

## **СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ**

УДК 622.1:622.831

**И. В. Шилин<sup>1</sup>, канд. техн. наук, Ю. В. Грицук<sup>2</sup>, канд. техн. наук**

**1 – Автомобильно-дорожный институт  
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка,  
2 – Донбасская национальная академия строительства  
и архитектуры**

### **НЕОБХОДИМОСТЬ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ПЛАНОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ИНЖЕНЕРНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ, РАСПОЛОЖЕННЫМИ НА ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

*На основании анализа существующего технического состояния инженерных сооружений обоснована необходимость возобновления плановых наблюдений за зданиями и инженерными сооружениями, расположенными на подрабатываемых территориях Донецкой области.*

***Ключевые слова:** шахтное поле, подрабатываемые территории, уступообразование, деформация земной поверхности, сдвижение земной поверхности*

#### ***Актуальность работы***

Наличие значительных запасов месторождения высококачественных углей на востоке Украины обусловило не только активное освоение месторождений, но и способствовало развитию многих крупнейших предприятий различных отраслей промышленности, таких как ПАО «Концерн Стирол», Горловский химзавод, металлургических комбинатов: ПАО «Енакиевский металлургический завод», ПАО «Донецкий металлургический завод», Макеевский филиал ПАО «Енакиевский металлургический завод» и т. д. Развитие промышленных предприятий обусловило высокую плотность населения, основная часть которого проживает в городах. На территории угольного месторождения в Донбассе расположено 120 населенных пунктов. Только в одном из промышленно развитых его городов – городе Горловке, в 2010 году проживало около 6 % населения края [6, 8].

Следует отметить, что многократная подработка земной поверхности, продолжаемая более 130 лет, является одним из наиболее значимых факторов, определяющих развитие множественных, различным образом ориентированных, деформационных процессов земной поверхности, и, как следствие, возникновению отказов (вплоть до полного разрушения) инженерных конструкций и сооружений. Территория г. Горловки характеризуется сложным строением, имеет многочисленные геологические нарушения продольного и широтного простираний, сопровождающиеся развитой малоамплитудной нарушенностью, что обуславливает образование региональных и локальных зон повышенных напряжений и разгрузки [7, 10].

Анализ результатов обследования подрабатываемых территорий, выполненных различными специалистами, свидетельствует о деформациях, превышающих предельно-допустимые значения в десятки раз, то есть имеют место необратимые деформации, которые не ограничиваются лишь раскрытием уже существующих трещин, просадок, уступообразований и т. д.

Таким образом, обеспечение техногенной безопасности урбанизированных территорий является актуальной задачей.

### ***Состояние изученности проблемы***

До 1991 года на территории Донбасса, и в частности в г. Горловке, специализированными подразделениями проводились регулярные плановые обследования по выявлению деструктивных проявлений сдвижения земной поверхности от подземных разработок на инженерные сооружения жилого и промышленного назначения.

Значительную работу выполняли специалисты Украинского филиала «ВНИМИ». При их непосредственном участии были разработаны десятки нормативных документов (многие из которых полностью или частично действуют до настоящего времени) по безопасной подработке территории населенных пунктов, а также по защите зданий и сооружений на территориях угольных бассейнов Украины, в том числе и в Донбассе. Но в связи с развалом Советского Союза и обретением Украиной независимости, Украинский филиал «ВНИМИ» свернул все работы и переехал по месту дислокации головного предприятия – Ленинградского «ВНИМИ».

Также значительный вклад в изучение фактического состояния подрабатываемых территорий и инженерных сооружений, расположенных на них, внесло Бюро специализированных маркшейдерских работ, которое подчинялось ГП «Артемуголь». Но, к сожалению, начиная с 1991 г., в связи с сокращением бюджетного финансирования, предприятие было реорганизовано и практически перестало осуществлять плановые обследования территорий. Сейчас вся работа выполняется на хоздоговорной основе.

Начиная с 1974 г. наблюдениями за сдвижением земной поверхности и деформациями зданий и сооружений занимались сотрудники АДИ ГОУВПО «ДонНТУ» (ранее ГФ ДПИ). Теоретическое обоснование методов исследований подрабатываемых территорий принадлежало В. И. Черняеву. На основе аналитических методов механики сплошной среды были получены расчетные формулы для определения компонентов напряжений сдвижений в массиве горных пород. Позднее значительный вклад в изучение проблемы уступообразования на земной поверхности внес А. Г. Сирик [9]. Вопросами защиты зданий и сооружений занимался В. А. Пеньков. Вопросами защиты инженерных сооружений линейного типа – И. В. Шилин [1, 5].

На территории города в разные годы было заложено 15 наблюдательных станций для обследований сдвижения земной поверхности и деформации зданий и сооружений общей протяженностью 40,2 км с количеством реперов – 6509 шт. В частности, исследования деформации зданий на шахтном поле шахты «Кочегарка» выполнялись вплоть до 31 декабря 2015 г. Результаты указывают на деформационные процессы, проявляющиеся даже по истечению 18 лет после завершения добычи угля, под обследуемыми территориями.

В результате исследований выявлена значительная роль влияния шахтных подработок на развитие деформационных процессов на территории города: зафиксированы случаи частичного и даже полного разрушения одноэтажных и многоэтажных жилых зданий, в том числе и в центре города (длительность процесса разрушения – от нескольких месяцев до нескольких минут). Зафиксированы случаи значительного оседания одноэтажных домов в частной застройке, а также выход грунтовых вод и метана как в подвальные помещения жилых домов, так и на земную поверхность. Коммунальные сети города изношены не только за счет естественного износа или интенсивной эксплуатации, но и за счет сдвижения земной поверхности вследствие подземной разработки угля [6, 8, 9].

К сожалению, в настоящее время регулярные плановые обследования на территории города не выполняются ни одной организацией, поэтому данный процесс можно обозначить как неконтролируемый.

### ***Цель исследования***

Обосновать необходимость проведения плановых натурных наблюдений за деформациями земной поверхности, вследствие подземных разработок.

### *Изложение основного материала*

Город Горловка является населенным пунктом областного значения, его территория занимает примерно 150 км<sup>2</sup>. В различное время в городе действовали 14 горнодобывающих предприятий (угольных шахт), разработка полезных ископаемых в которых выполнялись закрытым способом. По данным ГП «Артемуголь» суммарная площадь шахтных полей составляет чуть более 200 км<sup>2</sup>, при этом более 80 % территории города Горловки подвергается влиянию сдвижения горных пород и геологических нарушений вследствие разработки полезных ископаемых подземным способом.

Следует отметить, что некоторые участки одновременно подвергаются совместному влиянию нескольких шахтных полей, причем даже в центральной части города.

В результате чего в г. Горловке деформационным воздействиям (значения параметров деформации с переменным знаком, развивающиеся во времени и по площади) подвергаются не только здания гражданского и промышленного назначения, но и другие инженерные сооружения: железные дороги (более пятидесяти километров), задействованные в пассажирских перевозках городские улицы (более двух сотен километров), а также объекты и системы муниципальных инженерных сетей, трамвайные колеи, троллейбусные линии. И, как следствие этих деструктивных процессов, с деформацией земной поверхности связано значительное количество аварийных ситуаций с подземными газопроводами, водопроводными трубами, повреждениями кабельных линий и т. д. [1, 8].

По данным Донецкого областного совета, в шахтерских городах на 2005 год 4,7 тысяч жилых домов разной этажности требуют реконструкции, и это без учета аварийных домов, которые уже не подлежат ремонтно-восстановительным работам [4, 8].

Согласно теории сдвижения земной поверхности «при подработке геодинамические процессы охватывают всю вышележащую над соответствующими горными выработками толщу горных пород, вызывая оседание поверхности в границах влияния. Площадь ее всегда больше площади обрушаемых в подземные выработанные пространства породных толщ и это соотношение растет с увеличением угла наклона плоскости обрушения и расстояния от нее до поверхности. Оседание точек поверхности в зоне сдвижения происходит неравномерно и увеличивается от ее границ к центру. Это приводит к тому, что здания или другие наземные сооружения, вписываясь в кривизну мульды, подвергаются изгибу с опасными растягивающими напряжениями в конструкциях, дополнительному опрокидывающему моменту и т. д. Возникающие при оседании земной поверхности горизонтальные перемещения вызывают сжатие и растяжение грунта, приводящие к появлению трещин в стенах и фундаментах, к разрыву трубопроводов и т. п.» [8, 10].

Количественные показатели параметров деформации зависят от сочетания многих факторов, но, безусловно, понятно одно – при плановых регулярных обследованиях общая картина деформационных процессов контролировалась и поддавалась анализу [2, 3].

В процессе выполнения государственных программ по защите зданий и сооружений на подрабатываемых территориях работы по выявлению деформаций финансировались целевыми бюджетными средствами и средствами, выделяемыми профильными министерствами. Непосредственно в г. Горловке ежегодно с 1975 г. по 1990 г., по данным наблюдений за деформационными процессами зданий и сооружений, аварийными признавались 2–3 % многоэтажных зданий от общего многоэтажного жилого фонда. Но после реорганизации угольной промышленности и в связи с переориентированием экономики от плановой к рыночной шахты города постепенно были признаны нерентабельными и ликвидированы [4].

Из-за неперспективности разработки в 70-х годах закрыли шахту «10-20». Согласно программы закрытия неперспективных шахт в Украине, в 1997 году были закрыты шахты «Кочегарка», им. Н. А. Изотова и «Кондратьевка». В 2007 году закрылась шахта «Александр-Запад». Шахту «Комсомолец» перевели в категорию «Шахта третьей группы», т. е. практически была ликвидирована (хотя в официальных документах указано, что подготовка к лик-

видации шахты начата в 2008 году). Распоряжением Министерства угольной промышленности № 37-р от 7 сентября 2010 г. создана рабочая группа по подготовке к ликвидации ГП «Шахта им. Гагарина» (которая с 1968 г. объединяет шахты «Горловская-Глубокая», № 6-7 «Никитовка», № 11-бис, № 19-20). До недавних пор работающими оставались четыре шахты: им. М. И. Калинина, им. В. И. Ленина, им. К. А. Румянцева, им. А. И. Гаевого.

Следует обратить внимание и на различия в способах ликвидации шахт. До 2010 года практиковалась так называемая «сухая» технология, которая подразумевает откачку воды после прекращения добычи угля до тех пор, пока не произойдет полное обрушение кровли выработанного пространства. Предусматривалось периодическое обследование территорий. Но в последнее время применяется «мокрая» технология. Применительно к шахтам г. Горловки – это просто прекращение каких-либо обслуживающих работ после принятия решения о закрытии предприятия. Шахта затопляется, наземное оборудование демонтируется, здания и строения разрушаются. Никаких обследований и работ не планируется.

Территория Донбасса характеризуется большим количеством совместно разрабатываемых угольных пластов крутого падения с весьма малым межпластовым расстоянием, что, безусловно, способствует интенсификации процессов деформаций земной поверхности и составляющих тензора проницаемости толщи горных пород. Проблема «статичности» земной поверхности критична для инженерных коммуникаций линейного типа и устойчивости высотных инженерных конструкций [8, 10]. Это же обуславливает подъем уровня грунтовых вод (появление грунтовых вод не только в рабочей зоне оснований различных инженерных строений, но и непосредственный выход воды на поверхность) и что более опасно – выход метана на поверхность в значительных количествах. Примеров данных проявлений в Донбассе, да и непосредственно в самой Горловке, достаточно.

В качестве наиболее значимых можно привести задокументированные случаи выбросов метана начиная с пятидесятих годов прошлого столетия в поселке Ольховчик города Шахтерска (выделение шахтного газа было зафиксировано по вспышкам в погребах и в самих домах). После закрытия шахты «Кочегарка» жители поселка Майский в городе Горловка обнаружили газ в своих подвалах и погребах. Осмотр службой горловского горгаза выяснил, что метан сочится непосредственно из-под земли.

Специалисты МакНИИ поясняют, что многие закрываемые шахты Донбасса в большей или меньшей степени могут быть потенциально опасными по выходу метана на поверхность – «пока шахта работает, газ уходит в атмосферу в результате принудительного вентилирования выработок, но если проветривания нет, он скапливается в так называемых «мешках» и просачивается на поверхность» [6, 8].

Аналогичные выводы получены многими специалистами. Доказано (теоретически и практически), что деформационные процессы земной поверхности (и расположенных на ней инженерных сооружений) с ликвидацией шахт не прекращаются. Более того, не редко наблюдается интенсификация деформаций отдельных инженерных сооружений.

В этой ситуации следует обратить внимание на то, что отсутствие плановых регулярных наблюдений за деформационными процессами (хотя бы на территории жилой застройки) не позволяет анализировать фактическое состояние и осуществлять какое бы то ни было прогнозирование ситуаций.

Как уже упоминалось, неблагоприятные сочетания факторов в условиях неконтролируемых процессов приведут к разрушению инженерных сооружений, которые расположены на подрабатываемых территориях. В таких условиях необходимо задуматься о техногенной безопасности города в целом.

О процессах, проходящих как в толще грунтовых масс, так и на поверхности, в настоящее время можно только догадываться или судить по косвенным признакам. Ярким примером служит «ровность» асфальтобетонного покрытия бульвара Димитрова от проспекта Ленина в сторону ул. Колхозной, расположенного на шахтном поле шахты им. В. И. Ленина (г. Горловка).

Несмотря на категоричное недопущение образования на поверхности уступов (согласно нормативных документов по защите инженерных сооружений [2, 3]) на этом участке улицы проявлено сразу четыре симметричных уступа с высотой до 38 см. Причем разработка угля на шахте уже более 2-х лет приостановлена, т. е. можно условно отнести ее к ликвидированной шахте по «сухой» технологии.

Таким образом, зарегистрированные случаи отказов инженерных сооружений, расположенных на подрабатываемых территориях в Донбассе, и в частности визуальные осмотры зданий и сооружений в г. Горловке, указывают на распространенные проявления данных деформационных процессов в инфраструктуре населенных пунктов, что негативно сказывается на их техногенной безопасности [8, 10].

### **Заключение**

Сформулирована проблема, возникшая в связи с отсутствием регулярных плановых натуральных обследований зданий и сооружений на территориях, подверженных влиянию разработки полезных ископаемых подземным способом. Выявление непосредственного влияния процессов сдвижения земной поверхности и толщи горных пород на деформационные процессы земной поверхности и расположенных на ней инженерных сооружений необходимо для прогнозирования их эксплуатационного состояния и разработки защитных мероприятий по компенсации или полной ликвидации деструктивных процессов. Это позволит значительно повысить техногенную безопасность урбанизированных территорий, а также обеспечить мониторинг фактического технического состояния зданий и сооружений в условиях многократной систематической подработки массивов горных пород, в том числе при ликвидации угледобывающих предприятий.

### **Список литературы**

1. Шилін, І. В. Аналіз та автоматизація обчислення результатів натурних вимірювань параметрів деформації інженерних споруд, розташованих на техногенно-деформованих територіях / І. В. Шилін, Ю. В. Грицук, К. Д. Удод. // Современные технологии строительства и эксплуатации автомобильных дорог : материалы международной научно-технической конференции молодых ученых и аспирантов. – Х. : ХАДУ, 2008. – С. 302–306.
2. ДСТУ 101.00159226.001-2003 Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом. – К. : Мінпаливенерго України, 2004. – 128 с.
3. ДБН В 1.1-5-2000 Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах. – К. : Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 2000. – 65 с.
4. КД 12.12.004-98 Ликвидация угольных шахт. Защита земной поверхности от затопления горных выработок. Рекомендации. – Донецк, 1998. – 46 с.
5. Шилин, И. В. О вопросах особенностей обеспечения безопасности движения в региональных условиях центрального района Донбасса / И. В. Шилин, Ю. В. Грицук, А. М. Бурых // Збірник наукових праць ДонІЗТ. – Донецьк : Донецький інститут залізничного транспорту, 2010. – Вип. 23. – С. 37–42
6. Предварительная оценка эколого-геологического риска затопления шахт Горловской горно-городской агломерации / Э. Госк, В. А. Сляднев, Н. А. Юркова, Е. А. Яковлев // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2004. – № 3. – С. 60–65.
7. Викторов, С. Д. Сдвижение и разрушение горных пород / С. Д. Викторов, М. А. Иофис, С. А. Гончаров ; отв. ред. К. Н. Трубецкой. – М. : Наука, 2005. – 277 с.
8. Техногенные последствия закрытия угольных шахт Украины / Ю. Н. Гавриленко [и др.] // Влияние породных отвалов угольных шахт на окружающую природную среду. – Донецк, 2004. – С. 447–450.
9. Экспертное заключение о вероятностных сдвижениях и деформациях земной поверхности г. Горловки после закрытия шахты «Кочегарка». Эксперт – доц., канд. техн. наук А. Г. Сирик.– Горловка : ПО «Артемуголь», 1996. – 5 с.
10. Прочность и деформируемость горных пород / Ю. М. Карташов, Б. В. Матвеев, Г. В. Михеев, А. Б. Фадеев. – М. : Недра, 1979. – 269 с.

*И. В. Шилин<sup>1</sup>, Ю. В. Грицук<sup>2</sup>*

*1 – Автомобильно-дорожный институт*

*ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка, 2 – Донбасская национальная академия строительства и архитектуры*

**Необходимость возобновления плановых наблюдений за инженерными сооружениями, расположенными на подрабатываемых территориях**

Разработка полезных ископаемых подземным способом при любом способе производства работ обязательно приводит к деформации земной поверхности и расположенных на ней искусственных сооружений. Наиболее критичные значения параметров этих деформационных процессов проявляются при подземной разработке свиты крутопадающих пластов угля с незначительными межпластовыми расстояниями между ними и способом погашения отработанных участков методом обрушения кровли выработки. Эти признаки промышленной разработки угольного месторождения характерны для угледобывающих предприятий Донецкой области.

Статья посвящена вопросу необходимости возобновления проведения плановых (регулярных) наблюдений за техническим состоянием зданий и инженерных сооружений, расположенных на техногенно-деформируемых территориях.

Полное отсутствие или нерегулярность проведения обследований инженерных сооружений, расположенных на подрабатываемых территориях позволяет охарактеризовать процессы деформаций сооружений на таких территориях как неконтролируемые. С учетом критических значений параметров деформаций земной поверхности на территории Донбасса возникает ситуация, при которой не возможны прогнозирование процессов деформаций и осуществление мероприятий плановых ремонтно-восстановительных работ. Следует учитывать, что деструктивные процессы усугубляются густой застройкой территорий в сочетании с дополнительными нагрузками от жизнедеятельности человека. Это обуславливает постоянное накопление деформационных процессов, устранение которых в настоящее время возможно только путем ликвидации аварийных ситуаций.

Проведение плановых обследований подрабатываемых территорий и расположенных на них инженерных сооружений позволит если не избежать аварийных ситуаций, то значительно компенсировать последствия деформационных процессов. Создание и постоянное обновление банка данных результатов натуральных обследований позволит использовать системный подход при поиске рациональных и своевременных решений инженерных задач, присущих региону, при восстановлении технического состояния зданий и сооружений.

**ШАХТНОЕ ПОЛЕ, ПОДРАБАТЫВАЕМЫЕ ТЕРРИТОРИИ, УСТУПООБРАЗОВАНИЕ, ДЕФОРМАЦИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ, СДВИЖЕНИЕ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

*I. V. Shilin<sup>1</sup>, Yu. V. Gritsuk<sup>2</sup>*

*1 – Automobile and Highway Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka,*

*2 – Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture*

**Necessity of the Planned Supervision Renewal of Engineering Structures Located on Undermined Territories**

Minerals development by underground way at any production mode leads obligatory to the earth surface deformation and deformation of artificial structures located on it. The most critical values of these deformative processes parameters take place at the underground mining of steeply deepening seam series with slight interstratal distance between them and way of waste clots redeeming by the method of the mine roof collapse. These indicators of the coal deposit underground mining are typical for coal producers of Donetsk region.

The article is devoted to the question of the renewal necessity of planned (regular) supervisions of the technical state of buildings and engineering structures located on technogeneuous deformable territories.

Complete absence or irregular supervision of engineering structures located on undermined territories allows to characterize processes of structures deformation on these territories as uncontrolled ones. Taking into account critical values of earth surface deformation parameters on the Donbas territory a situation arises at which forecast of deformation processes and measures of regular repair-and-renewal operations are impossible. It should be considered that destructive processes are aggravated by dense housing of territories with additional load from the man's vital activity. This causes steady accumulation of deformative processes and now their elimination is possible only by the liquidation of emergencies.

Planned supervisions of undermined territories and engineering structures located on them will allow to compensate significantly effects of deformative processes if not avoid them. Data bank of full-scale supervision results creation and updating will allow to use systematic approach to the search of rational and opportune solutions of regional engineering tasks at the renewal of buildings and structures technical state.

MINE FIELD, UNDERMINED TERRITORIES, LEDGING, EARTH SURFACE DEFORMATION, EARTH SURFACE MOVEMENT

**Сведения об авторах:**

**И. В. Шилин**

SPIN-код: 9785-5498  
Телефон: 0506200731  
Эл. почта: shylin@adidonntu.ru

**Ю. В. Грицук**

SPIN-код: 8935-9273  
Телефон: 0506204702  
Эл. почта: yuri.gritsuk@gmail.com

*Статья поступила 12.12.2016*

*© И. В. Шилин, Ю. В. Грицук, 2017*

*Рецензент: Т. В. Скрыпник, канд. техн. наук, доц. АДИ ГОУВПО «ДонНТУ»*