

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ПОДРАБОТАННЫХ ПОДТОПЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ СТАХАНОВСКОГО РЕГИОНА**

*Статья посвящена исследованию деформирования зданий, которые эксплуатируются длительное время в зонах подтопления. Установлено влияние обводненности породного массива на рост деформационного процесса зданий. Показано, что деформации конструкций зданий возрастают с увеличением уровня подтопления земной поверхности.*

**Ключевые слова:** деформация, исследование, обводненность массива, горно-геологические условия, техническое состояние.

*Статья посвящена исследованию деформирования зданий, эксплуатируемых длительное время в зонах подтопления. Установлено влияние обводненности породного массива на рост деформационного процесса зданий. Показано, что деформации конструкций зданий возрастают с увеличением уровня подтопления земной поверхности.*

**Ключевые слова:** деформация, исследование, обводненность массива, горно-геологические условия, техническое состояние.

**Введение.** В процессе реструктуризации угольной промышленности Украины были массово ликвидированы, путем полного затопления выработанного пространства, нерентабельные угольные предприятия, что стало причиной переувлажнения породного массива.

Обводненность породного массива на подработанной территории является одним из основных факторов, предопределяющим активизацию процесса деформации и подтопления земной поверхности. Первопричиной этому служит изменение физико-механических свойств пород и массивов в целом, в результате чего нарушается их равновесное состояние. Активизация сдвижения, ранее подработанной толщи, на земной поверхности проявляется в виде оседаний, деформаций, трещин и уступов, что негативно сказывается на зданиях, сооружениях и других объектах.

Анализ отчетов [1, 2] и научных публикаций [3, 4, 5] в области геомеханического мониторинга и обследования объектов в пределах горных отводов ликвидированных шахт в Стаханове и Брянке показал, что, несмотря на достаточную изученность вопроса, в настоящее время

в данных городах имеются много зданий, по-прежнему испытывающие негативное влияние от затопления шахт. В связи с этим необходимо исследовать деформационный процесс зданий в условиях обводненности породного массива, вызванной затоплением выработок ликвидированных шахт.

**Целью работы** является исследование деформирования зданий на подработанной обводненной территории.

Для исследования деформационного процесса зданий в 2012 году были выбраны объекты, расположенные в зонах возможного проявления деформаций и образования провалов над затопленными горными выработками, а также на участках подтопления в пределах ликвидированных шахт им. И.В. Чеснокова, «Брянковская», им. Ильича и «Максимовская».

Преобладающими среди этих объектов оказались двухэтажные жилые здания. При исследовании деформационного процесса зданий рассматривались данные о месте расположения домов, условия подтопления, зафиксированные деформации и повреждения конструкций. Конструктивные характеристики объектов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Конструктивная характеристика объектов

Адрес, наименование объекта	Год строительства	Этажность	Размеры, м			Материал конструкций		
			длина	ширина	высота	Фундамент	Стены	Перекрытие
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ул. К. Либкнехта, 27 Жилой дом	1950	2	10,95	8,5	7,0	Бутовые	Кирпичные	Деревянные
Ул. К. Либкнехта, 50 Жилой дом	1935	2	36,0	12,0	7,0			
Ул. К. Либкнехта, 54 Жилой дом	1954	2	20,0	12,0	7,0			

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ул. К. Либкнехта, 57 Жилой дом	1944	2	36,0	12,0	7,0	Бутовые	Шлакоблочные, оштукатуренные	Деревянные
Ул. Смоленская, 1 Жилой дом	1962	3	37,1	18,0	9,3	Бетонные блоки	Кирпичные, шла- коблочные	Железобетонные плиты

Во всех случаях были отмечены сложные горно-геологические условия: выход на поверхность угольных пластов вблизи жилых домов, выход под наносы осевой поверхности синклинали, а также наличие горных выработок, пройденных на малых глубинах, как до начала строительства, так и в последующее время.

Рассматриваемый участок шахтного поля характеризуется складчатым залеганием угольных пластов (антиклиналь). Сложные горно-геологические условия представляют собой выход тектонических нарушений – II Ирминский и Центральный Ирминский надвиги, надвиги E – F и K – D; выход пласта  $l_2$  и известняка  $L_1$ , а также зону возможного образования провалов.

В таблице 2 приведены горно-геологические условия площадок расположения исследуемых объектов.

Таблица 2 – Горно-геологические условия

№ п/п	Наименование шахты	Горно-геологические условия			
		Пласт	Мощность, м	Наклон, град.	Глубина, м
1	2	3	4	5	6
1.	Им. Ильича (г. Стаханов)	$m_3$	0,8	20	70
		$l_8^B$	0,95	35	50-60
		$l_8^H$	0,95	35	50-60
		$l_6$	1,0	20	110

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
2.	Им. Чеснокова (г. Стаханов)	$k_3$	0,85	50-60	80
3.	«Максимовская» (г. Стаханов)	$h_7$	0,8	17	645
		$h_{11}$	0,63	16	430
4.	«Брянковская» (г. Брянка)	$l_6$	1,2	20	585
		$l_5$	0,5	20	620
		$l_4$	1,2	50	625
		$l_3$	0,8	18	650
		$l_2^1$	1,2	10	652
		$l_1^1$	1,45	15-19	685
		$m_4$	0,9	16-30	425
		$m_3$	0,8	35-50	450

В геологическом строении района принимают участие отложения каменноугольного возраста свит  $C_2^2 - C_2^7$ , которые перекрыты маломощными (до 10 м) четвертичными суглинками, песчаниками, известняками и глинами. В геологическом разрезе каменноугольной толщи преобладают песчано-глинистые породы с подчиненным значением пластов известняков и углей среднего карбона.

Результаты обследования приведены в таблице 3, которая содержит: результаты предыдущих обследований данные по обследованию объектов в 2009-2012 году. Уровень физического износа элементов дома определялся на основании оценки их технического состояния и в соответствии со «Шкалой оценки физического износа элементов дома» [7].

Систематизация результатов обследований, выполненных в 2003-2005 гг., и сопоставление их с результатами обследований, выполненных в 2012 г., позволила сделать вывод о влиянии ликвидации шахт на техническое состояние объектов поверхности.

Анализ результатов обследований пяти объектов мониторинга показал, что: один объект находится в удовлетворительном состоянии (ул. К. Либкнехта, 27), два – в неудовлетворительном техническом состоянии (жилые дома по ул. К. Либкнехта, 50 и 54) и два объекта находятся в предаварийном техническом состоянии (ул. К. Либкнехта, 57 и ул. Смоленская, 1).

Таблица 3 – Результаты обследования зданий

№ п/п	Адрес, наименование объекта	Показатели ТС	Дата обследования			Примечание
			2003	2005	2012	
1	2	3	4	5	6	7
1.	ул. К. Либкнехта, 27 Жилой дом	δ ТС ФИ	17 п 41	2 у 20	2 у 20	Трещины раскрытием до 2 мм по заделке в стене главного фасада. Выполнен ремонт с усилением стен металлическим каркасом.
2.	ул. К. Либкнехта, 50 Жилой дом	δ ТС ФИ	10 н 41	10 н 41	12 н 45	Сеть многочисленных трещин раскрытием от 1 до 12 мм (в местах вывала раствора до 25 мм). Деформация оконных перемычек на левой торцевой стене. Деформации сосредоточены на стыке частей здания с подвалом и без подвала.
3.	ул. К. Либкнехта, 54 Жилой дом	δ ТС ФИ	3 у 21	10 н 41	12 н 45	Трещины по заделке раскрытием от 1 до 12 мм под и над оконными проемами (в местах вывала раствора до 30 мм).
4.	ул. К. Либкнехта, 57 Жилой дом	δ ТС ФИ	10 н 41	25 п 61	27 п 61	Сеть многочисленных трещин раскрытием до 15 мм (в местах вывала раствора до 25 мм). Разрушение подоконников и подоконных плит.
5.	ул. Смоленская, 1 Жилой дом	δ ТС ФИ	8 п 41	8 п 41	10 п 41	Разрушение кладки стен над и под оконными проемами стены главного фасада. В стене дворового фасада наклонные трещины. Перекос оконных проемов.
Примечание. δ – максимальное раскрытие трещин, мм; ТС – техническое состояние: у – удовлетворительное; н – неудовлетворительное; п – предаварийное; ФИ – физический износ, %.						

Сравнительный анализ результатов обследований зданий показал, что изменение деформированного состояния части объектов:

– в жилом здании по ул. К. Либкнехта, 27, после выполненного ремонта с усилением стен металлическим каркасом, деформации стабилизировались;

– увеличение раскрытия трещин в стенах до 2 мм отмечено в трех домах (ул. Смоленская, 1 и ул. К. Либкнехта, 50, 54 – 2мм; ул. К. Либкнехта, 57 – 1 мм).

Ярким примером ухудшения технического состояния являются жилые здания, расположенные над старыми горными выработками шахт им. И.В. Чеснокова и «Брянковская». На рисунках 1, 2 и 3 показаны поврежденные фасады жилых зданий, деформированные оконные перемычки, разрушения каменных кладок стен и сеть многочисленных трещин.



а – сеть многочисленных трещин до 15мм (в местах вывала раствора до 20-30мм). Местами обрушение штукатурного слоя стен



б – разрушение подоконников

Рисунок 1 – Деформация жилого здания по ул. К. Либкнехта, 57 в г. Стаханов



а – деформация оконных перемычек на фасадной стене и сеть многочисленных трещин от 1 до 10 мм (в местах вывала раствора до 20 мм)



б – часть трещин заделана цементным раствором или монтажной пенкой

Рисунок 2 – Деформация жилого здания по ул. К. Либкнехта, 50 в г. Стаханов



а – выход стены из плоскости, замачивание стен в углах дома



б – разрушение кладки стен над и под оконными проемами стены, диагональные трещины в простенках в уровне третьего этажа

Рисунок 3 – Повреждение стены дворового фасада жилого дома №1 по ул. Смоленской в г. Брянка

Из проведенных исследований следует, что прогрессирующее изменение технического состояния объектов связано с наличием остаточных пустот и расслоений, сохранившихся в подработанной толще, а также со снижением прочностных свойств обводненных горных пород,

что приводит к активизации процесса сдвижения земной поверхности над выработанным пространством.

Условия подтопления определялись согласно отчета [6], в котором содержатся результаты изменений уровней воды до поверхности за период с 2001 по 2012 гг. В соответствии с этими данными были построены графики уровня затопления горных выработок шахт им. И.В. Чеснокова и «Брянковская», представленные на рисунках 4 и 6.

На основании результатов обследования жилых зданий, эксплуатируемых длительное время в зонах подтопления, были построены графики мониторинга за деформациями жилых домов, представленные ниже на рисунках 5 и 7.

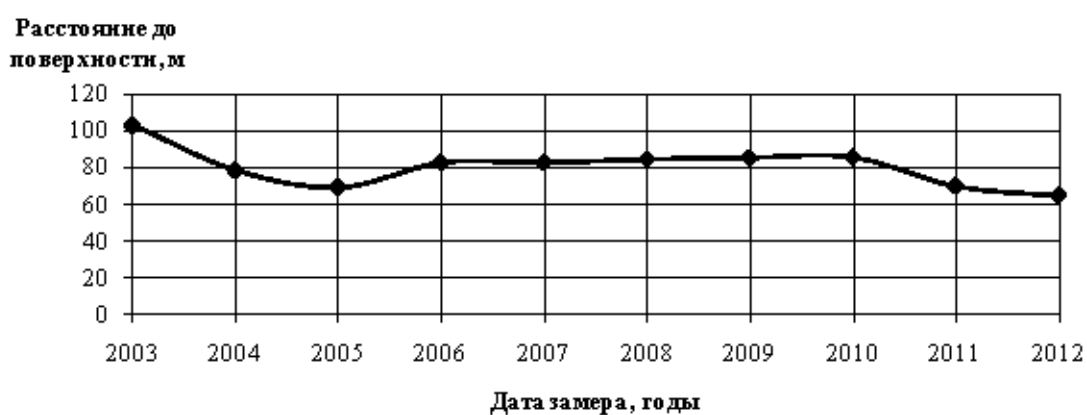


Рисунок 4 – Уровень затопления горных выработок шахты «Брянковская»



Рисунок 5 – График мониторинга за деформациями жилого дома по ул. Смоленская, 1 в г. Брянка



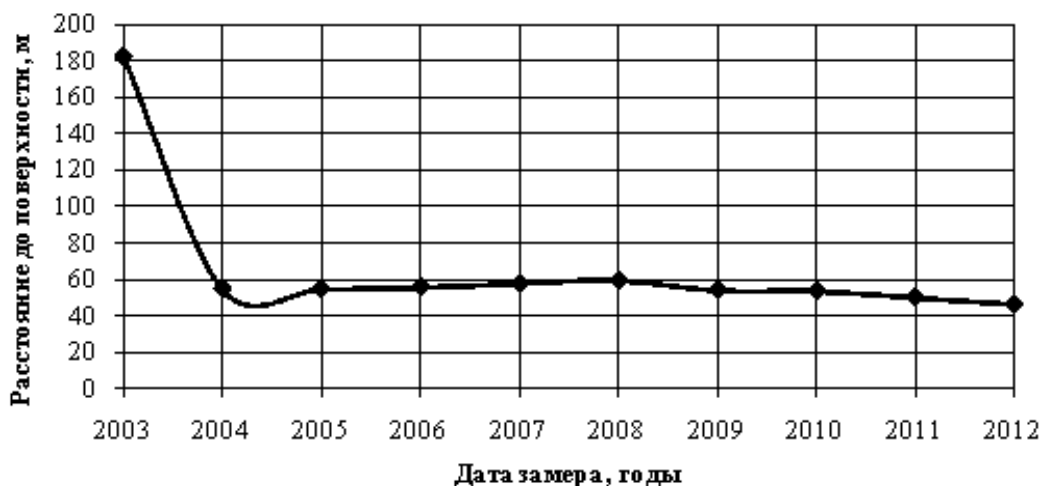


Рисунок 6 – Уровень затопления горных выработок шахты им. И.В. Чеснокова



Рисунок 7 – График мониторинга за деформациями жилых домов по ул. К. Либкнехта, 57 (1), ул. К. Либкнехта, 54 (2), ул. К. Либкнехта, 50 (3), в г. Стаханов

Анализируя результаты исследований можно констатировать, что в период с 2003 по 2004 гг. и с 2010 по 2012 гг. в зданиях, расположенных над затопленными горными выработками, была зафиксирована активизация деформаций, в тот же диапазон времени произошел подъем уровня воды в выработках.

Можно считать, что проведенные исследования подтверждают зависимость между обводненностью породного массива, вызванного неконтролируемым затоплением шахт, и активизацией процесса сдвижения пород, способствующих деформационному процессу зданий.

**Выводы.** Сравнительный анализ результатов обследований жилых зданий показал, что в период с 2003 по 2012 гг. раскрытия трещин в фасадах жилых домов увеличилось в среднем на 2 мм, что свидетельст-

вует о переходе зданий в неудовлетворительное и предаварийное техническое состояние. В этот же период, вследствие поднятия уровня воды в затопленных горных выработках ликвидированных шахт, расстояние до поверхности сократилось на 50 м.

Таким образом, на основании проведенных исследований, для горно-геологических условий закрытых шахт Стахановского региона, установлена взаимосвязь между подтоплением земной поверхности и развитием деформирования зданий.

### **Библиографический список**

1. *Проведение мониторинга деформаций земной поверхности и разработка рекомендаций по обеспечению безопасной эксплуатации зданий и сооружений в пределах горных отводов ликвидируемых шахт им. Лютинкова, им. Ильича, «Брянковская»: Отчет о НИР (заключ.) / УкрНИМИ; Руководитель В.Р. Шнеер. – 542д/06. – Донецк, 2006. – 273 с.*

2. *Услуги по проведению мониторинга деформаций земной поверхности в пределах горных отводов ликвидируемых шахт: Отчет о НИР (заключ.) / УкрНИМИ; Руководитель В.Р. Шнеер. – 332д/06. – Донецк, 2005. – 264 с.*

3. *Шнеер В.Р. Деформації конструкцій, що впливають на безпеку експлуатації житлових будинків в зонах підтоплення / В.Р. Шнеер, Л.О. Иванова, О.В. Бліннікова // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. - 2008. №2. – С. 42-51.*

4. *Шнеер В.Р. Аналіз зміни деформованого стану підроблюваних будівель за результатами тривалих спостережень / В.Р. Шнеер, О.В. Бліннікова, Ю.О. Терещук // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. - 2008. - №2. – С. 52-59.*

5. *Семенов А.П. Обеспечение нормальной эксплуатации объектов поверхности в пределах горных отводов ликвидируемых шахт / А.П. Семенов, В.Н. Ермаков, И.Ф. Озеров, В.Р. Шнеер // Уголь Украины. - 2000. - №12. – С. 27-30.*

6. *Отчеты о состоянии и ходе затопления шахт ГП «Областная дирекция «Луганскуглереструктуризация» / ГП «ЛОД «ЛУР»; Гл. геолог А.М. Мележик. – Стаханов, 2012. – 108 с.*

7. *Куркин Н.П. Диагностика технического состояния жилых зданий: монография / Н.П. Куркин, М.С. Розенфельд, А.Г. Неверов, М.Н. Волошко; под ред. Н.П. Куркина. – Луганск: Янтарь, 2012. – 368 с.*

*Рекомендована к печати д.т.н., проф. Дроздом Г.Я.*