

УДК 528.48

**М. И. ЛОБОВ, Т. В. МОРОЗОВА**

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОДРАБОТКИ НА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ**

Выполнен анализ видов воздействия подработки на здания и сооружения. Рассмотрены факторы, влияющие на уменьшение влияния процессов сдвижения и деформаций земной поверхности под действием горных разработок на здания и сооружения. Приведены результаты многолетнего геодезического мониторинга за деформациями комплекса зданий и сооружений ДонНАСА под действием многократной подработки.

**прогнозирование, сдвижение земной поверхности, динамика процесса сдвижения, боковое давление, деформации зданий и сооружений**

**СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ**

В процессе проведения подземных горных работ на здания и сооружения воздействуют нагрузки, вызывающие изгибы, растяжения, сжатие конструктивных элементов. Под действием собственного веса и происходящих оседаний земной поверхности происходят смещения зданий и сооружений в плане и по высоте. Деформирующийся грунт основания, как правило, смещается по подошве фундамента и его боковой поверхности, вызывая за счет трения и сдвиг самого сооружения. Для системы «основание–фундамент–сооружение» можно выделить следующие виды воздействия подработки:

- смещение здания или сооружения на величину сдвижения земной поверхности;
- дополнительное боковое давление грунта на фундамент;
- воздействие сил трения на подошву и боковые поверхности фундамента;
- изменение давления грунта вследствие искривления поверхности под жестким фундаментом [1].

Из рассмотренных воздействий только первое не вызывает деформаций сооружений, тогда как остальные, связанные с перемещением грунта, вызывают определенные деформации зданий или их конструктивных элементов. В зависимости от типа зданий, высотности, материала, проектных решений, горно-механических условий, мощности пласта, воздействие подработки проявляется по-разному, характер которого еще не достаточно изучен и требует проведения определенных исследований, в основе которых лежат натурные наблюдения геодезического мониторинга. Используемые методы и эмпирические формулы механики грунтов могут с определенными допущениями решать задачи, возникающие при определении усилий, воздействующих на сооружения при подработке, однако также требуют уточнения.

На рис. 1 приведена схема воздействия сдвижений земной поверхности на здания и сооружения.

При многократной подработке сдвижения земной поверхности также происходит по-разному. Это зависит от глубины подработки, мощности пласта, скорости продвижения забоя, геологического строения горного массива, технологии ликвидации выработанного пространства.

Время оказывает большое влияние на напряженно-деформированное состояние грунта. При неизменной нагрузке деформации сначала возрастают (явление ползучести) и при постоянной деформации напряжения в грунте несколько снижаются (релаксация) [1]. При достаточно быстром повышении сжимающих напряжений деформирование водонасыщенных грунтов сдерживается сопротивлением породы прохождению воды через частично еще содержащие воздух поровые каналы (консолидация грунта). В связанных грунтах силы сцепления при длительном действии нагрузки ослабевают, что может вызвать перемещение частиц грунта, следствием чего является уменьшение пористости.

© М. И. Лобов, Т. В. Морозова, 2016



Рисунок 1 – Схема воздействия подработки на земную поверхность, здания и сооружения.

Анализ развития процессов деформации во времени позволяет сделать вывод, что перемещение частиц грунта и его консолидация продолжают в течение некоторого определенного промежутка времени  $t$  и постепенно затухают в соответствии с показательной функцией вида  $(1 - e^{-at})$ , где  $a$  – постоянный множитель. Каждая стадия развития процесса сдвижения грунта, обусловленного воздействием подработки, при возрастании горизонтальных деформаций сжатия связана с возникновением максимума бокового давления грунта на стенки фундамента, причем давление после прекращения сдвижений несколько снижается в результате перераспределения и уплотнения частиц грунта. Но в дальнейшем при полном отсутствии сдвижений может сохранять свою величину неограниченно долго, пока не произойдет новое перераспределение частиц, вызванное сотрясениями от движения транспорта, просачиванием дождевой воды, деформациями при промерзании грунта или колебаниями уровня грунтовых вод.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Учитывая сложность и актуальность данной проблемы, нами производились многолетние инструментальные наблюдения за деформациями зданий и сооружений на территории ДонНАСА с 1977 г. и по настоящее время с целью исследования деформаций зданий и сооружений академии и предотвращения их повреждения [3, 4, 5].

Участок строительства ДонНАСА (бывший Макеевский инженерно-строительный институт) частично подрабатывался в процессе добычи угля шахтой им. газеты «Социалистический Донбасс». В зоне подработки находились пятиэтажный главный корпус института протяженностью 160 м (состоящий из 6 блоков, имеющих деформационные швы), дом культуры, четырехэтажный учебный корпус, котельная с дымовой трубой высотой 32 м и другие сооружения. Они расположены над выходами на земную поверхность Первомайского надвига и надвигов «А» и «Б», наличие которых подтверждено материалами геологических изысканий и эманационной съемкой. Анализ исследований, проведенных в натурных условиях и на моделях, позволил установить, что в местах выхода на земную поверхность геологических нарушений возникают сосредоточенные деформации. Методы расчета, основанные на плавном характере развития деформаций в таких условиях неприемлемы.

СНиП П-А 14-71 не допускал строительство в таких условиях. Однако, в целях рационального использования свободных площадей для застройки в условиях городов Донбасса, иногда приходится решать вопрос строительства того или иного объекта на выбранной площадке.

С целью уменьшения неблагоприятных воздействий подземных горных работ проектом предусматривались меры защиты сооружений: усиление фундаментов, несущих конструкций; разделение зданий на блоки; наиболее оптимальное их расположение относительно направления подработки; проведение систематических наблюдений за протеканием процессов осадки и деформаций земной поверхности, зданий и сооружений, которые позволили не только исследовать процесс сдвижений, но и определить эффективность заложенных мер защиты.

Главный корпус ДонНАСА не получил серьезных повреждений в результате подработки в 1977 г. (средняя величина трещин не превышала 25 мм), раскрытие трещин произошло вблизи деформационных швов и на стыке пристройки. Общий наклон здания направлен в сторону середины мульды сдвижения и составил  $0,615 \cdot 10^{-3}$ . Таким образом, заложенные проектом конструктивные меры защиты себя полностью оправдали: по завершению процесса сдвижения восстановительный ремонт не потребовался. Исследования подтвердили необходимость деления здания на отдельные блоки по 24–30 м, имеющие на стыках деформационные швы, является наиболее целесообразной. Максимальная скорость оседания главного корпуса составила 24 мм в месяц, общая осадка составила 364,3 мм.

Зафиксированы повреждения и при обследовании 5 этажных зданий общежитий ДонНАСА, а также 5 и 9 этажных жилых зданий. В этих зданиях также вторичные повреждения проявлялись в виде отслаивания ранее отремонтированной штукатурки на стыках между крупными элементами конструкций несущих стен и вдоль швов сопряжения кладки и железобетонных поясов. Имело место отслаивание и обрушение облицовочной плитки. Вдоль деформационных швов происходило коробление нащельников.

В 1982–1985 гг. на главном корпусе были зафиксированы неравномерные оседания величиной от 150 до 610 мм, что вызвало общий наклон здания и частичный прогиб, вследствие чего появились трещины на стыке с переходами и вблизи деформационных швов на перекрытиях 3–4 этажей. Величина общего максимального оседания с 1976 г. по 1985 г. составила 800 мм [3].

Серия наблюдений 1991–1994 гг. характеризовалась слабым влиянием горных работ на деформации зданий и сооружений. В этот период не было выявлено каких-либо повреждений или трещин, что свидетельствовало о равномерном характере оседания.

В результате инструментальных наблюдений за оседанием земной поверхности в 1998–2005 гг. была зафиксирована неравномерность оседания главного корпуса ДонНАСА – по длине здания зафиксированы оседания от 270 до 320 мм, по ширине здания – от 270 мм до 328 мм. Вследствие чего возникли трещины пола на 2–5 этажах (рис. 2), что вызвало необходимость проведения ремонтных работ, так как возникшие уступы могли привести к травматизму среди студентов и сотрудников академии [4, 5].



Рисунок 2 – Деформация пола на 2 этаже главного корпуса ДонНАСА.

За период с 2005 г. по настоящее время процесс оседания земной поверхности под влиянием подработок стабилизировался. В настоящее время дальнейшая подработка территории ДонНАСА не планируется. Однако исследования деформаций главного корпуса и комплекса зданий академии необходимо продолжить для их безопасной эксплуатации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кратч, Г. Сдвижение горных пород и защита подрабатываемых сооружений [Текст] / Г. Крауч ; Пер. с нем. под ред. Р. А. Муллера и И. А. Петухова. – М. : Недра, 1978. – 490 с.
2. Механіка ґрунтів. Основи та фундаменти [Текст] / В. Б. Швець, І. П. Бойко, Ю. Л. Винников, М. Л. Зоценко, О. О. Петраков, В. Г. Шаповал, С. В. Біда. – Дніпропетровськ : Пороги, 2012. – 196 с.
3. Лобов, М. И. Исследование деформаций зданий и сооружений в процессе многократной подработки территории подземными горными работами [Текст] / М. И. Лобов, Т. В. Морозова // Инженерная геодезия. – К. : КИСИ, 2000. – Вып. 42. – С. 59–63.
4. Морозова, Т. В. Анализ результатов частотных наблюдений за оседанием земной поверхности под действием подработки [Текст] / Т. В. Морозова, О. Е. Лукашов, А. В. Казановский // Вісник ДонНАБА. – 2002. – Вып. 3(34). – С. 24–26.
5. Анализ результатов наблюдений за деформациями зданий и сооружений под влиянием многократной подработки [Текст] / Т. В. Морозова, О. В. Волощук, М. Мартыненко, О. Беседина // Вісник ДонНАБА. – 2005. – Вып. 4(52). – С. 143–146.

Получено 24.10.2016

**М. І. ЛОБОВ, Т. В. МОРОЗОВА**  
**ВПЛИВ ПІДРОБІТКУ НА БУДІВЛІ І СПОРУДИ**  
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Виконано аналіз видів впливу підробітку на будівлі і споруди. Розглянуто чинники, що впливають на зменшення впливу процесів зрушення і деформацій земної поверхні під дією гірничих розробок на будівлі і споруди. Наведено результати багаторічного геодезичного моніторингу за деформаціями комплексу будівель і споруд ДонНАБА під дією багаторазового підробітку.

**прогнозування, зрушення земної поверхні, динаміка процесу зрушення, бічний тиск, деформації будівель і споруд**

**MICHAIL LOBOV, TATYANA MOROZOVA**  
**THE IMPACT OF PART-TIME WORK ON BUILDINGS AND STRUCTURES**  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The analysis of the impacts of undermining on buildings and structures has been carried out. The factors, influencing on the minimizing of process displacement and ground deformation under the influence of mining on buildings and structures have been considered. The results of many years of geodetic monitoring of deformations of buildings and constructions of DonNACEA under the influence of multi-rate under working.

**forecasting, subsidence of earth surface, the dynamics of displacement process, lateral pressure, the deformation of buildings and structures**

**Лобов Михайло Іванович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерної геодезії Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: комплексні геодезичні дослідження деформацій висотних споруд баштового типу.

**Морозова Тетяна Василівна** – асистент кафедри інженерної геодезії Донбаської національної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: вишукування зрушення земної поверхні та деформації будівель і споруд під впливом підземних гірничих робіт.

**Лобов Михаил Иванович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной геодезии Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: комплексные геодезические исследования деформаций высотных сооружений башенного типа.

**Морозова Татьяна Васильевна** – ассистент кафедры инженерной геодезии Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: исследование сдвижения земной поверхности и деформаций зданий и сооружений под действием подземных горных работ.

**Lobov Michail** – D.Sc. (Eng.), a Professor, the Head of the Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: complex geodetic researches of deformations of high-altitude constructions of tower type.

**Morozova Tatyana** – assistant, Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of subsidence of Earth surface and deformations of buildings and constructions under the influence of underground mountain works.