

*Ларченко В. Г., *Коваленко Е. В., Хоружая Н. В.
Донбасский государственный технический университет
E-mail: ckr@dstu.education

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОЖИДАЕМЫХ СДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ПОЛУМУЛЬДАХ ВКРЕСТ ПРОСТИРАНИЯ ПЛАСТОВ

Выполнена корректировка методики расчета ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности нормативных «Правил...» [1, 2] в главных сечениях мульды вкрест простирания угольных пластов. На основе натуральных инструментальных наблюдений приведены причины и параметры концентрации деформаций земной поверхности в полумульдах по восстанию и падению пластов.

***Ключевые слова:** ожидаемые максимальные сдвижения, деформации, земная поверхность, глубина подработки, мульды вкрест простирания пластов, слоистая толща горных пород, причины концентрации деформаций.*

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Разработка угольных пластов в Восточном Донбассе с управлением кровлей полным обрушением после исключения «Правил охраны сооружений...» [1] и «Правила подработки зданий...» [2] из реестра действующих нормативных документов РФ для маркшейдерской службы шахт является практической проблемой, так как более 25 % оставшихся балансовых запасов угля находятся под сооружениями и коммуникациями. Добыча угля под охраняемыми объектами возможна только после принятия мер их защиты. Для выбора мер охраны подрабатываемых сооружений необходимо знать максимальные значения горизонтальных и вертикальных деформаций земной поверхности под объектами. «Правила...» [1, 2] содержат ряд грубых систематических ошибок, особенно при полной подработке и больших глубинах [3], влияние которых пропорционально глубине очистных работ. Определить ожидаемые максимальные деформации земной поверхности можно трудоемкими натурными инструментальными наблюдениями или использовать скорректированную методику, опубликованную в научных журналах [3–6], доложенную на международной

научно-технической конференции в РАНМИ [4], подготовленную по результатам математического, физического моделирования [3–6] и натуральных инструментальных наблюдений в Западном и Восточном Донбассе [7, 8].

Целью работы является корректировка методики расчета ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности в полумульдах вкрест простирания пластов «Правил...» [1, 2] для повышения качества выбора мер защиты подрабатываемых сооружений и коммуникаций на больших глубинах.

Объект исследования — процесс сдвижений и деформаций подработанной слоистой толщи горных пород и земной поверхности при добыче угля подземным способом.

Предмет исследования — усовершенствование методики расчета ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности «Правил...» [1, 2] в полумульдах по падению и восстанию пластов при добыче угля на глубинах более 600 м, причины и участки концентрации деформаций.

Изложение материала. Необходимость корректировки методики расчета ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности в главном сечении мульды вкрест простирания пластов вызвана тем, что в «Правилах...» [1, 2] при полной под-

работке не учтены: влияние глубины очистных работ на максимальные оседания слоистой толщи горных пород (рис. 1, прямые 1, 2), от которых зависят горизонтальные сдвигения и все виды деформаций земной поверхности; угловые параметры процесса сдвигения при больших глубинах подработки противоречат теории сдвигения, а от них зависят вычисленные длины полумульд L_1 , L_2 и все деформации земной поверхности.

В статье [3] приведена скорректированная методика расчета сдвижений и деформаций земной поверхности в полумульдах по простиранию пластов, где максимальные деформации меньше, чем в полумульдах вкрест простирания, а большую часть запасов угля отработывают длинными столбами по восстанию, что вызвало необходимость настоящей публикации.

Максимальные оседания земной поверхности η_m рекомендуем вычислять по формуле ДонГТУ (1):

$$\eta_0 = q_0 \cdot m \cdot \cos \alpha \cdot N_1 \cdot N_2 - k_p \cdot H^2, \text{ м}, \quad (1)$$

где q_0 — относительная величина максимального оседания земной поверхности при первичной подработке: в районах залегания антрацитов $q_0 = 0,75$; углей марок Ж, К, ОС, Т и Д–Г при $h/H < 0,3$ $q_0 = 0,80$; углей марок Д–Г при $h/H > 0,3$ $q_0 = 0,85$;

m — вынимаемая мощность пласта, м;

α — угол наклона пласта, градус;

h — мощность наносов, м;

H — средняя глубина разработки, м;

N_1 , N_2 — коэффициенты подработки земной поверхности по падению и простиранию пласта, безразмерные величины, определяемые по формуле (2):

$$N_1 = \sqrt{0,9 \frac{D_1}{H}}; N_2 = \sqrt{0,9 \frac{D_2}{H}}, \quad (2)$$

где D_1 , D_2 — размеры выработанного пространства соответственно по падению и простиранию пласта, м.

Если N_1 или N_2 больше 1,0, то их следует принимать равными 1,0, а если при вы-

числениях их значения менее 0,20, то принимают равными 0,20;

k_p — коэффициент остаточных межслоевых расслоений подработанного массива, зависящий от прочности горных пород (марок угля): соответственно при первичной подработке и марок угля (степени метаморфизма толщи пород) 3,0; 2,5; 2,0.

Ожидаемые максимальные оседания η_m , наклоны i_m , горизонтальные сдвигения ξ_m и деформации ε_m земной поверхности в точках главных сечений мульд вкрест простирания пластов рекомендуем вычислять по формулам (3–8), максимальным значениям функций $S(z_y)_m$, $S'(z_y)_m$, $S''(z_y)_m$ [2, таблицы А.4, А.5, А.6] при $h/H < 10$ м:

$$\eta_{y_m} = \eta_m \cdot S(z_y)_m, \text{ м}, \quad (3)$$

$$i_{y_m} = \frac{\eta_m}{L_{1(2)}} \cdot S'(z_y)_m, 1 \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

$$\xi_{y_m} = 0,5 \cdot a_0 \cdot \eta_m \times \left[S'(z_y)_m + \left(\text{tg} \frac{\alpha}{a_0} \right) \cdot S(z)_m \right], \text{ м}, \quad (5)$$

$$\varepsilon_{y_m} = 0,5 \cdot a_0 \cdot \frac{\eta_m}{L_{1(2)}} \times \left[S''(z_y)_m + \left(\text{tg} \frac{\alpha}{a_0} \right) \cdot S'(z_y)_m \right], 1 \cdot 10^{-3}, \quad (6)$$

где $S(z_y)_m$, $S'(z_y)_m$, $S''(z_y)_m$ — максимальные значения функций типовых кривых оседаний, наклонов, горизонтальных сдвижений и деформаций, соответственно равны: 1,0; 2,2; 7,3;

a_0 — относительная величина максимального горизонтального сдвижения при добыче марок угля: антрацита — $a_0 = 0,30$; Ж–Т — $a_0 = 0,35$; Д–Г — при $h/H < 0,3$ $a_0 = 0,40$.

Длины полумульд при полной подработке по падению пласта L_1 и по восстанию L_2 определяем по формулам (7, 8):

$$L_1 = H_1 [\text{ctg} \beta_0 + \text{ctg}(\psi_1 + \alpha)], \text{ м}, \quad (7)$$

$$L_2 = H_2 [\text{ctg} \gamma_0 + \text{ctg}(\psi_2 - \alpha)], \text{ м}, \quad (8)$$

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

где H_1, H_2 — глубины соответственно над разрезной печью в полумульде по падению и над границей целика в полумульде по восстанию пласта (рис. 2);

β_0, γ_0 — граничные углы соответственно в полумульдах по падению и по восстанию пласта, по методике ДонГТУ при первичной подработке:

$$\beta_0 = 75^\circ - 0,6\alpha + H_{\Gamma} \cdot K_{\gamma}, \text{ градус, (9)}$$

$$\gamma_0 = 75^\circ + 0,2\alpha + H_{\Gamma} \cdot K_{\gamma}, \text{ градус; (10)}$$

ψ_1, ψ_2 — углы полных сдвижений в полумульдах со стороны падения и восстания пласта:

$$\psi_1 = 55^\circ + H_{\Gamma} \cdot K_{\psi}, \text{ градус, (11)}$$

$$\psi_2 = 57^\circ + 0,3\alpha + H_{\Gamma} \cdot K_{\psi}, \text{ градус, (12)}$$

где K_{ψ} — коэффициент увеличения углов при H более 600 м и первичной подработке, равный 0,015;

$H_{\Gamma} = H - 600$ м (вычислять при H более 600 м).

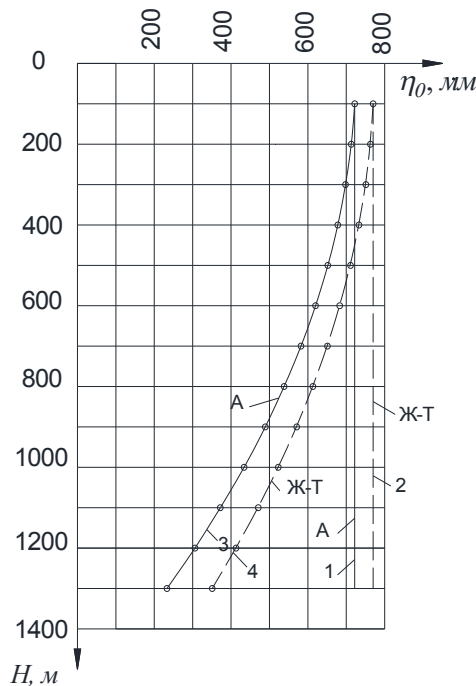


Рисунок 1 — График зависимости η_0 от глубины разработки H : 1, 2 — по методике «Правил...»; 3, 4 — по методике ДонГТУ

Используя скорректированную методику и проверенные результатами натуральных наблюдений в восточных районах Донбасса [8] формулы (1–12) в горно-геологических условиях: уголь марки антрацит, $m = 1$ м, $\alpha = 15^\circ$, $h < 10$ м, первичная полная подработка ($N_1 = 1, N_2 = 1$), управление кровлей — полное обрушение при H от 100 до 1300 м, вычислены максимальные сдвигения и деформации земной поверхности в полумульдах вкост простирания пласта (табл. 1) и в точках мульды сдвигения при средней глубине очистных работ $H_{cp} = 700$ м, $\alpha = 15^\circ$, $m = 1$ м (табл. 2). Построенные по вычисленным значениям графики (рис. 1, 3–5) зависимости от глубины полной подработки подтверждают степенную зависимость максимальных сдвижений и деформаций земной поверхности от глубины очистных работ при всех H и от прочности горных пород (марок добываемого угля) в отличие от «Правил...» [1, 2].

Таблицы 1, 2, рисунки 2, 4, 5 свидетельствуют, что длины полумульд L_1, L_2 , максимальные наклоны i_{0y1}, i_{0y2} , горизонтальные деформации $\epsilon_{0y1}, \epsilon_{0y2}$ и их расположение в мульде сдвигения по падению и по восстанию пласта значительно между собой отличаются, что следует учитывать при выборе мер защиты подрабатываемых сооружений и коммуникаций.

Кроме того, натурными частотными инструментальными наблюдениями в горно-геологических условиях трех шахт Западного Донбасса («Первомайская», «Степная», «Юбилейная») автором впервые установлены причины и параметры концентрации горизонтальных и вертикальных деформаций земной поверхности в главных сечениях мульд сдвигения вкост простирания пластов. При разработке свиты сближенных пластов и совпадении в плане нарезных и подготовительных выработок на земной поверхности происходит суммирование горизонтальных деформаций растяжений и аналогично кривизны выпуклости от статической мульды над монтажной камерой (разрезной печью)

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

и образующейся динамической полумульдой над движущимся очистным забоем. Суммарные деформации при малых глубинах очистных работ приводят к образо-

ванию трещин разрыва земной поверхности (рис. 6), уступов, причиняющих повреждения коммуникациям и сооружениям (рис. 7).

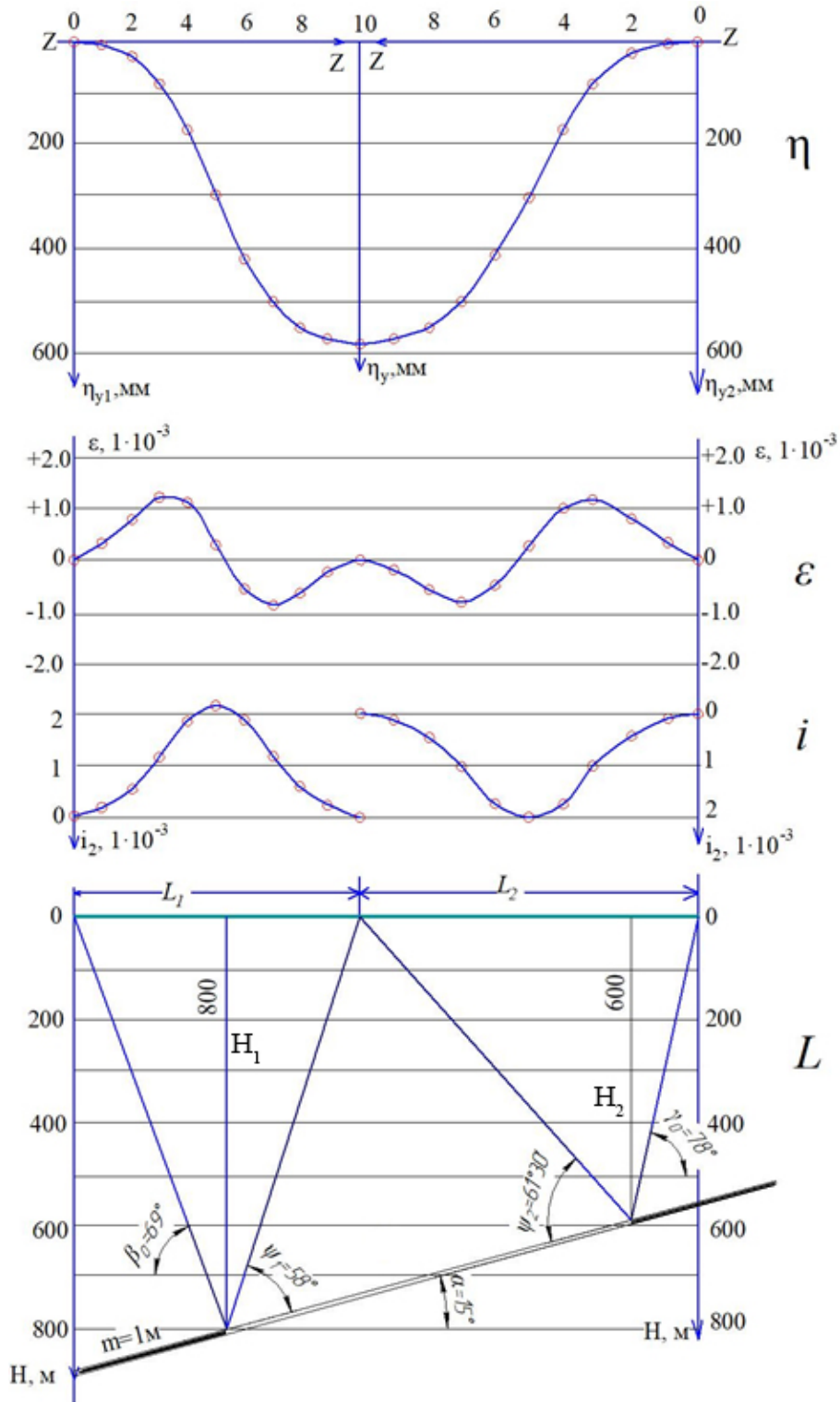


Рисунок 2 — Распределение η_y , i_y , ε_y в точках мульд сдвижения L_1 , L_2 вкост простирания пласта

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

Таблица 1

Ожидаемые максимальные оседания η_0 , наклоны i_0 , горизонтальные сдвигения ξ_0 и деформации ε_0 , длины полумульд L_1, L_2 в главных сечениях мульды вкрест простирания пластов по методике ДонГТУ

$H, \text{ м}$	$\eta_0, \text{ мм}$		$\xi_{y0}, \text{ мм}$		$L_{1y}, \text{ м}$	$L_{2y}, \text{ м}$	$i_{y1}, 1 \cdot 10^{-3}$	$i_{y2}, 1 \cdot 10^{-3}$	$\varepsilon_{y1}, 1 \cdot 10^{-3}$	$\varepsilon_{y2}, 1 \cdot 10^{-3}$
	А	Ж–Г	А	Ж–Г	Марка угля — антрацит А					
100	722	770	335	440	80,9	116,2	19,6	13,7	12,4	8,64
200	713	763	330	397	161,5	232,4	9,69	6,75	6,1	4,3
300	698	751	324	390	242,7	348,6	6,33	4,40	4,0	2,8
400	678	733	314	381	323,6	464,8	4,61	3,21	2,9	2,0
500	652	711	302	370	404,5	581,0	3,55	2,47	2,2	1,56
600	620	683	287	355	485,4	697,2	2,81	1,96	1,8	1,2
700	582	651	270	338	539,0	759,5	2,38	1,68	1,5	1,06
800	538	613	249	319	552,0	809,6	2,14	1,46	1,35	0,92
900	489	571	227	297	567,9	847,8	1,89	1,27	1,2	0,80
1000	434	523	201	272	574,0	873,0	1,66	1,09	1,05	0,69
1100	372	471	172	245	569,8	885,5	1,44	0,92	0,9	0,58
1200	306	413	142	215	554,4	886,8	1,21	0,76	0,77	0,48
1300	233	351	108	182	529,1	877,5	0,97	0,58	0,61	0,37

Таблица 2

Распределения оседаний η_y , наклонов i_y , горизонтальных деформаций ε_y в точках мульд сдвигения L_1, L_2 вкрест простирания пласта при $H_{cp} = 700 \text{ м}$, $a = 15^\circ$, $m = 1 \text{ м}$, полная первичная подработка

Z	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$S(Z)_y$	0	0,01	0,05	0,14	0,29	0,50	0,71	0,86	0,95	0,99	1,0
$\eta_y, \text{ мм}$	0	5,82	29,1	81,5	168,8	291,0	413,2	500,5	552,9	576,2	582,0
$S'(Z)_y$	0	0,19	0,56	1,20	1,89	2,20	1,89	1,20	0,56	0,19	0,0
$i_{y1}, 10^{-3}$	0	0,185	0,54	1,16	1,83	2,13	1,83	1,16	0,54	0,185	0,0
$i_{y2}, 10^{-3}$	0	0,17	0,50	1,07	1,68	1,96	1,68	1,07	0,50	0,17	0,0
$S''(Z)_y$	0	2,1	5,1	7,3	5,7	0,0	-5,7	-7,3	-5,1	-2,1	0,0
$\varepsilon_{y1}, 10^{-3}$	0	0,33	0,82	1,22	1,08	0,29	-0,58	-0,91	-0,67	-0,28	0,0
$\varepsilon_{y2}, 10^{-3}$	0	0,30	0,74	1,11	0,98	0,26	-0,53	-0,83	-0,61	-0,26	0,0

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

При отходе очистного забоя от монтажной камеры на расстояние $D_1 = (0,6-0,7) H$ в слабых породах и при малых глубинах подработки происходит временное суммирование горизонтальных деформаций сжатия (и аналогично кривизна вогнутости) от статической полумульды над разрезной печью и образующейся в этот момент полумульдой над движущимся очистным забоем (рис. 8, пунктирная кривая 1), значения которых больше деформаций растяжения над монтажной камерой (рис. 8, ломаная 2), считавшихся максимальными в пределах выемочного столба. При дальнейшем подвигании очистного забоя (увеличении размеров D_1) горизонтальные деформации сжатия (и аналогично кривизна вогнутости) на участке их концентрации уменьшаются более чем в два раза (рис. 8, ломаная 3), почему без частотных наблюдений временная концентрация деформаций оставалась невыявленной, а принятые на их основе меры защиты подрабатываемых сооружений были неэффективными.

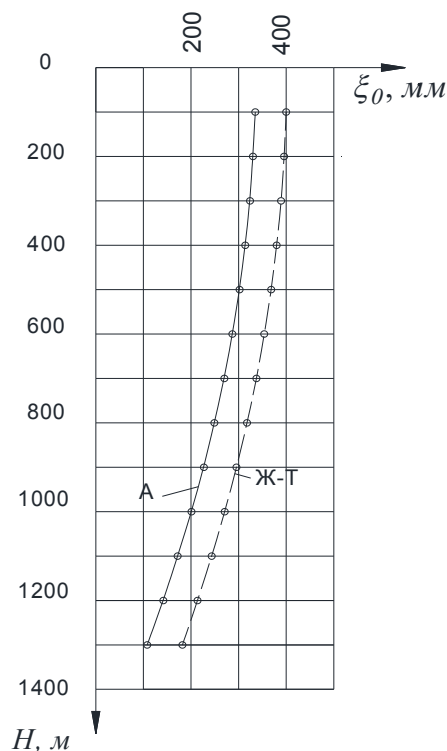


Рисунок 3 — График зависимости ξ_0 от глубины разработки

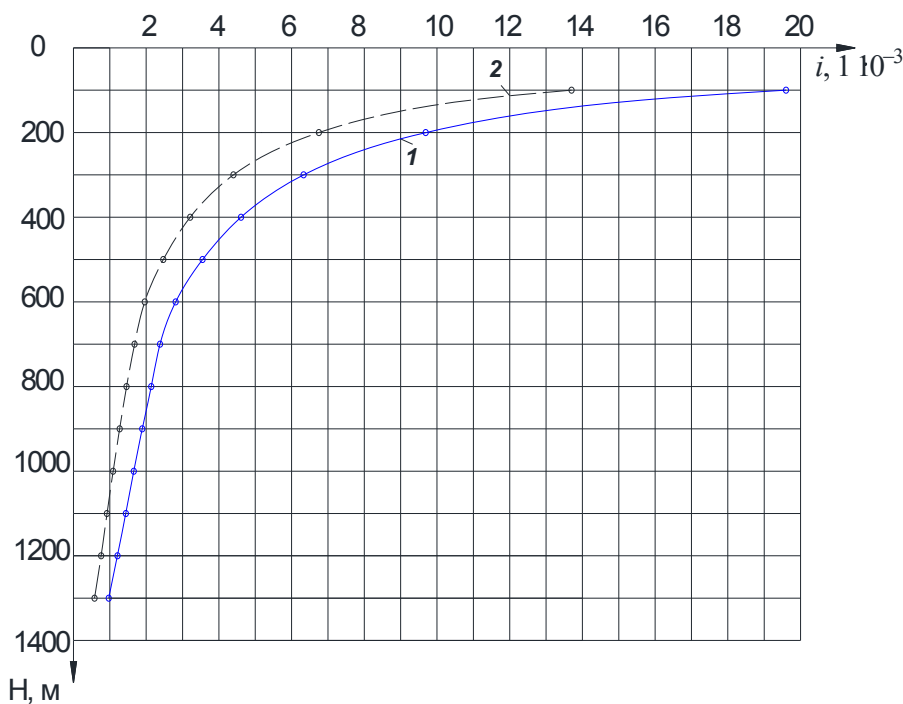


Рисунок 4 — Зависимость наклонов i_0 от глубины подработки H :
1 — в полумульде по падению пласта; 2 — по восстанию пласта

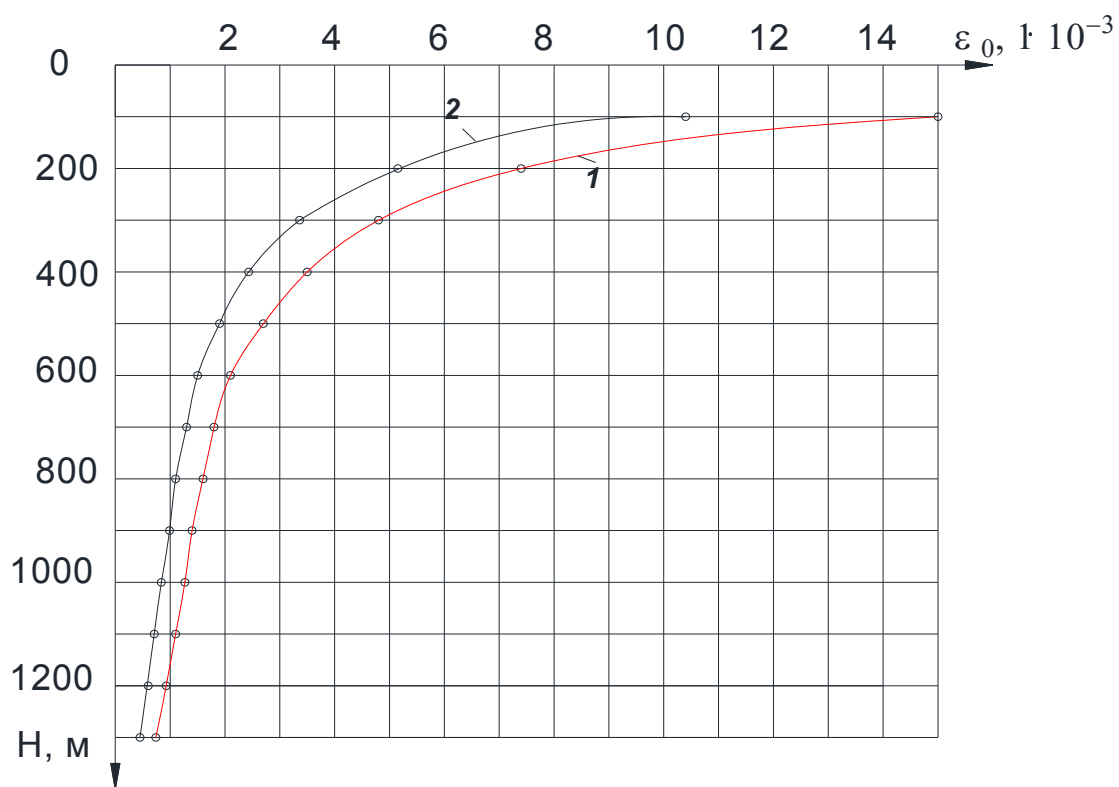


Рисунок 5 — Графики зависимостей горизонтальных деформаций земной поверхности ϵ_0 от глубины разработки H : 1 — в полумульде по падению; 2 — по восстанию пласта

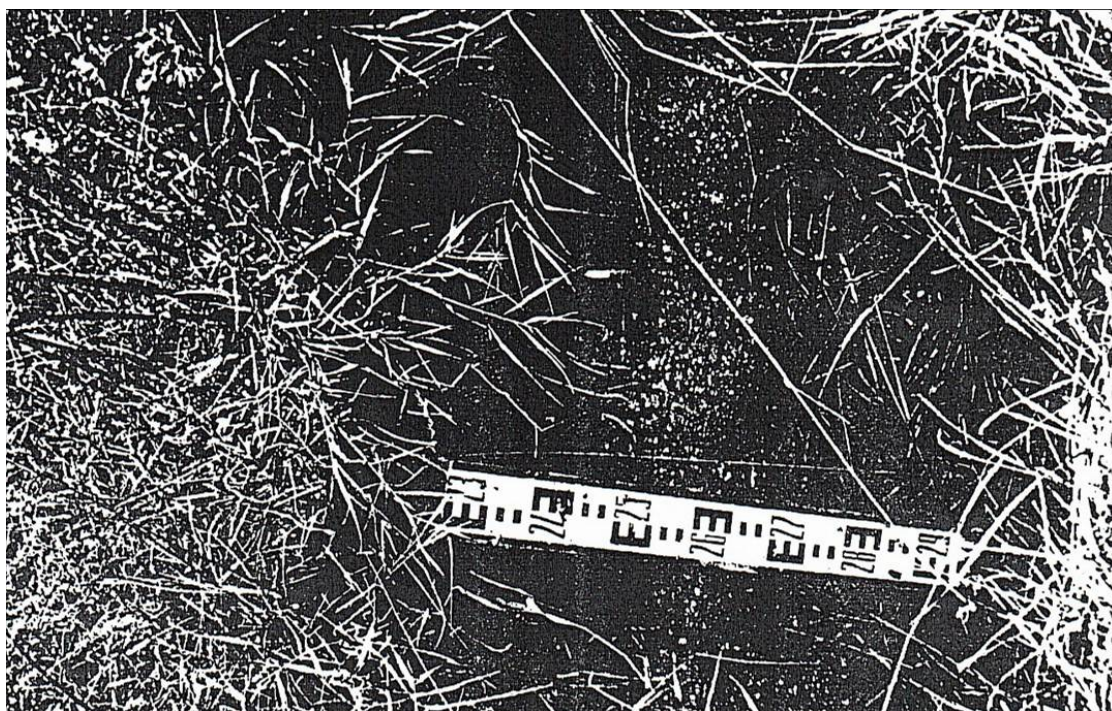


Рисунок 6 — Трещины земной поверхности после разработки трех пластов суммарной мощностью 2 м (станция 11, шахта «Першетравнева»)

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

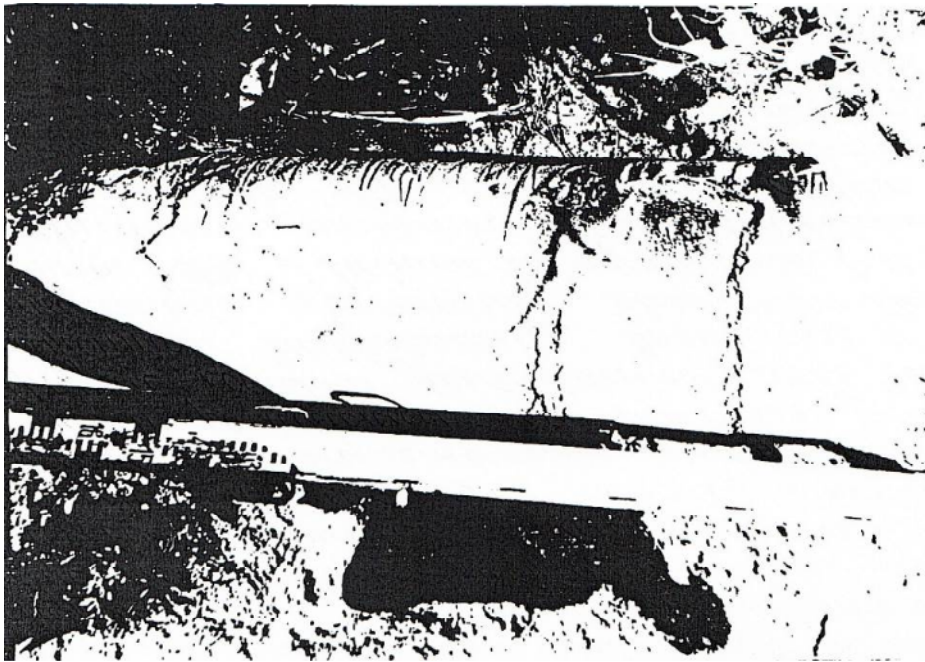
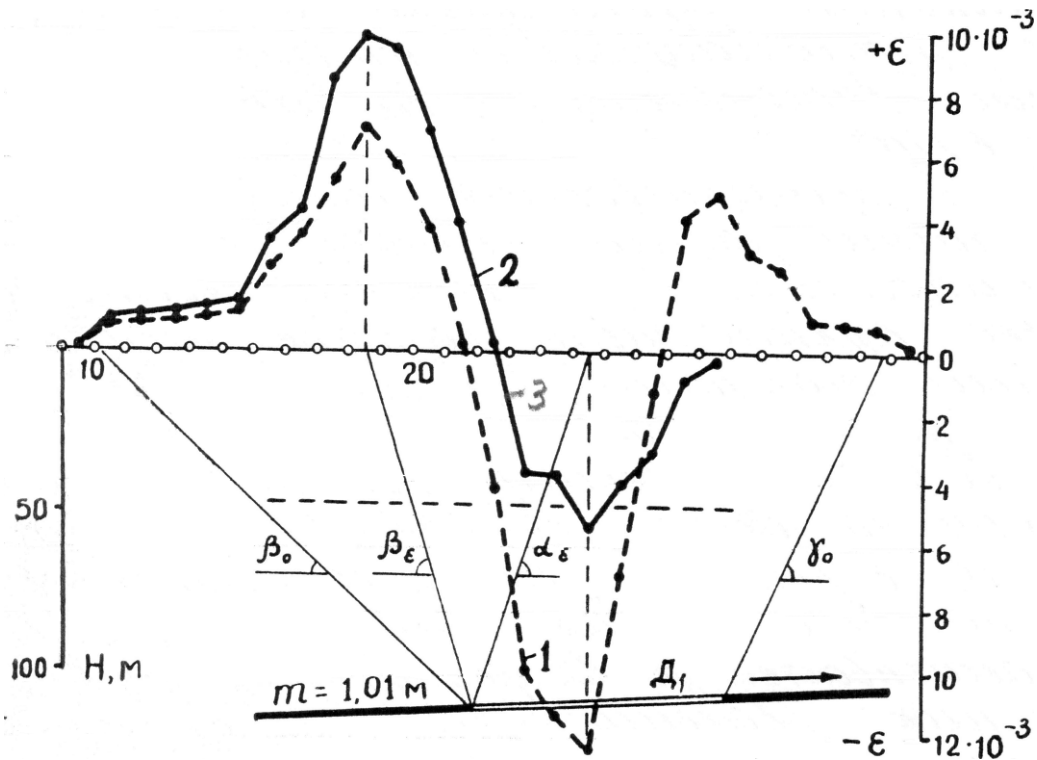


Рисунок 7 — Разрыв трубы оросительной системы при повторной подработке ш. «Степная», станция № 8



1 — сжатия при $\frac{D_1}{H} = 0,7H$; 2 — растяжения после окончания процесса сдвижения;
3 — сжатия в динамической полумульде

Рисунок 8 — Графики горизонтальных деформаций земной поверхности ш. «Степная», станция № 12

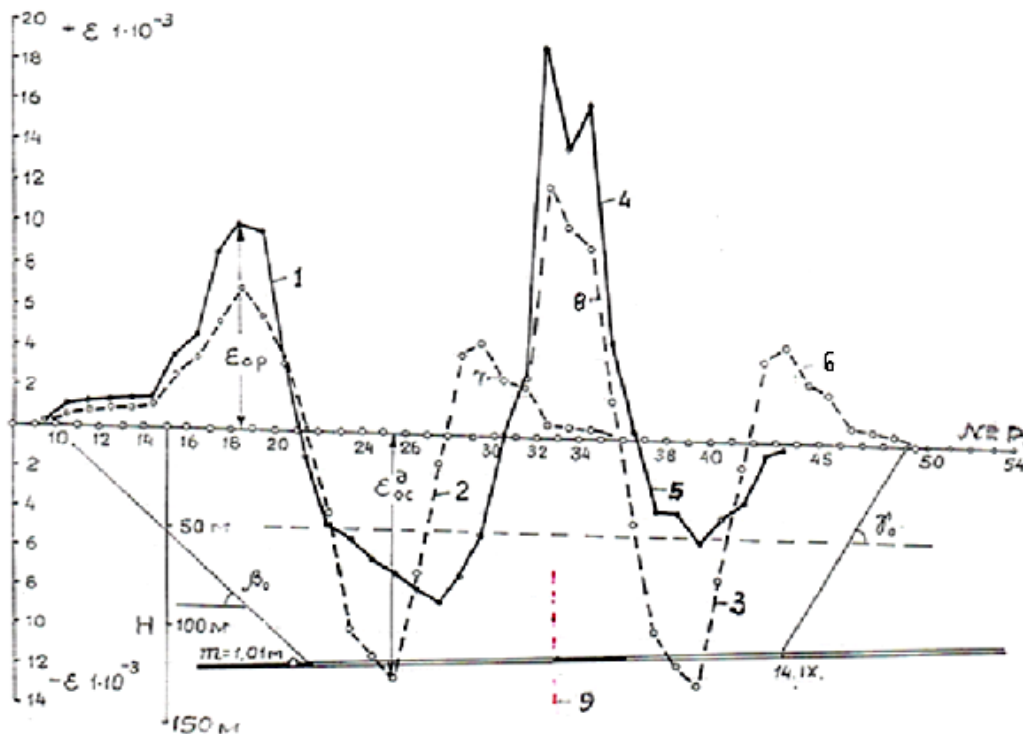
НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

Над целиком угля, оставленным у тектонического нарушения (рис. 9, прямая 9, станция № 12, шахта «Степная»), произошло аналогичное суммирование горизонтальных деформаций растяжений (рис. 9, ломаная 4) значением $19,3 \cdot 10^{-3}$, в 4 раза больше растяжений над движущимся очистным забоем, при $H=113$ м, $h=49$ м, $m=1,01$ м, как результат суммирования однозначных деформаций (кривой 7 полумульды при подходе лавы к целику и пунктирной ломаной 8 вновь образовавшейся полумульды за целиком, рис. 9). Аналогичное суммирование однозначных деформаций земной поверхности может происходить и над межлавыми целиками при соответствующем отношении ширины целика l к H длительное время.

Зависимости горизонтальных деформаций земной поверхности от отношений

D_1/H (при D_2/H более 1,0) и отношений ширины целика l к H , установленные инструментальными равноточными наблюдениями, показаны на рисунке 10.

В главном сечении мульды вкрест простирания пласта в слабых породах шахт Западного Донбасса образовавшаяся полумульда перемещается синхронно над движущимся очистным забоем, где каждая точка (репер) земной поверхности в первых двух частях процесса сдвижения движется по дуге окружности (рис. 11) вначале навстречу очистному забою, затем за ним. После окончательной остановки очистного забоя у границы блока (шахты) максимальные наклоны земной поверхности i_0 уменьшались на (5–6) %, а оседания η_0 за счет уплотнения подработанного массива пород и дренирования пльвунов увеличивались на (2,5–3) % (рис. 12).



1 — растяжения после окончания процесса сдвижения над разрезной печью; 2, 3 — сжатия при отношении $D_1/H=0,6-0,7$ в динамической полумульде; 4 — растяжения над целиком угля; 5 — сжатия после окончания процесса сдвижения; 6, 7 — растяжения над движущимся очистным забоем; 8 — растяжения новой образующейся полумульды; 9 — тектоническое нарушение

Рисунок 9 — Графики горизонтальных деформаций земной поверхности по станции № 12 шахты «Степная»

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

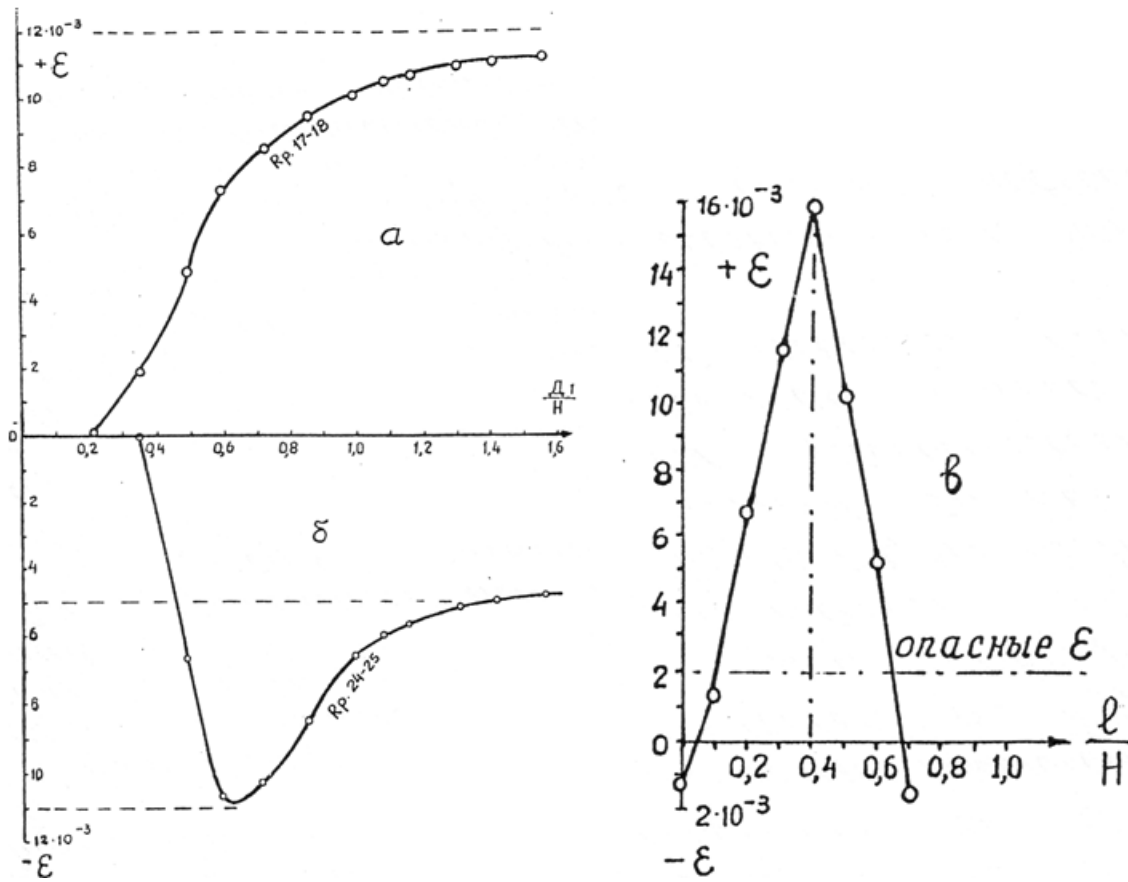


Рисунок 10 — Графики зависимости максимальных горизонтальных деформаций земной поверхности: а) растяжений от D_1/H ; б) сжатий от D_1/H ; в) растяжений от l/H

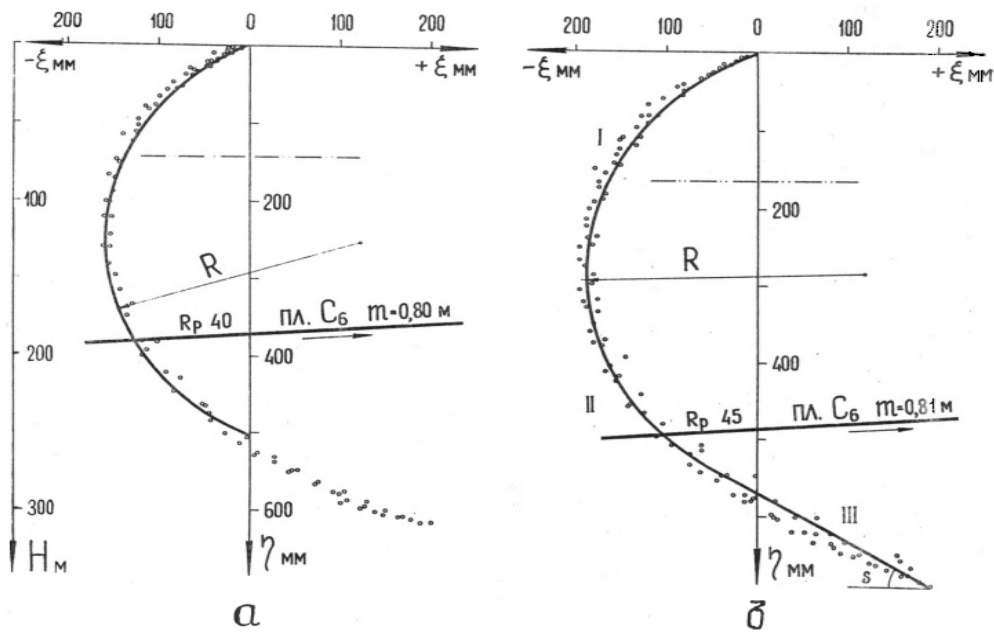


Рисунок 11 — Полный вектор сдвижения точек земной поверхности по наблюдательным станциям: а) станция № 8 ш. «Степная»; б) станция № 9 ш. «Юбилейная» ПО «Павлоградуголь»

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

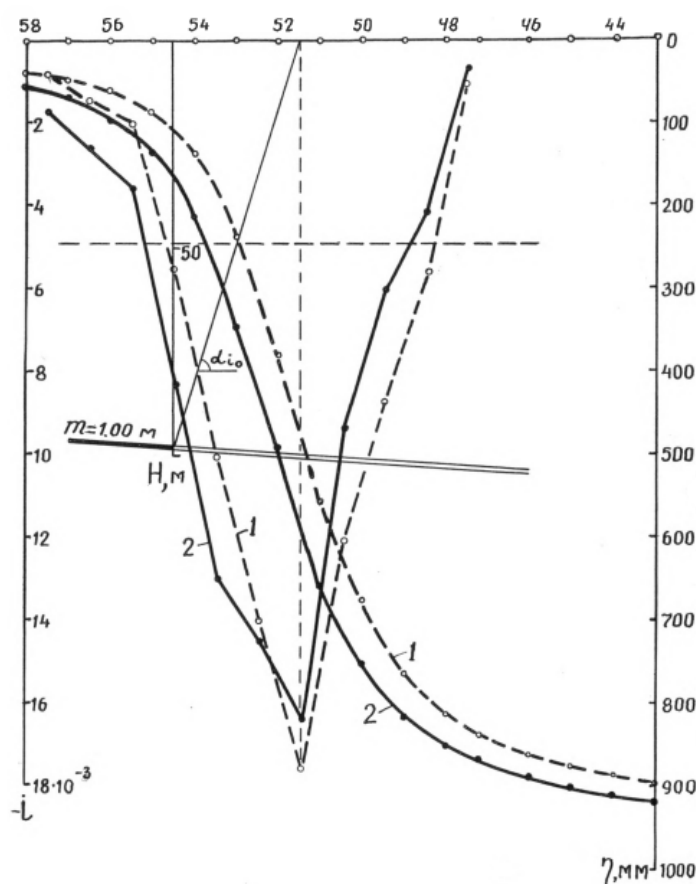


Рисунок 12 — Графики оседаний η и наклонов i земной поверхности по станции № 12:
1 — над движущимся очистным забоем; 2 — после остановки очистного забоя

Перечисленные причины, параметры и участки концентрации максимальных деформаций земной поверхности, установленные систематическими равноточными натурными наблюдениями в горно-геологических условиях шахт Западного Донбасса при глубинах очистных работ до 300 м, в Восточном Донбассе, где добыча угля уже производится на отдельных шахтах на глубинах 1200 м и более, а прочность горных пород в 2–3 раза больше, чем в Западном Донбассе, поэтому процесс суммирования однозначных деформаций не успевает достигнуть земной поверхности. Но если перечисленные причины концентрации деформаций на конкретном участке сохранятся длительный период, то суммирование однозначных деформаций достигнет земной поверхности, но в меньшей степени, что необходимо учиты-

вать при планировании подготовительных и нарезных выработок под сооружениями и застроенными территориями.

Выводы:

1. Выполнена корректировка методики расчета ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности «Правил...» [1, 2] в мульдах вкрест простирания пласта, необходимая обучающимся по специализации «Маркшейдерское дело» при изучении дисциплины «Сдвигение горных пород», выполнении курсовых проектов, НИР, выпускных квалификационных работ, а также маркшейдерам-производственникам для расчета максимальных деформаций земной поверхности и выбора оптимальных мер охраны подрабатываемых сооружений.

2. Относительные величины максимальных оседаний q_0 , горизонтальных сдвижений a_0 , коэффициенты остаточных

расслоений подработанной толщи горных пород K_p , увеличения угловых параметров процесса сдвижения при глубинах очистных работ более 600 м K_y , необходимо подтвердить результатами натуральных инструментальных наблюдений в восточных районах Донбасса.

3. Внедрение скорректированной методики расчета ожидаемых и вероятных сдвижений и деформаций земной поверхности [3–6] позволит сократить потери угля в целиках, даст экономический эффект

от увеличения промышленных запасов шахт, выбора и реализации оптимальных мер защиты подрабатываемых на больших глубинах сооружений и коммуникаций.

Дальнейшие исследования будут направлены на организацию и проведение натуральных систематических инструментальных наблюдений при подработке охраняемых объектов на больших глубинах, их финансирования и, при необходимости, внесение поправок в коэффициенты, перечисленные в пункте 2.

Список источников

1. ПБ 07-269-98. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. СПб. : Межотраслевой науч. центр ВНИМИ, 1998. 291 с.

2. ГСТУ 101.00159226.001-2003. Отраслевой стандарт Украины. Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом. К. : УкрНИМИ НАН Украины, 2004. 128 с.

3. Ларченко В. Г., Коваленко Е. В., Маталкина Ю. А. Корректировка методики расчета ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности при подработке на больших глубинах // *Наукоёмкие технологии и оборудование в промышленности и строительстве*. 2024. Вып. 3 (77). С. 30–40. EDN HAJRFF

4. Ларченко В. Г., Коваленко Е. В., Маталкина Ю. А. Зависимость сдвижений и деформаций земной поверхности от глубины подработки // *Сборник научных трудов РАНИМИ. VI международная научно-техническая конференция «Горная геология, геомеханика и маркшейдерия»*. Донецк : РАНИМИ МО и Науки ДНР, 2019. № 8 (23). С. 129–134.

5. Ларченко В. Г., Маталкина Ю. А., Коваленко Е. В. Оперативный способ определения ожидаемых оседаний земной поверхности при добыче угля на больших глубинах // *Сборник научных трудов ДонГТИ*. 2021. Вып. 22 (65). С. 29–34. EDN YMCUSA

6. Ларченко В. Г., Коваленко Е. В., Маталкина Ю. А. Прогноз вероятных оседаний земной поверхности при ее подработке на больших глубинах // *Сборник научных трудов ДонГТИ*. 2021. Вып. 24 (67). С. 40–44. EDN XSWRJP

7. Ларченко В. Г. Результаты исследований параметров процесса сдвижений и деформаций горных пород при отработке свиты пологих пластов // *Сборник научных трудов ДонГТУ*. 2008. Вып. 27. С. 88–98.

8. Посыльный Ю. В., Джулай А. А., Тетерин Е. А. Максимальные оседания земной поверхности в антрацитовых районах Донбасса // *Сборник науч. трудов ШИЮФ ГТУ (НПИ) Ч. 2 Перспективы развития Восточного Донбасса*. Новочеркасск : Набла, 2007. С. 282–284.

© Ларченко В. Г., Коваленко Е. В., Хоружая Н. В.

**Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. ГБП ДонГТУ Мележиком А. И.,
консультантом отдела недропользования
Министерства природных ресурсов и экологии ЛНР Трезневой Д. С.**

Статья поступила в редакцию 27.09.2024.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ларченко Виталий Григорьевич, канд. техн. наук, доцент
г. Алчевск, Россия

Коваленко Елена Владимировна, директор Центра карьеры ДонГТУ
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия,
e-mail: ckr@dstu.education

Хоружая Наталия Викторовна, старший преподаватель каф. геотехнологий и безопасности
производств
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия

Larchenko V. G., *Kovalenko E. V., Khoruzhaia N. V. (Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia, *e-mail: ckr@dstu.education)

CALCULATION PROCEDURE OF THE EXPECTED SHIFTS AND DEFORMATIONS OF THE EARTH'S SURFACE IN SEMI-MOULDS ACROSS THE STRIKES

Adjustment of the calculation procedure for the expected shifts and deformations of the Earth's surface of normative "Rules..." [1, 2] in the main cross-sections of moulds across the strikes has been made. Based on full-scale instrumental observations, the causes and parameters of concentration of the Earth's surface deformations in semi-moulds on upslope and inclination of seam are given.

Key words: expected maximum shifts, deformations, Earth's surface, undermining depth, moulds across the strikes, stratified rock, reasons of deformations concentration.

References

1. PB 07-269-98. Rules for the protection of structures and natural objects from the harmful effects of underground mining operations at coal deposits [Pravila ohrany sooruzhenij i prirodnyh ob"ektov ot vrednogo vliyaniya podzemnyh gornyh razrabotok na ugol'nyh mestorozhdeniyah]. SPb. : Mezhotraslevoj nauch. centr VNIMI, 1998. 291 p. (rus)
2. GSTU 101.00159226.001-2003. Industry standard of Ukraine. Rules of undermining buildings, structures and natural objects during coal mining by underground method [Otraslevoj standart Ukrainy. Pravila podrobotki zdaniy, sooruzhenij i prirodnyh ob"ektov pri dobyche uglya podzemnym sposobom]. K. : UkrNIMI NAN Ukraine. 2004. 128 p. (rus)
3. Larchenko V. G., Kovalenko E. V., Matalkina Yu. A. Adjustment of calculation procedure of the expected shifts and deformations of the Earth's surface during undermining at great depth [Korrektirovka metodiki rascheta ozhidaemyh sdvizhenij i deformacij zemnoj poverhnosti pri podrobotke na bol'shij glubinah]. Knowledge-intensive technologies and equipment in industry and building. 2024. Iss. 3 (77). Pp. 30–40. EDN HAJRFF (rus)
4. Larchenko V. G., Kovalenko E. V., Matalkina Yu. A. Dependence of shifts and deformations of the Earth's surface on the undermining depth [Zavisimost' sdvizhenij i deformacij zemnoj poverhnosti ot glubiny podrobotki]. The collection "Transactions of RANIMI". VI Mezhdunarodnaya nauchno tekhnicheskaya konferenciya "Gornaya geologiya, geomekhanika i markshejderiya". Donetsk : RANIMI Ministry of Education and Science of the DPR, 2019. No. 8 (23). Pp. 129–134. (rus)
5. Larchenko V. G., Matalkina Yu. A., Kovalenko E. V. Operational method for determining the expected subsidence of the Earth's surface during coal mining at deep depths [Operativnyj sposob opredeleniya ozhidaemyh osedanij zemnoj poverhnosti pri dobyche uglya na bol'shij glubinah]. Scientific works collection of DonSTI. 2021. Iss. 22 (65). Pp. 29–34. EDN YMCUCA (rus)
6. Larchenko V. G., Kovalenko E. V., Matalkina Yu. A. Prediction of probable subsidence of the Earth's surface during its mining at deep depths [Prognoz veroyatnyh osedanij zemnoj poverhnosti pri ee podrobotke na bol'shij glubinah]. Scientific works collection of DonSTI. 2021. Iss. 24 (67). Pp. 40–44. EDN XSWRJP (rus)

7. Larchenko V. G. Results of studies of rock shifts and deformation process parameters during mining of a suite of hollow formations [Rezul'taty issledovanij parametrov processa sdvizhenij i deformatsij gornyh porod pri otrabotke svity pologih plastov]. Scientific works collection of DonSTU. 2008. Iss. 27. Pp. 88–98 (rus)

8. Posyl'nyj Yu. V., Dzhulaj A. A., Teterin E. A. Maximum Earth's surface subsidence in anthracite areas of Donbass [Maksimal'nye osedaniya zemnoj poverhnosti v antracitovyh rajonah Donbassa]. Sbornik nauch. trudov Shakhtinskiy in-t (filial) YuRGU (NPI). Ch. 2. Perspektivy razvitiya Vostochnogo Donbassa. Novocherkassk : Nabla, 2007. Pp. 282–284. (rus)

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Larchenko Vitaliy Grigoriyevich, PhD in Engineering, Associate professor
Alchevsk, Russia

Kovalenko Elena Vladimirovna, Director of Career Centre of DonSTU
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia,
e-mail: ckr@dstu.education,

Khoruzhaia Natalia Viktorovna, Senior lecturer of the Department of Geotechnology and Industrial Safety
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia