

УДК 622.831

**ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ МОНИТОРИНГИ
НА ТЕРРИТОРИИ ЛИКВИДИРУЕМЫХ ШАХТ
ДОНБАССА**

Кулибаба С.Б., Питаленко Е.И., Рожко М.Д., Шиптенко А.В.
(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Висвітлено деякі результати геомеханічних моніторингів, які проводяться на території тих шахт Донбасу, що ліквідуються.

Interpreted are some results of geomechanical monitoring in the area of mines of Donbass being liquidated.

В процессе реструктуризации угольной промышленности Украины намечено закрытие более 100 угольных шахт, эксплуатация которых в современных условиях нерентабельна. Массовое закрытие угольных предприятий ведет к возникновению негативных с точки зрения экологической безопасности явлений и процессов. За более чем двухсотлетнюю историю Донбасса было постепенно закрыто и затоплено более 150 шахт с небольшой глубиной и площадью отработки запасов. Инструментальные наблюдения за геомеханическими процессами при ликвидации этих предприятий носили локальный, несистематический характер, поэтому этот опыт нельзя использовать в полной мере в современных условиях.

К уже известным проблемам, возникающим при ликвидации отдельных шахт (подтопление подработанных территорий, провалообразование), при одновременном закрытии шахт регионов добавляются новые, вызванные изменением характера деформирования земной поверхности, в частности – активизацией процесса сдвижения.

Активизацией процесса сдвижения принято считать дополнительное сдвижение массива горных пород и земной поверхности над старыми очистными выработками под воздействием некоторого активизирующего фактора. На действующих шахтах таким фактором в большинстве случаев является влияние новых очистных выработок, в зону влияния которых попадают участки ранее подработанного массива [1]. При этом активизация сдвижения может быть вызвана как разгружающим, так и пригружающим влиянием новой очистной выработки. В первом случае дополнительные сдвижения массива возникают в результате таких процессов, как погашение зависаний пород, образовавшихся при первичной подработке над опорными частями массива; упругое восстановление слоев при первичной подработке и дальнейшее их оседание без изменения напряжения по нормали к напластованию при последующих и др. Во втором случае активизация сдвижения является следствием уплотнения ранее разгруженных пород, одновременно с которым может происходить обрушение зависаний, сохранившихся у границ старых очистных выработок.

Механизм активизации процесса сдвижения на ликвидируемых шахтах имеет другую природу и обусловлен снижением прочностных свойств увлажненных горных пород при затоплении выработанного пространства шахтными водами, возобновлением процесса их обрушения и заполнением пустот и расслоений, сохранившихся в подработанной толще. Обводнение горных пород резко снижает их устойчивость – породы размокают, становятся склонными к сползанию. Так, например, на шахте им. Чеснокова ПО "Стахановуголь" предел прочности при сжатии песчано-глинистого сланца в почве пласта m_7 снизился с 70 до 28 МПа, а предел прочности песчаника в кровле пласта m_3 при обводнении снизился с 140 МПа до 6,9 МПа. Вследствие потери установившегося равновесия толщи горных пород в результате подобных изменений их физико-механических свойств и последующей активизации процесса сдвижения возможно возникновение деформаций земной поверхности, трещин, уступов и провалов [2].

Для изучения, прогноза и предупреждения неблагоприятных изменений окружающей среды необходима организация постоянного мониторинга территорий ликвидируемых шахт. Одной из наиболее важных его составляющих является маркшейдерский (геомеханический) мониторинг, к основным задачам которого относятся следующие [3]:

- получение экспериментальных данных о наличии или отсутствии сдвижений земной поверхности при затоплении отдельных или группы соседних шахт;

- установление взаимосвязей между величинами сдвижений земной поверхности и уровнем затопления, глубиной и срок отработки запасов, углом падения горных пород, наличием разрывных нарушений, рельефом земной поверхности;

- изучение поведения зданий и сооружений, которые получили повреждения при многократной подработке [4].

В период 2001-2004 гг. на территориях ликвидируемых шахт Стахановского, Центрального районов Донбасса, а также в Буденновском и Пролетарском районах г. Донецка институтами УкрНИМИ и ДонНТУ проводилось исследование характера активизации процесса сдвижения земной поверхности при затоплении горных выработок. Необходимость оптимизации затрат на выполнение инструментальных наблюдений при мониторинге больших площадей подработки определила следующую конструкцию наблюдательной сети.

1. Основные профильные линии с относительно большими расстояниями между реперами (порядка 100 м), на которых выполнялись высотные измерения. Эти линии пересекали основные структуры шахтных полей, поселков, микрорайонов и были ориентированы преимущественно по направлению вкрест простирания пластов.

2. Специальные наблюдательные станции, которые закладывались в местах, где в период отработки были зафиксированы значительные величины сдвижений и деформаций (выхода нарушений и осевых поверхностей складок под наносы, малая глубина разработки, выхода угольных пластов). Расстояние между соседними реперами профильных линий на этих станциях составляло около 10 м. На них

выполнялся полный комплекс инструментальных наблюдений, включая высотные и линейные измерения. Основной задачей этих наблюдений являлось определение параметров сосредоточенных деформаций земной поверхности при активизации процесса сдвижения.

Для исследования характера развития процесса сдвижения от активизации при затоплении горных выработок Стахановского региона были выбраны шахты им. Ильича, им. И.В.Чеснокова, "Центральная - Ирмино", "Брянковская" и "Замковская", что позволило охватить практически все горно-геологические условия региона, в которых производилась отработка запасов угля под густонаселенными территориями с большим количеством промышленных объектов, коммуникаций и жилой застройки (табл. 1). Общая длина наблюдаемых профильных линий на территории затопляемых шахт Стахановского региона составила более 70 км.

Поскольку наблюдения были начаты лишь через четыре года после начала затопления шахт, некоторая часть оседаний земной поверхности при активизации процесса сдвижения могла реализоваться до начала их проведения. Тем не менее, зафиксированные на основных профильных линиях величины оседаний позволили судить о достаточно активных сдвижениях земной поверхности, которые даже через 5-6 лет после окончания горных работ происходили со скоростью до 15 мм в месяц. При этом увеличение оседаний наблюдалось в районах выходов крутопадающих участков слоев пород на крыльях складок и на участках выходов сместителей разрывных тектонических нарушений.

Создание системы мониторинга в Центральном районе Донбасса – первый опыт исследования характера развития процесса активизации при крутом залегании пластов.

Все ликвидируемые шахты в этом районе обрабатывали запасы угля в сложных горно-геологических условиях – крутое залегание породных слоев, дизъюнктивные тектонические нарушения, большое количество одновременно разрабатываемых угольных пластов, наличие многочисленных старых очистных выработок на верхних горизонтах (табл. 2).

Таблица 1
Условия проведения геомеханического мониторинга в Стахановском районе Донбасса

Зона влияния шахт	Тектоника		Другие осложняющие факторы	Кол-во пластов	Угол падения, градус	Общая вынимаемая мощность, м
	дизъюнктивная	пликативная				
им. Ильича	—	выхода осевых поверхностей синклинальных складок	—	8	20-45	7,9
им. Чеснокова	выход надвига "К-Д"	то же	выход известняка ($m=2,5-3,0$ м)	10	0,5-60	8,6
им. Чеснокова, "Максимовская"	—	замковая часть антиклинали	горные работы на малых глубинах	5	2-24	3,4
"Центральная - Ирмино", "Максимовская"	—	—	выход известняка ($m=2,5-3,0$ м), выхода пластов	4	10	3,5
"Брянковская", "Криворожская"	выхода 1-го, 2-го, 3-го, 4-го Брянковских надвигов, надвига "Л-К"	выхода осевых поверхностей синклинальных складок	выхода известняков ($m=2,5-3,0$ м), старые горные выработки (погашенный ствол), горные работы на малых глубинах	10	1-55	8,1

Таблица 2
 Условия проведения геомеханического мониторинга в Центральном районе Донбасса

Зона влияния шахт	Тектоника	Другие осложняющие факторы	Кол-во пластов	Ср. угол пад., градус	Общая вынимаемая мощность, м
"Кочегарка"	зоны влияния надвигов "Горловский" и "Крутой"	–	18	68-40	16,1
"Кондратьевка"	зона влияния надвига № 3	отработка свиты крутопадающих пластов, выхода пластов, известняков	23	65-52	17,9
"Красный Профинтерн"	–	отработка свиты крутопадающих пластов, выхода пластов, известняков, наличие уступов	23	56-65	17,3
№ 3 ш/у "Александровское"	–	отработка свиты крутопадающих пластов, зона влияния остаточных деформаций земной поверхности, выхода пластов, старые горные выработки (шурф)	18	54-70	14,7
№ 4 ш/у "Александровское"	мелкоамплитудные тектонические нарушения	отработка свиты крутопадающих пластов, выхода пластов	4	64-72	3,6
им. Артема	–	отработка свиты крутопадающих пластов, выхода пластов, наличие уступов	17	57-64	13,2

Как показывают многолетние инструментальные наблюдения, характер развития процесса сдвижения горных пород и земной поверхности в этих условиях протекает неравномерно, часто – с возникновением локальных деформаций в виде трещин и уступов.

На полях шахт этого района были заложены специальные наблюдательные станции, общая длина профильных линий которых составила 8,74 км. За период мониторинга на всех профильных линиях и наблюдательных станциях этого района фиксировались сдвижения земной поверхности, имевшие неравномерный характер, происходящие вследствие активизации процесса сдвижения при затоплении горных выработок или затухающей стадии процесса сдвижения над остановленными горными работами.

Установлено, что на полях шахт, выработки которых были затоплены, величина и интенсивность оседания земной поверхности имели большие значения, чем на полях шахт, находящихся на сухой консервации.

Так, за исследуемый период на шахте "Красный Профинтерн", которая на момент наблюдений была затоплена уже два года, оседание происходило со скоростью 18,9 мм в месяц и составило 119 мм, в то время как на шахте "Кочегарка", где производилась откачка воды, скорость оседания составила 11 мм в месяц, а максимальное оседание – 69 мм.

На территории Буденновского и Пролетарского районов г. Донецка, где толща горных пород повсеместно нарушена надвигами и сбросами (табл. 3), была заложена сеть основных профильных линий и специальных наблюдательных станций общей протяженностью 28 км [5, 6].

Инструментальными наблюдениями зафиксированы сдвижения земной поверхности на больших площадях при относительно низком уровне затопления. Основную причину оседаний земной поверхности определить не представилось возможным, поскольку за исследуемый период имело место наличие остаточного влияния горных работ соседних шахт ("Заперевальная" № 1, "Красная Звезда" № 6).

Таблица 3

Условия проведения геомеханического мониторинга
 в Будённовском и Пролетарском районах г. Донецка

Зона влияния шахт	Тектоника	Другие осложняющие факторы	Кол-во пластов	Угол падения, градус	Общая вынимаемая мощность, м
"Мушкетовская"	Зоны влияния надвигов Запореваляль-ный, Первомайский, Калининский	Старые горные работы	7	6-16	5,9
"Запореваляльная №1"	Зоны влияния надвигов Мушкетов-ский, Калининский, Первомайский	–	3	5-32	9,1
"Запореваляльная №2"	Выход надвига Провиданс, зона влияния Надвига №2, Сброса "С"	–	2	5-8	2,0
№ 9 "Капитальная"	Зоны влияния надвигов Первомай-ский, Мушкетовский, Восточный, Итальянский, Софиевский	Старые горные работы	6	1-25	5,0
№ 6 "Красная Звезда"	Зоны влияния надвигов Первомай-ский, Менчуговский, Провиданс	Старые горные работы	4	1-12	4,3
№ 12-18	Зоны влияния надвигов Первомай-ский, Смоляниновский, Марковская флексура	Старые горные работы	5	2-35	5,6
им. 60-летия Советской Украины	Зоны влияния надвигов Первомайский, Провиданс	–	3	3-26	3,5
"Глубокая"	Зоны влияния надвигов Марковский, Первомайский, Смоляниновский, Провиданс	–	3	5-25	1,8

В то же время, на участках целого ряда профильных линий было отмечено интересное явление – достаточно устойчивая согласованность графиков оседания земной поверхности с изменением ее рельефа. Так, из рис. 1 видно, что при перепаде абсолютных отметок рельефа местности, равном 60 м (от +150 м до +210 м), разность оседаний составила около 50 мм.

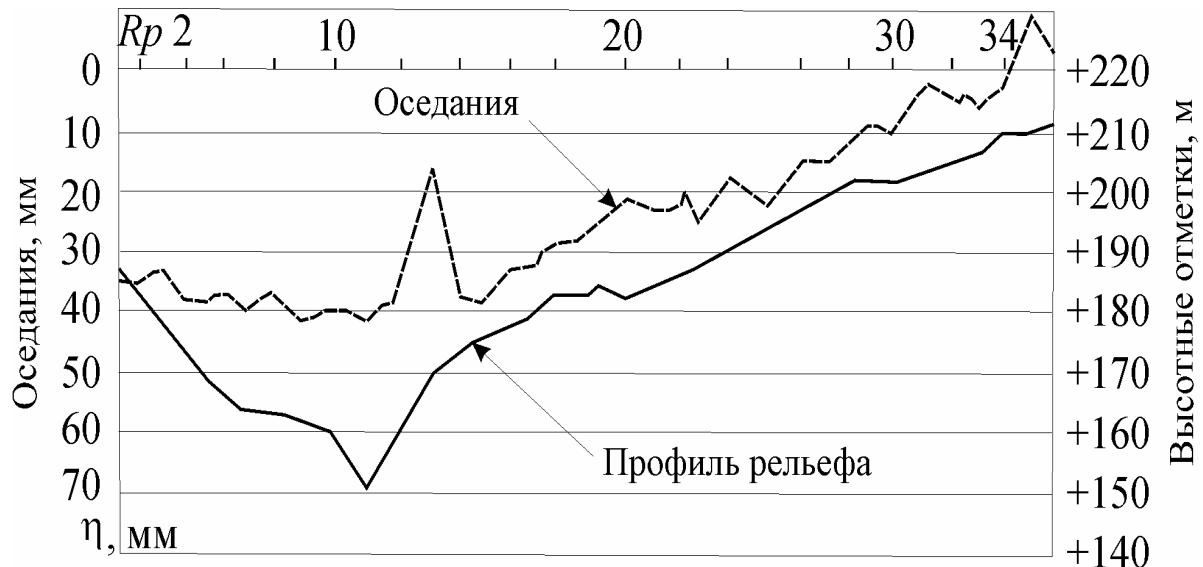


Рис.1. Совмещенные графики оседания земной поверхности и её рельефа по профильной линии реперов № 1

Одной из причин этого явления может быть уменьшение величин сдвижений земной поверхности с удалением от выработанных пространств старых очистных выработок при возрастании абсолютных высотных отметок рельефа местности.

Проведенные геомеханические мониторинги являются первым опытом работ такого рода на территории Донбасса. Впервые получены экспериментальные данные о деформировании земной поверхности при закрытии группы шахт и затоплении горных выработок в различных регионах Донбасса.

Результаты наблюдений позволили установить наличие сдвижения земной поверхности, вызванное возникающей в рассматриваемых условиях активизацией геомеханических процессов, а также определить значения величин оседаний и скоростей их развития. В связи с тем, что по тем или иным

причинам инструментальные наблюдения были начаты поздно, полученные значения следует считать ориентировочными.

Для получения более точных результатов необходимо продолжать наблюдения во всех регионах по следующим направлениям:

– развивать наблюдательную сеть, включая в неё новые линии на территории вновь закрываемых шахт;

– совершенствовать методы наблюдений и анализа результатов.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Кулибаба С.Б. Искривление вертикальных шахтных стволов в подработанном массиве горных пород на шахтах Донбасса // Прогнозирование сдвижений и деформаций горных пород и устойчивости бортов разрезов при разработке угольных пластов. – Л.: ВНИМИ, 1981. – С. 21-25.
2. Решение геозкологических и социальных проблем при разработке и закрытии угольных шахт / В.Ф. Янукович, Н.Я. Азаров, А.Д. Алексеев, и др. – Донецк: ООО «Алан», 2002. – 480 с.
3. Гавриленко Ю.Н., Ермаков В.Н., Улицкий О.А. Основные принципы организации маркшейдерско-гидрогеологического мониторинга территорий ликвидируемых угольных шахт Донбасса // Проблеми гірського тиску. – Донецьк: ДонНТУ. – 2001. – Вип. 5. – С. 22-27.
4. Гавриленко Ю.Н. Изучение сдвижений и деформаций земной поверхности в сложных горно-геологических условиях Донбасса // Наукові праці ДонНТУ: Серія горно-геологічна. – Донецк, ДонНТУ. – 2003. – Вип. 62. – С. 34-47.
5. Выполнить прогноз сдвижений и деформаций земной поверхности от активизации процесса сдвижения горных пород при ликвидации шахт Будёновско-Пролетарского района г. Донецка с целью определения безопасного уровня их затопления: Отчет о НИР (заключ.) / УкрНИМИ;

- Руководитель А.В. Шиптенко. – 2514/04; Инв. № 2178. – Донецк, 2005. – 217 с.
6. Техногенные последствия закрытия угольных шахт Украины / Ю.Н. Гавриленко, В.Н. Ермаков, Ю.Ф. Кренида и др. – Донецк: ООО "Норд Компьютер", 2004. – 631 с.