломаные в районах залегания антрацита;
2, 4, 6, 8 — ломаные в районах залегания других марок угля и $h/H \leq 0,3$;
9 — прямая в районах залегания других марок при $h/H = 0,4$

Рисунок 1 — Графики зависимости η_m от H , вычисленные по методикам [1, 2, 5, 6]

Поэтому максимальные оседания земной поверхности η_m рекомендуем вычислять по скорректированной формуле:

$$\eta_m = q_o \cdot t \cdot \cos \alpha \cdot N_1 \cdot N_2 - K_p \cdot H^2, m \geq 0, \quad (1)$$

где q_o — относительная величина максимального оседания при первичной подработке, определяемая в соответствии с таблицей А.1 [1], безразмерная величина;

t — вынимаемая мощность пласта, м;

α — угол падения пласта, градус;

N_1, N_2 — условные коэффициенты, характеризующие степень подработанности земной поверхности соответственно вкрест простирания и по простиранию, безразмерные величины, определяемые по формулам (2, 3):

$$N_1 = \sqrt{0,9 \frac{D_1}{H}}, \quad (2)$$

$$N_2 = \sqrt{0,9 \frac{D_2}{H}}, \quad (3)$$

где D_1, D_2 — размеры очистных выработок соответственно по падению и по простиранию пласта, м.

Если при вычислениях по формулам (2, 3) коэффициенты N_1 и N_2 больше 1, то их следует принимать равными 1, а если они получились менее 0,20, то их принимают равными 0,20.

K_P — коэффициент остаточных межслоевых расслоений (разуплотнений) подработанного массива пород, зависящий от литологии толщи, мощности, прочности слоев горных пород, установленный натурными наблюдениями (табл. 1) [7], теоретическими исследованиями [8], моделированием на физических моделях и рекомендуемый на данном этапе при первичной подработке в антрацитовых районах Донбасса $K_P = 3 \cdot 10^{-7} \text{ 1/м}^2$, в районах залегания углей марок Ж, К, ОС, Т и Д-Г при $h/H \leq 0,3$ $K_P = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ 1/м}^2$, в районах углей марок Д-Г при $h/H > 0,3$ $K_P = 2 \cdot 10^{-7} \text{ 1/м}^2$ и требующий подтверждения результатами натурных наблюдений при добыче угля на глубинах более 600 м. При повторных подработках в антрацитовых районах рекомендуем $K_P^{II} = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ 1/м}^2$, в остальных районах $K_P^{II} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ 1/м}^2$.

Таблица 1 — Сопоставление вычисленных η_p по формуле (1) и фактических оседаний земной поверхности η_ϕ

	Наблюдательные станции	Пласт	m , м	α°	D_1 , м	D_2 , м	H , м	η_ϕ , м	η_p , м	$\Delta\eta, \%$
1	ш. «Западная» л. 602 и 604	K_2^H	0,95	7	402	725	488	0,457	0,457	0,0
2	№ 1 ш. «Южная» л. 1522 и 1524	i_3^H	1,5	8	420	850	724	0,628	0,647	3,0
3	№ 8 ш. «Южная» л. 1518 и 1520	i_3^H	1,4	8	430	900	678	0,600	0,646	7,7
4	№ 26 ш. «Южная» л. 1522 и 1524	i_3^H	1,5	8	430	850	748	0,751	0,675	-10,1
5	№ 15 ш. «Нежданная» л. 1025 и 1027	K_2^1	0,85	6	340	760	258	0,610	0,614	0,6
6	№ 16 ш. «Нежданная» л. 1025 и 1028	K_2^1	0,82	6	340	760	267	0,628	0,591	-5,9
7	№ 8 ш. «Красина» л. 1106 и 1108	K_2^H	0,85	8	380	900	245	0,688	0,658	-4,4

Относительная максимальная разность оседаний $\Delta\eta$ составила -10,1 %, а среднее алгебраическое значение $\Delta\eta_{cp}$ составило -1,3 %, что свидетельствует о правильной корректировке действующих нормативных «Правил...» [1] и о приемлемой сходимости на данном этапе исследований. Этот вывод подтверждает расчет максимальных оседаний η_m по формуле (1) в горно-геологических условиях: $m = 1$ м, $\alpha = 5^\circ$, $D_1 = 2000$ м, $q_o = 0,75$, при отношении D_2/H от 0,2 до 1,2. Результаты вычислений сведены в таблицу 2.

По вычисленным значениям η_m построены графики зависимости η_m от H и от степени подработанности D_2/H , подтверждающие степенную зависимость η_m от H при любой степени подработанности земной поверхности (рис. 2), что не противоречит теории сдвижения горных пород и геомеханике.

Таблица 2 — Зависимость η_m от H и от D_2/H , при $q_o=0,75$, $m=1$ м, $\alpha=5^\circ$

H , м	η_m , мм					
	D_2/H					
	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2
100	314	446	546	631	706	745
200	305	437	537	622	697	736
300	290	422	522	607	682	721
400	269	401	501	586	661	700
500	242	374	474	559	634	673
600	209	341	441	526	601	640
700	170	302	402	487	562	601
800	125	257	357	442	517	556
900	74	206	306	391	466	505
1000	17	149	249	334	409	448
1100	0	86	186	271	346	385
1200		17	117	202	277	316
1300		0	42	127	202	241
1400			0	46	121	160
1500				0	34	73
1600					0	0

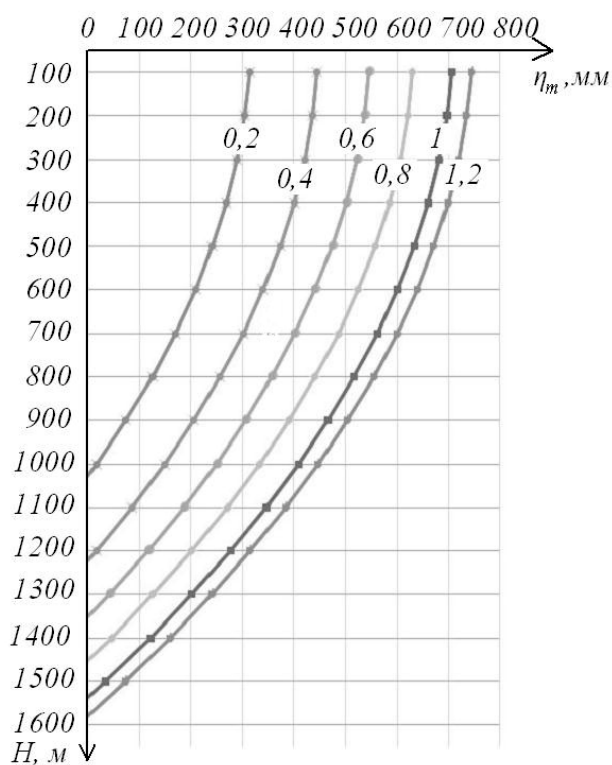


Рисунок 2 — Графики зависимости η_m от H и от D_2/H , при $q_o=0,75$, $K_p=3 \cdot 10^{-7}$ 1/м²

Скорректированная методика расчета ожидаемых максимальных оседаний земной поверхности позволяет получать адекватные и сопоставимые с результатами натуральных наблюдений значения η_m , в большей степени учитывающие глубину подработки и степень метаморфизма слоистой толщ горных пород.

Список литературы

1. ГСТУ 101.00159226.001-2003. Отраслевой стандарт Украины. Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом. — Введ. 2004–01–01. — К. : УкрНИМИ НАН Украины, 2004. — 128 с.
2. ПБ 07–269–98. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях : утв. Госгортехнадзором РФ 16.03.1998. — Введ. 1998–10–01. — СПб. : Межотраслевой науч. Центр ВНИМИ, 1998. — 291 с.
3. Ларченко, В. Г. Совершенствование методики расчета ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности при добыче угля / В. Г. Ларченко, Е. В. Коваленко, Ю. А. Маталкина // Сборник научных трудов ДонГТУ. — 2019. — Вып. 15 (58). — С. 20–26.
4. Ларченко, В. Г. Зависимость сдвижений деформаций земной поверхности от глубины подработки / В. Г. Ларченко, Е. В. Коваленко, Ю. А. Маталкина // VI международная научно-техническая конференция «Горная геология, геомеханика и маркшейдерия» : сборник научных трудов РАНИМИ. — Донецк : РАНИМИ МО и Н ДНР, 2019. — № 8 (23). — Ч. I. — С. 129–134.
5. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях / Министерство угольной промышленности СССР. — М. : Недра, 1981. — 288 с.
6. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок в Донецком угольном бассейне / Министерство угольной промышленности СССР. — М. : Типография ХОЗУ МУП СССР, 1972. — 133 с.
7. Посыльный, Ю. В. Максимальные оседания земной поверхности в антрацитовых районах Донбасса / Ю. В. Посыльный, А. А. Джулай, Е. А. Тетерин // Перспективы развития Восточного Донбасса : сб. науч. трудов ШИЮРГТУ (НПИ). — Новочеркасск : Набла, 2007. — Ч. 2. — С. 282–294.
8. Ларченко, В. Г. Определения зависимостей параметров сдвижений и деформаций подработанной толщи пород от определяющих факторов методом конечных элементов / В. Г. Ларченко, О. А. Черных // Вестник МАНЭБ. — СПб., 2006. — № 22. — С. 16–24.