

*Корсаков Д.В.
(ДонГТУ, г. Алчееск, Украина)*

АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ГИДРОАКТИВИЗАЦИИ ГОРНЫХ ПОРОД

Розглянуто геометричні характеристики сформованих провалів на території закритих шахт Центрального району Донбасу і на їх основі подана типізація зон деформації земної поверхні.

***Ключові слова:** аналіз, деформація, міцність, затоплення, вугільна шахта, провал.*

Рассмотрены геометрические характеристики сформировавшихся провалов на территории закрытых шахт Центрального района Донбасса и на их основе приведена типизация зон деформации земной поверхности.

***Ключевые слова:** анализ, деформация, прочность, затопление, угольная шахта, провал.*

В процессе закрытия горного предприятия методом «мокрой консервации» затопление выработанного пространства угольных шахт подземными водами приводит к переувлажнению породного массива. Уже многократно доказано, что при этом происходит уменьшение его прочностных характеристик. Процессы деформирования и обрушения горных пород над выработанным пространством приобретают новый динамизм. Следствием этого является активизация процесса сдвижения земной поверхности [1,2, 3].

Цель работы - анализ аварийно-опасных деформаций земной поверхности при гидроактивизации горных пород.

Водонасыщение горных пород резко изменяет их деформационные и прочностные свойства (наиболее ярко это видно при исследовании песчаников).

В таблице 1 приведены результаты экспериментального определения прочности на одноосное сжатие образцов сухих и водонасыщенных (2,5 - 3%) песчаников с различными цементами.

Таблица 1 - Влияние водонасыщения на прочность и деформацию песчаников при одноосном сжатии

Кремнисто-слюдистый цемент				Глинисто-слюдистый цемент				Карбонатный цемент			
Сухой		Влажный		Сухой		Влажный		Сухой		Влажный	
σ , МПа	ε 10^{-2}	σ , МПа	ε 10^{-2}	σ , МПа	ε 10^{-2}	σ , МПа	ε 10^{-2}	σ , МПа	ε 10^{-2}	σ , МПа	ε 10^{-2}
3,0	0,3	0,1	0,3	6,0	0,3	5,0	0,3	6,0	0,3	7,0	0,3
10,0	0,6	0,2	0,6	15,0	0,6	10,0	0,6	17,0	0,6	17,0	0,6
20,0	1,0	7,0	1,0	35,0	1,0	25,0	1,0	40,0	1,0	37,0	1,0
34,0	1,3	16,0	1,3	47,0	1,3	34,0	1,3	67,0	1,3	57,0	1,3
47,0*	1,6*	27,0	1,6	60,0	1,6	41,0	1,6	85,0	1,6	68,0	1,6
		37,0*	2,0*	64,0	2,0	47,0	2,0	94,0*	2,0*	72,0	2,0
				67,0*	2,3*	51,0	2,3			87,0	2,3
						54,0*	2,6*			90,0*	2,6*

* - образец разрушился.

Анализ результатов исследований показывает, что после увлажнения (до 3%) прочность на одноосное сжатие песчаников уменьшается в 1,3 - 1,5 раза, а относительная деформация увеличивается в 1,25 - 1,3 раза.

Вследствие интенсивного ведения горных работ на территориях центрального района Донбасса (ЦРД) и Стахановского региона сформировалась особая гидрогеофильтрационная обстановка, характеризующаяся высокой интенсивностью дренирования водоносных горизонтов в условиях изменения их питания и осложненная техногенными изменениями геомеханического состояния вмещающих пород над горными выработками. Учитывая влияние этих факторов, на подработанных территориях проявились опасные экзогенные геологические процессы (ЭГП): суффозия, горные удары, оседания земной поверхности, провалы и т.д. [1,4].

Максимальные расчетные деформации земной поверхности от влияния активизации процесса сдвижения после затопления горных выработок ликвидируемых шахт приведены на примере Стахановского региона: «Центральная -Ирмино», «Бежановская», им. Чеснокова, им. Ильича, «Максимовская», «Луганская», «Брянковская», «Замковская». Результаты маркшейдерских расчетов по мульдам сдвижения приведены в таблица 2 [5].

Таблица 2 - Максимальные значения параметров сдвижения земной поверхности

Шахта	Наклоны, $1,0 \cdot 10^{-3}$	Горизонтальные деформации, $1,0 \cdot 10^{-3}$	Радиус кривизны, км
Центральная - Ирмино	5,0	3,0	47,2
им. Чеснокова	5,0	5,0	49,7
Брянковская	5,0	3,0	55,3
им. Дзержинского	5,0	3,0	65,8
Максимовская	7,4	4,1	44,8
Луганская	8,5	5,7	15,6
Бежановская	7,3	4,1	24,8
им. Ильича	13,3	6,2	8,8
Замковская	12,4	5,2	9,3

Исследования выполнялись на основе изучения планов поверхности с нанесенными на них участками с фактическими данными деформаций земной поверхности и участками с образованными провалами. Участки с проявлением активных деформаций характеризуются следующими величинами относительных горизонтальных деформаций: от 0,5 до 1,0 мм/м; более 1,0 до 3,0 мм/м; более 3,0 мм/м.

Исходя из тенденций деформирования земной поверхности, по результатам анализа и прогноза сдвижений необходимо выделить на планах поверхности типы зон по степени деформации (таблица 3):

Таблица 3 - Типизация зон деформации земной поверхности

Тип зоны	Характеристики	Класс опасности
I	$0,5 \cdot 10^{-3} < \varepsilon \leq 1,0 \cdot 10^{-3}$ $0,5 \cdot 10^{-3} < i \leq 1,5 \cdot 10^{-3}$	Средне-деформируемые
II	$1,0 \cdot 10^{-3} < \varepsilon \leq 3,0 \cdot 10^{-3}$ $1,5 \cdot 10^{-3} < i \leq 5,0 \cdot 10^{-3}$	С существенными деформациями
III	$\varepsilon > 3,0 \cdot 10^{-3}$ $i > 5,0 \cdot 10^{-3}$	Аварийно-опасные

На основании типизации деформируемых площадей был выполнен анализ состояния существующей застройки на участках со сложными горногеологическими условиями ряда закрытых шахт.

Наиболее активно процесс сдвижения горных пород, вплоть до формирования провала, происходит вблизи старых горных выработок, выходящих на поверхность. Это объясняется интенсивным обводнением слабых слоев горных пород.

На рисунке 1 приводим схему определения геометрических параметров сформировавшихся провалов над горными выработками.

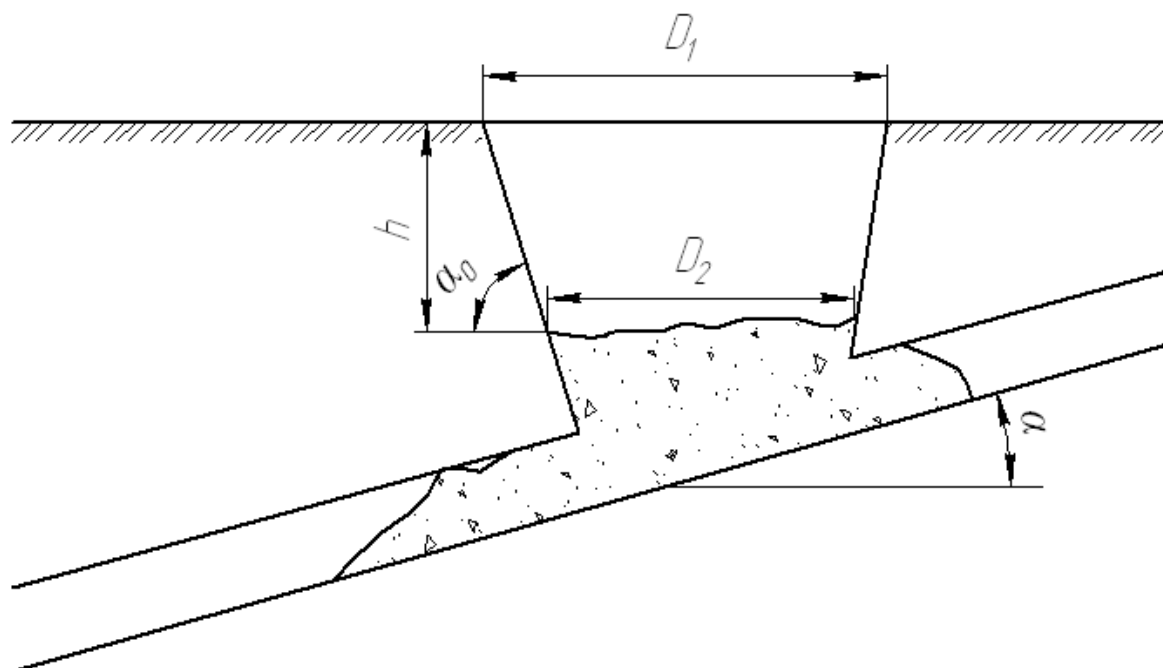


Рисунок 1 – Схема провала над горными выработками закрытых шахт

Здесь обозначено: D_1 , D_2 – верхний и нижний диаметр воронки провала соответственно, м; h – глубина провала, м; a_0 – средний угол наклона откоса провала, град., α – угол наклона выработки, град.

Характеристики сформировавшихся провалов на территориях закрытых шахт приведены в таблице 4.

Таким образом, к участкам, особо опасным по образованию провалов или с провалами, отнесены участки земной поверхности над старыми горными выработками (подготовительными, очистными), по которым требуется проведение дополнительных геофизических исследований по остаточной пустотности или, согласно результатам выполненных обследований, там, где отмечается активизация процесса сдвижения, необходимо бурение разведочно-технических скважин.

По данным этих исследований возможно принятие решения о необходимости проведения мероприятий по стабилизации деформационного процесса.

Таблица 4 – Характеристики сформировавшихся провалов на территориях закрытых шахт

Наименование горного предприятия	№ п/п	Название выработки	Протяжен ность, м	Угол наклона, град.	Породы	Характеристика провалов			
						D ₁ , м	D ₂ , м	h, м	α, град
Украина	1	№1 пл. l ₆	120	14-50	суглинки	2,5	2	1,2	78
	2	№12 пл. l ₆	120	14-58	суглинки	2,0	1,8	0,7	82
	3	Зап. вент. сбойка №1 пл. l ₇ ^в	50	57	суглинки	2,5	2,3	1,0	84
	4	1-я зап. вент. сбойка пл. l ₅	55	14	суглинки	2,5-2,0	2,0	2,0	83
№2-бис	5	2-я зап. вент. сбойка пл. l ₅	52	14	суглинки	4,0-5,0	3,8	3,0	83
	6	Зап. вент. шурф №6 пл. l ₁ ¹	50	90	суглинки	2,0-2,5	2,0	1,1	77
	7	Накл. всп. ствол. ш. №29-30 пл. l ₃	125	10-14	суглинки	2,0-2,0	1,7	1,0	81
№9-бис	8	зап. вент. сбойка №1 пл. l ₃	147	10-14	суглинки	2,0-2,5	2,0	0,6	67
	9	зап. вент. сбойка №2 пл. l ₃	155	10-14	суглинки	2,0-2,5	1,8	1,5	77
	10	зап. вент. сбойка №3 пл. l ₃	138	10-14	суглинки	2,0-2,0	1,7	0,8	79
	11	накл. груз. ств. k ₅	215	10-14	суглинки	2,0-2,5	2	1,5	81
	12	накл. всп. ствол k ₅	185	10-14	суглинки	3,0-2,0	2	1,5	81
	13	вент. сбойка №1 пл. k ₄	155	10-14	суглинки	0,6	0,3	2,0	86
	14	Накл. всп. ствол ш. №9-бис пл. k ₃ ¹	255	10-17	суглинки	2,5-3,0	2,5	1,3	79
	15	Накл. конв. ствол ш. №9-бис пл. k ₅ ^в	165	10-17	суглинки	2,0-2,0	1,6	1,3	81
	16	Накл. груз. ствол ш. №134 пл. k ₅ ^в	178	10-14	суглинки	2,5-2,0	1,6	1,5	81
	17	Накл. вспом. ств. (совхоз «Огороды») пл. k ₃ ¹	263	10-14	суглинки	2,5-2,5	2	1,7	81
	18	центральна площадка быв- шей шахты №5 «Сталь»	255	10-14	суглинки	2,5-4,0	1,5	2	87

Выводы. Таким образом, проведенные исследования подтвердили, что процесс активизации сдвижных процессов на территориях шахт и формирование аварийно-опасных участков связан с замачиванием горных пород при использовании метода «мокрой консервации» шахт.

Активизация процессов сдвижения пород обусловлена снижением прочностных и деформационных свойств пород, самоликвидацией сохранившихся в массиве пустот и расслоений.

Активизация процессов сдвижения горных пород над подготовительными выработками неглубокого заложения при их подтоплении не зависит от времени их отработки.

Выделение на планах поверхности зон по существенным и угрожаемым аварийно-опасным деформациям позволит значительно уменьшить затраты времени и средств на мониторинг горных отводов закрытых шахт и мероприятий по стабилизации деформационного процесса.

Библиографический список

1. Гребенкин С.С. Геомеханические и технологические проблемы закрытия шахт Донбасса: Учебное пособие / С.С Гребенкин, В.М. Ермаков. - Донецк: ДонНТУ, 2002. - 266 с.

2. Должиков П.Н. Региональные изменения геомеханических и гидрогеологических условий на полях закрытых шахт / П.Н. Должиков, Л.Н. Дмитриева, Р.Н. Сергиенко // Науковий вісник НГУ. - Дніпропетровськ, 2007. - №5. - С.9-11.

3. Должиков П.Н. Устойчивость горизонтальных выработок глубоких шахт в обводненных породах: Монография / П.Н. Должиков, А.Э. Кипко, Ю.И. Кобзарь, Ю.П. Должиков - Донецк: Норд-Пресс, 2010. - 191 с.

4. Должиков П.Н., Исследование и прогнозирование геодинамических процессов в подработанных породных массивов / П.Н. Должиков, Р.Н. Сергиенко // Вісник СНУ ім. В.Даля. - №3 (145), 2010. - С.428-432.

5. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом: ГСТУ 101.00159226.001:2003. – [Чинний від 2003-11-28]. – К. – Держпромгірнагляд, 2003. – 245 с. – (Національний стандарт України).

Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Должиковым П.Н.