

УДК 622.837:622.838

СНИЖЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТОВ ПОДРАБОТКИ ЗДАНИЙ

Блинникова Е.В.

(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Розроблено новий критерій порогових деформацій земної поверхні для підроблюваних будівель. Застосування цього критерію дозволить істотно понизити трудомісткість виконання проектів підробки гірничими підприємствами.

The new criterion of threshold deformations of ground surface for earned additionally buildings is developed. Use of this criterion will allow to lower essentially labour input of performance of projects, which earned additionally the mountain enterprises.

Существенным недостатком правил рациональной выемки угля [1] является необходимость определения расчетных и допустимых показателей деформаций для всех зданий, расположенных в зоне влияния горной выработки, независимо от прогнозируемых деформаций земной поверхности. Хотя результаты наблюдений и теоретических исследований показывают, что даже минимальные деформации, которые могут отрицательно повлиять на техническое состояние здания, превышают растяжение $\varepsilon=0,5 \cdot 10^{-3}$, характеризующее границу зоны влияния. В частности, согласно ДБН [2], при деформациях земной поверхности $\varepsilon \leq 1 \cdot 10^{-3}$ меры защиты зданий, как правило, не требуются, а значит нарушение условий эксплуатации практически исключено. Результаты обследований подрабатываемых производственных зданий различных отраслей промышленности показывают, что их состояние, как правило, характеризуется физическим износом и поэтому влияние

подрботки при незначительных деформациях земной поверхности практически не поддается диагностике. Таким образом, можно считать установленным, что до определенных величин деформаций земной поверхности, от влияния горных выработок здания взаимодействуют с деформирующимся основанием без повреждения конструкций или степень повреждений от подрботки не отличается от других влияющих факторов (температурно-влажностных, неравномерных осадок, динами-ческих нагрузок от технологического оборудования, физического износа). Исходя из этого, целесообразно, наряду с критериями влияния горной выработки на земную поверхность ($i=0,5 \cdot 10^{-3}$ и $\varepsilon=0,5 \cdot 10^{-3}$), установить критерии порогового влияния выработки на здания (горизонтальные деформации ε_0 , кривизну K_0 , высоту уступа $h_{y,0}$), при которых деформации конструкций от подрботки не проявляются или не будут выделяться на общем деформационном фоне. В качестве обобщенного критерия технического состояния зданий, соответствующего пороговым деформациям земной поверхности, принимаем максимальное раскрытие трещин в наружных стенах, характеризующее I-ю степень деформаций, при которой коэффициент остаточного деформационного ресурса $k_p=1$ [1].

Преобразуем уравнения взаимосвязи максимального раскрытия трещин в наружных стенах жилых и общественных зданий $\delta_{\max,n}$ с расчетными показателями суммарных деформаций при растяжении – кривизне выпуклости $\Delta l_{p,v}$ и сжатии – кривизне вогнутости $\Delta l_{c,n}$ [3] в уравнения вида:

$$\delta_{\max,n} = a_{p,n} \varepsilon_p^2 + b_{p,n} \varepsilon_p, \quad (1)$$

$$\delta_{\max,n} = a_{c,n} \varepsilon_c^2 + b_{c,n} \varepsilon_c, \quad (2)$$

где n – число этажей здания;

$\varepsilon_p, \varepsilon_c$ – горизонтальные деформации растяжения и сжатия земной поверхности, 10^{-3} ;

$a_{p,n}, b_{p,n}, a_{c,n}, b_{c,n}$ – коэффициенты, принимаемые по табл. 1.

Для определения начальной высоты уступа используем уравнение взаимосвязи:

$$\delta_{\max,n} = a_n h_y^2 + b_n h_y, \quad (3)$$

где h_y – высота уступа, мм;

a_n, b_n – коэффициенты, принимаемые по табл. 2.

Таблица 1

Коэффициенты уравнений взаимосвязи максимального раскрытия трещин с горизонтальными деформациями земной поверхности

Наименование коэффициента	Значение коэффициента при числе этажей здания				
	1	2	3	4	5
$a_{p,n}$	0,5082	0,4195	0,3278	0,2806	0,2891
$b_{p,n}$	0,7118	0,6893	0,6413	0,5597	0,4172
$a_{c,n}$	0,3111	0,1698	0,0844	0,0439	0,0314
$b_{c,n}$	0,5569	0,4385	0,3253	0,2213	0,1375

Таблица 2

Коэффициенты уравнений взаимосвязи для жилых и общественных зданий при сосредоточенных деформациях земной поверхности

Наименование коэффициента	Значение коэффициента при числе этажей здания				
	1	2	3	4	5
a_n	0,00446	0,003	0,00212	0,00183	0,00154
b_n	0,00337	0,00255	0,00174	0,000921	0,000106

Решив уравнения (3), (4) и (5) относительно ε_p , ε_c и h_y при величинах максимального раскрытия трещин 0,5 мм для жилых и общественных зданий первого разряда, 1 мм – второго и третьего разрядов и 1,5 мм – четвертого разряда [1], найдем значения пороговых горизонтальных деформаций растяжения и сжатия земной поверхности $\varepsilon_{p,ж.0}$ и $\varepsilon_{c,ж.0}$, а также – высоты уступа $h_{y.0}$. Пороговые значения кривизны земной поверхности получены из соотношения горизонтальных деформаций и кривизны согласно

[2]. Значения пороговых деформаций $\varepsilon_{р.ж.0}$ (10^{-3}) и $K_{в.ж.0}$ (10^{-3} м^{-1}) приведены в табл. 3, $\varepsilon_{с.ж.0}$ (10^{-3}) и $K_{п.ж.0}$ (10^{-3} м^{-1}) в табл. 4 и высота уступа $h_{у.0}$ (мм) в табл. 5.

Таблица 3

Пороговые деформации растяжения и кривизны выпуклости для жилых и общественных зданий

Число этажей здания	Пороговые деформации растяжения и кривизны выпуклости при разряде здания					
	1		2 и 3		4	
	$\varepsilon_{р.ж.0}$	$K_{в.ж.0}$	$\varepsilon_{р.ж.0}$	$K_{в.ж.0}$	$\varepsilon_{р.ж.0}$	$K_{в.ж.0}$
1	0,51	0,019	0,87	0,032	1,15	0,043
2	0,54	0,020	0,93	0,035	1,24	0,046
3	0,60	0,022	1,02	0,038	1,37	0,051
4	0,67	0,025	1,14	0,042	1,52	0,056
5	0,78	0,029	1,27	0,047	1,67	0,062

Таблица 4

Пороговые деформации сжатия и кривизны вогнутости для жилых и общественных зданий

Число этажей здания	Пороговые деформации сжатия и кривизны вогнутости при разряде здания					
	1		2 и 3		4	
	$\varepsilon_{с.ж.0}$	$K_{п.ж.0}$	$\varepsilon_{с.ж.0}$	$K_{п.ж.0}$	$\varepsilon_{с.ж.0}$	$K_{п.ж.0}$
1	0,66	0,025	1,11	0,041	1,47	0,055
2	0,85	0,032	1,46	0,054	1,95	0,072
3	1,18	0,044	2,01	0,075	2,70	0,100
4	1,69	0,063	2,88	0,107	3,84	0,143
5	2,36	0,088	3,85	0,143	5,07	0,188

Таблица 5

Пороговая высота уступа $h_{y,0}$ для жилых и общественных зданий

Число этажей здания	Значение $h_{y,0}$ при разряде здания		
	1	2 и 3	4
1	10	15	18
2	12	18	22
3	15	21	26
4	16	23	28
5	18	25	31

Преобразуем уравнения взаимосвязи максимального раскрытия трещин в наружных стенах каркасных зданий $\delta_{\max,к}$ и зданий с неполным каркасом и бескаркасных $\delta_{\max,н.к}$ с расчетными показателями суммарных деформаций при растяжении – кривизне выпуклости $\Delta l_{p,v}$ [3] в уравнения вида:

- для каркасных зданий

$$\delta_{\max,к} = 7,055 \varepsilon_p - 7,1; \quad (4)$$

- для зданий с неполным каркасом и бескаркасных

$$\delta_{\max,н.к} = 9,411 \varepsilon_p - 7,1. \quad (5)$$

При горизонтальных деформациях сжатия и кривизне вогнутости земной поверхности, в связи с неравномерным распределением структурных деформаций горизонтального сдвига по высоте зданий, уравнения взаимосвязи учитывают их высоту и получены в следующем виде:

- для каркасных зданий высотой 6, 9, 12, 15 и 18 м

$$\delta_{\max,к} = a_{с.к} \varepsilon_c - 7,1, \quad (6)$$

- для зданий с неполным каркасом и бескаркасных высотой 6, 9, 12, 15 и 18 м

$$\delta_{\max,н.к} = a_{с.н.к} \varepsilon_c - 7,1, \quad (7)$$

где $a_{с.к}$ и $a_{с.н.к}$ – коэффициенты, принимаемые по табл. 6.

Таблица 6

Коэффициенты уравнений взаимосвязи
 при сжатии – кривизне вогнутости

Наименование коэффициента	Значение коэффициента при высоте здания, м				
	6	9	12	15	18
$a_{с.к}$	5,451	4,794	4,218	3,708	3,254
$a_{с.н.к}$	7,270	6,395	5,626	4,946	4,345

Решив уравнения (4), (5) и (6), (7) относительно ε_p и ε_c при величинах максимального раскрытия трещин 0,5 мм для производственных зданий первого разряда, 1 мм – второго и третьего разрядов, 1,5 мм – четвертого разряда и 2,5 мм – пятого разряда, найдем значения пороговых горизонтальных деформаций растяжения $\varepsilon_{р.п.0}$ и сжатия $\varepsilon_{с.п.0}$ земной поверхности. Значения пороговых горизонтальных деформаций растяжения $\varepsilon_{р.п.0}$ (10^{-3}) и сжатия $\varepsilon_{с.п.0}$ (10^{-3}), кривизны выпуклости $K_{в.п.0}$ (10^{-3} м^{-1}) и вогнутости $K_{п.п.0}$ (10^{-3} м^{-1}) для одноэтажных производственных каркасных зданий и зданий с неполным каркасом и бескаркасных приведены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7

Пороговые деформации растяжения и кривизны выпуклости
 земной поверхности для одноэтажных производственных зданий

Тип зданий	Пороговые деформации при разряде здания							
	1		2 и 3		4		5	
	$\varepsilon_{р.п.0}$	$K_{в.п.0}$	$\varepsilon_{р.п.0}$	$K_{в.п.0}$	$\varepsilon_{р.п.0}$	$K_{в.п.0}$	$\varepsilon_{р.п.0}$	$K_{в.п.0}$
Каркасные	1,08	0,04	1,15	0,043	1,22	0,045	1,36	0,05
С неполным каркасом и бескаркасные	0,81	0,03	0,86	0,032	0,91	0,034	1,02	0,038

Таблица 8

Пороговые деформации сжатия и кривизны вогнутости
 земной поверхности для одноэтажных производственных зданий

Тип зданий	Пороговые деформации при разряде здания							
	1		2 и 3		4		5	
	$\epsilon_{с.п.0}$	$K_{п.п.0}$	$\epsilon_{с.п.0}$	$K_{п.п.0}$	$\epsilon_{с.п.0}$	$K_{п.п.0}$	$\epsilon_{с.п.0}$	$K_{п.п.0}$
Каркасные при высоте, м								
6	1,39	0,052	1,49	0,055	1,58	0,059	1,76	0,065
9	1,59	0,059	1,69	0,063	1,79	0,067	2,00	0,074
12	1,80	0,067	1,92	0,071	2,04	0,076	2,28	0,085
15	2,06	0,076	2,18	0,081	2,32	0,086	2,59	0,096
18	2,35	0,087	2,49	0,093	2,64	0,098	2,95	0,110
С неполным каркасом и бескаркасные при высоте, м								
6	1,05	0,039	1,11	0,041	1,18	0,044	1,32	0,049
9	1,19	0,044	1,27	0,047	1,34	0,050	1,50	0,056
12	1,35	0,050	1,44	0,054	1,53	0,057	1,71	0,063
15	1,54	0,057	1,64	0,061	1,74	0,065	1,94	0,072
18	1,75	0,065	1,86	0,069	1,98	0,074	2,21	0,082

Эффективность использования критерия пороговых деформаций покажем на примере проекта подработки зданий села Димитрово 2-й лавой южной панели блока № 8 пласта d_4 шахты «Красноармейская-Западная № 1».

В соответствии с программой развития горных работ, 2-я лава южной панели блока № 8 характеризуется следующими горно-техническими условиями: средняя глубина разработки – 726 м, вынимаемая мощность пласта – 1,97 м, угол падения пласта – 3° , длина лавы – 270 м, длина выемочного столба – 780 м. Границы зоны влияния определены по граничным углам: $\delta_0 = \gamma_0 = 70^\circ$, $\beta_0 = 67,6^\circ$ в коренных породах и $\varphi_0 = 55^\circ$ в наносах.

В зону влияния 2-й лавы южной панели блока № 8 пласта d_4 попадают 50 зданий села Димитрово (рис. 1), в том числе два двухэтажных и 45 одноэтажных жилых дома, два одноэтажных

хозяйственно-бытовых здания и одно одноэтажное общественное здание библиотеки.

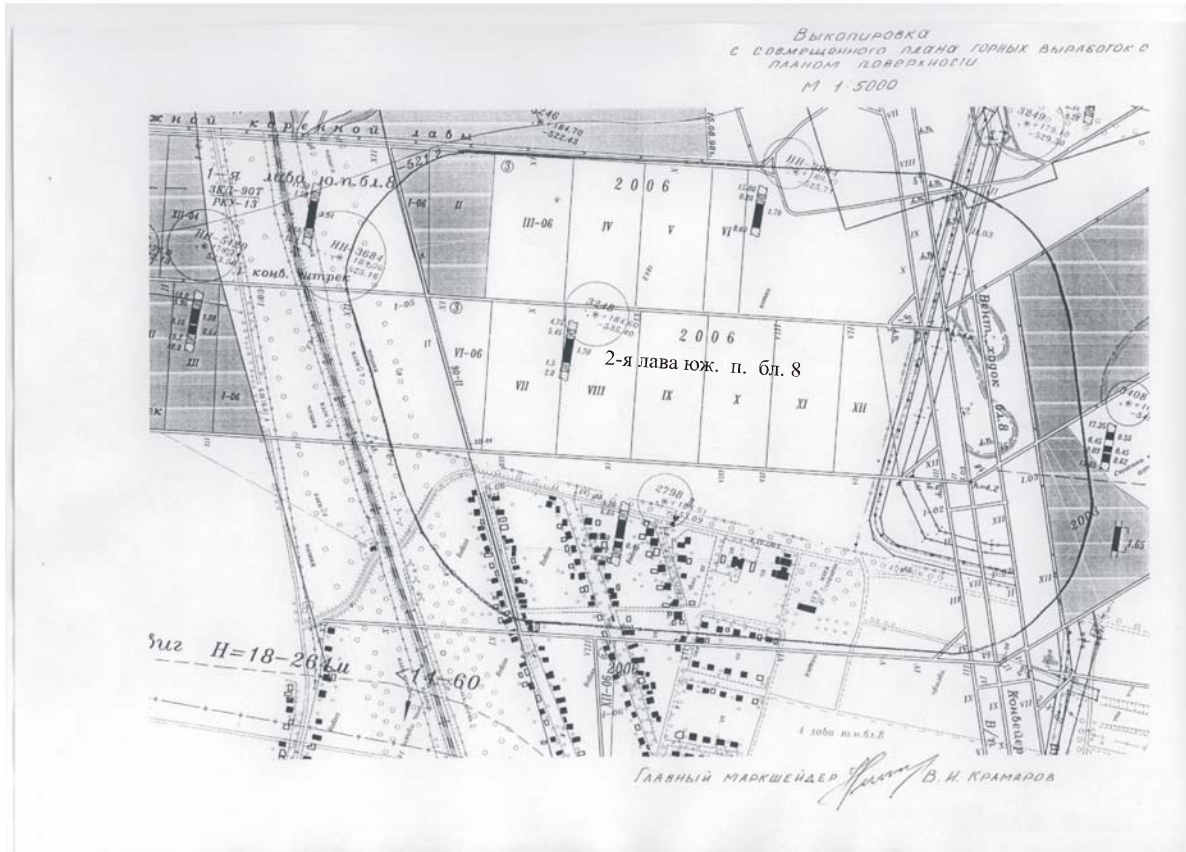


Рис. 1. Фрагмент плана горных выработок по пласту d_4 , совмещенный с планом поверхности

Фундаменты зданий – бутовые, стены – кирпичные и шлакоблочные, а также саманные и глинобитные, оштукатуренные или облицованные кирпичом, перекрытия – деревянные. Трещины раскрытием до 2 мм имеются в наружных стенах 24 домов, от 3 мм до 5 мм – 17 домов, от 6 мм до 10 мм – семи домов и свыше 10 мм – двух домов. Расчетные деформации земной поверхности определены для каждого здания в двух направлениях (по продольной и поперечной осям) и находятся в следующих пределах: растяжение от $0,07 \cdot 10^{-3}$ до $1,7 \cdot 10^{-3}$ и кривизна выпуклости от $0,002 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-1}$ до $0,035 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-1}$. Расчетные и допустимые показатели суммарных деформаций определены по Правилам подработки [1] и по новой методике [3], причем в

обоих случаях расчетные показатели не превышают допустимых, т.е. допустимые условия подработки удовлетворяются. В связи с этим выполнен анализ расчетных деформаций земной поверхности, который показал, что для 18 домов (36 % от общего количества) горизонтальные деформации не превышают растяжения $\varepsilon=0,5 \cdot 10^{-3}$, характеризующего границу зоны влияния [1], и еще для 14 (28 %) – пороговых деформаций растяжения для одноэтажных жилых и общественных зданий $\varepsilon_{р.ж.0} = 0,87 \cdot 10^{-3}$. Таким образом, для 32 домов, что составляет 64 % от их общего количества, рациональные условия подработки будут гарантированы.

ВЫВОДЫ

Предложен новый показатель пороговых деформаций земной поверхности: растяжения–кривизны выпуклости, сжатия–кривизны вогнутости и высоты уступа, при которых условия эксплуатации зданий в процессе подработки не будут нарушены независимо от их технического состояния перед подработкой и определены численные значения этого показателя для жилых, общественных и производственных зданий. Как показали результаты внедрения, использование критерия пороговых деформаций при разработке проектов подработки зданий позволяет существенно сократить объемы трудоемких маркшейдерских работ за счет уменьшения числа обследуемых зданий и расчетов по определению условий их рациональной подработки.

СПИСОК ССЫЛОК

1. ГСТУ 101.00159226.001 – 2003. Правила підробки буді-вель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом. На зміну «Правил охорони...». - М.: Недра, 1981. – 288 с.; Введ. 01.01.2004 .– К., 2004. – 128 с.

2. ДБН В.1.1-5-2000. Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах. – На зміну СНиП 2.01.09 – 91; Введ. 01.02.2000. – К.: Держбуд України, 2000. – 65 с.
3. Проект «Розробка методу визначення залишкового деформаційного ресурсу будівель та споруд, що експлуатуються за складних гірничо-геологічних умов, з використанням узагальнених деформаційних критеріїв технічного стану»: Звіт про НДР (заключ.) // УкрНДМІ / Керівник Анциферов А.В. – Донецьк, 2006. - № ДР 0106U006738.