

11. Рослик В. П., Сорокин А. Г., Линников Д. В., Муромцев И. Д. Оптимизация плитно-анкерных конструкций в строительстве / В. П. Рослик, А. Г. Сорокин, Д. В. Линников, И. Д. Муромцев // Вестник Хакасского государственного университета им. Н. Ф. Катанова. – 2017. – № 20. – С. 37–40.
12. Костина О. В. Исследование характера работы сваи с поворотными анкерами при работе в массиве пучинистых грунтов / О. В. Костина, Т. М. Бочкарева // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2020. – № 4. – С. 46–57.
13. Цибаев С. С. Оценка влияния затопления горных выработок на состояние приконтурного массива горных пород и элементов анкерной крепи / С. С. Цибаев, С. И. Калинин, А. А. Ренев, Д. В. Зорков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 5. – С. 35–43.
14. Грановский А. В. О методике испытаний анкеров на вырыв из различных стеновых материалов и возможных областях их применения / А. В. Грановский, Д. А. Киселев // Жилищное строительство. – 2011. – № 2. – С. 7–8.
15. Топчий Д. В. Техническое нормирование современных методов ведения строительных работ при реконструкции, перепрофилировании и перевооружении зданий и сооружений / Д. В. Топчий, М. А. Катасонова, А. Ю. Юргайтис // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 6. – С. 281–285.
16. Мушанов В. Ф. Анализ степени ответственности элементов для определения характеристик надежности и склонности к лавинообразному разрушению стержневых конструкций / В. Ф. Мушанов, А. Н. Оржеховский // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – № 4 (42). – С. 5–10. – DOI: 10.52684/2312-3702-2022-42-3-5-10. – EDN KFCXJK.
17. Купчикова Н. В. Концепция управления экспертизой геоподосновы, оснований и фундаментов на всех стадиях жизненного цикла / Н. В. Купчикова, А. С. Таркин, Е. Е. Купчиков // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – № 1 (39). – С. 101–104. – DOI: 10.52684/2312-3702-2022-39-1-101-104. – EDN QMLBON.

© А. А. Соколов

Ссылка для цитирования:

Соколов А. А. Конструкция фундамента на скальном основании, работающая на выдергивание в стесненных условиях // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2024. № 4 (5). С. 17–23.

УДК 69.01

DOI 10.52684/2312-3702-2024-50-4-23-27

**К ВОПРОСУ ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА
В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

Р. А. Набиев, А. Ю. Курдюк

Набиев Рамазан Абдулмуминович, доктор экономических наук, профессор, директор Института градостроительства, Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: + 7 (927) 282-87-30; e-mail: nabiev56@list.ru;

Курдюк Андрей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительство», Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: + 7 (917) 080-12-37; e-mail: ayuk58@mail.ru

Тенденции изменения современной городской среды, характеризующиеся увеличением застройки многоэтажными зданиями, ростом этажности существующих зданий и сооружений путем надстройки, реконструкцией исторической застройки, побуждают усиливать внимание к взаимовлиянию существующих и вновь возводимых сооружений. Особенно это актуально для отечественных зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях. Безопасность зданий и сооружений можно обеспечить соблюдением норм надежности конструкций и оснований, мониторинга их технического состояния. Мониторинг зданий и сооружений включает в себя анализ поведения конструкций, совместной работы системы «основание – фундамент – надземные конструкции здания» и состоит из комплекса работ по обеспечению безопасности всего процесса строительства. Использование мониторинга позволяет своевременно обнаружить и избежать необратимых процессов, происходящих в данной системе.

Ключевые слова: безопасность зданий и сооружений, надежность, анализ, мониторинг, остаточный ресурс.

**ON THE ISSUE OF ENSURING THE SAFETY OF CRITICAL FACILITIES
IN DIFFICULT ENGINEERING AND GEOLOGICAL CONDITIONS**

R. A. Nabiyev, A. Yu. Kurdyuk

Nabiyev Ramazan Abdulmuminovich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Director of the Institute of Urban Development, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation, phone: + 7 (927) 282-87-30; e-mail: nabiev56@list.ru;

Kurdyuk Andrey Yuryevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Construction Department, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation, phone: + 7 (917) 080-12-37; e-mail: ayuk58@mail.ru



Trends in changing the modern urban environment, characterized by an increase in the number of multi-story buildings, an increase in the number of stores of existing buildings and structures by adding on, and the reconstruction of historical buildings, encourage increased attention to the mutual influence of existing and newly erected structures. This is especially relevant for domestic buildings and structures in complex engineering and geological conditions. The safety of buildings and structures can be ensured by observing the standards for the reliability of structures and foundations, and monitoring their technical condition. Monitoring of buildings and structures includes an analysis of the behavior of structures, an analysis of the joint operation of the "base – foundation – above-ground building structures" system, and consists of a set of works to ensure the safety of the entire construction process. The use of monitoring allows for the timely detection and avoidance of irreversible processes occurring in the "base – foundation – above-ground supporting structures of the building" system.

Keywords: *safety of buildings and structures, reliability, analysis, monitoring, residual.*

Введение

Безопасность зданий и сооружений, процессов проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса) обеспечивается соответствующими требованиями безопасности проектными значениями параметров объектов и качественных характеристик в течение всего их жизненного цикла, реализации указанных данных и характеристик [8].

Особенно требования безопасности актуальны при строительстве и эксплуатации в сложных инженерно-геологических условиях. Для их выполнения необходима оперативная и качественная диагностика технического состояния оснований и строительных конструкций зданий и сооружений с целью оценки соответствия требованиям, а следовательно, и возможности их дальнейшей безопасной эксплуатации [9].

В нормативной литературе не зафиксированы значения параметров, позволяющие соотносить их численные значения с категориями технического состояния строительных конструкций и объектов в целом, поэтому нам представляются актуальными исследования, направленные на сбор информации по данному вопросу [6].

Метод

Для проведения исследования были использованы общенаучные и специальные методы.

Общие методы отличаются универсальностью, то есть могут применяться во всех исследованиях.

Специальные методы основаны на интеграции новых технологий, использовании сложных приборных комплексов, компьютерной техники и включают характерные черты одного или нескольких общенаучных методов исследования.

Применены органолептические методы (визуальное восприятие) и метод сравнения для выявления общего и особенного в процессах, определения тенденции их развития. Сравнение – сопоставление свойств или признаков двух или нескольких объектов. Данный метод исследования позволяет выявить общее и особенное в явлениях, процессах, событиях, определить ступени и тенденции их развития.

Результаты и обсуждение

Целью данной работы является разработка методики обследования зданий и их оснований

с помощью современных аппаратно-программных комплексов, позволяющей оценить их техническое состояние, коррелируя его с численными значениями получаемых величин, а также порядок проведения инструментальных работ.

Техническим регламентом безопасности зданий и сооружений [8] заданы минимально необходимые требования к ним, а также к связанным процессам проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации, в части механической и пожарной безопасности, при природных и техногенных процессах; требования к условиям проживания и пребывания человека, влияющих на его здоровье; доступности объектов для маломобильных групп населения; энергетической эффективности; безопасного уровня воздействия на окружающую среду [14].

Порядок определения технического состояния строительных конструкций, а также соответствия стандарту [13] и возможность их дальнейшей эксплуатации определяются с помощью критериев, приведенных в [10, 11] и осуществляются визуальным и инструментальным методами. Работы проводятся в соответствии с требованиями [10, 11] с использованием действующих нормативных документов. Оценка технического состояния несущих и ограждающих конструкций объекта исследований производится с использованием категорий технического состояния [15, 16].

Категории технического состояния строительных конструкций и объектов регламентируются как:

- работоспособное;
- ограниченно работоспособное;
- аварийное.

Следует отметить, что в действующих нормативных источниках [12] оценка технического состояния не предусматривает определение остаточного ресурса в количественном выражении. В рамках обследования зданий и сооружений возникает вопрос о достоверности установления категорий технического состояния путем регламентации ее в численном выражении исследуемых параметров.

Для оценки изменения технического состояния оснований зданий и сооружений, а также

конструкций нормами предусматривается применение мониторинга [20]. Мониторинг позволяет обеспечить оперативную и качественную диагностику технического состояния оснований и строительных конструкций с целью оперативной оценки соответствия правилам, что обеспечивает их надежность на всех этапах строительства, а следовательно, и безопасность возводимых зданий и сооружений, а также зданий, находящихся в непосредственной близости от них.

Это действенный инструмент обнаружения отклонения от нормативных параметров и предупреждения опасных ситуаций с последующим оперативным вмешательством в процесс возведения или эксплуатации. Для качественного наблюдения за изменением технического состояния необходимо его количественное выражение на каждом этапе проведения работ по его оценке (рис. 1).



Рис. 1. Компоненты мониторинга объектов капитального строительства

В части наблюдений за строящимися или эксплуатируемыми зданиями возникает необходимость инструментальных исследований. Комплекс инструментальных работ по мониторингу технического состояния зданий и их оснований

приведен на рисунке 2. На этапе инструментальных измерений получают численные значения наблюдаемых величин, которые не находят своего отражения в определении категории технического состояния объекта.



Рис. 2. Комплекс работ по мониторингу



Во многих случаях реализация оперативной инструментальной диагностики технического состояния становится весьма проблематичной. Например, в случае динамического воздействия на исследуемый объект возникает вопрос о возможности проведения детального инструментального обследования как отдельных конструкций, так и всего здания в целом, поскольку работа в нем людей сопряжена с опасностью пребывания на объекте [4]. Нам представляется целесообразным оценить остаточный ресурс здания в целом, осуществить интегральную оценку, например, с помощью современных аппаратно-программных комплексов, позволяющих установить общий остаточный ресурс здания в целом, а затем приступить к детальному инструментальному обследованию отдельных конструкций и основания. В этом случае исследование здания осуществляется по схеме «от общего к частному» [18]. При реализации подобной схемы обследования зданий и сооружений появляется возможность детализации технических категорий состояния здания и отдельных конструкций с целью определения наиболее слабых составляющих всей системы в целом [19]. Подобный инструментальный способ позволяет получать численные значения остаточного ресурса как здания в целом, так и отдельных его конструктивных элементов [21].

В Институте градостроительства Астраханского государственного технического университета функционирует проектный офис «Безопасность и надежность зданий и сооружений», который проводит оценку и мониторинг технического состояния строительных конструкций с целью обеспечения их надежной работы и, как следствие, безопасной эксплуатации объектов в целом. Современное оборудование позволяет проводить обследование технического состояния, его мониторинг, в частности:

- производить визуальное обследование, фотофиксацию с помощью фото- и видеоаппаратуры, беспилотного летательного аппарата;
- анализировать результаты обследования, оценивать необходимость детального инструментального исследования, подготовку его программы, фиксацию мест отбора проб и установки марок для геодезических наблюдений с помощью тахеометрической съемки и высокоточного нивелирования;
- осуществлять геодезические наблюдения и, как следствие, построение эпюр-деформирования коробки здания;
- производить лабораторные исследования прочностных свойств материала строительных конструкций стандартными лабораторными, а также полевыми методами неразрушающего контроля, выявлять дефекты и неоднородности с помощью бетоноскопа и их картирование;
- осуществлять отбор проб грунтов основания исследуемого объекта и определять их фи-

зико-механические свойства стандартными лабораторными методами, исследовать прочностные и деформационные свойства грунтов с помощью современного лабораторного комплекса;

- производить сканирование основания, определять его литологическое строение и неоднородности в пространственной постановке с помощью геофизического комплекса;
- осуществлять поверочные расчеты системы «основание – сооружение» с учетом выявленных дефектов, реального состояния несущих конструкций и основания;
- проводить обследование зданий и сооружений в целом с помощью современного аппаратно-программного комплекса, получать интегральную оценку в численном выражении их остаточного ресурса, а также отдельных конструкций и системы «основание – сооружение»;
- производить анализ полученных численных значений, на основании которых давать оценку надежности и, как следствие, безопасности как отдельных конструкций, основания, так и системы «основание – сооружение» в целом;
- осуществлять мониторинг технического состояния, остаточного ресурса сооружения в соответствии с нормативными требованиями в зависимости от класса его ответственности [5, 17].

Мониторинг позволяет провести оперативную инструментальную диагностику технического состояния, а значит определить надежность конструкций на всех этапах эксплуатации и обеспечить безопасность объектов, находящихся в непосредственной близости от существующей застройки, а также в сложных инженерно-геологических условиях [7]. Это действенный инструмент обнаружения ненормативных осадок существующих зданий и сооружений, предупреждения аварийных ситуаций с последующим оперативным вмешательством в процесс возведения или эксплуатации [20].

Заключение

Резюмируя изложенное, можно заключить следующее.

Использование инновационных приборов и оборудования предоставляет возможность осуществить интегральную оценку технического состояния объекта в численном выражении, фиксируя значения его остаточного ресурса.

Предполагается проводить инструментальное обследование зданий и сооружений по схеме «от общего к частному», с детализацией полученной интегральной оценки зданий или сооружений в целом на состояние отдельных конструкций. Данный подход позволит выделить наиболее опасные конструкции исследуемого объекта, оценить их техническое состояние, а в случае необходимости вывести из эксплуатации отдельные конструкции, блоки, части или здание в целом.

Накопление данных инструментальных исследований позволит получить численные значения остаточного ресурса здания в целом и отдельных его элементов, соотнести численные параметры с категориями технического состояния строительных конструкций и объектов.

Работа по детальному обследованию и уточнению состояния отдельных строительных конструкций в схеме «от общего к частному», а также

численные значения, позволяющие идентифицировать остаточный ресурс, предоставят возможность с высокой степенью достоверности оценить надежность конструкций и объекта, а значит, обеспечить безопасность строительства и эксплуатации зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях.

Список литературы

1. Бальзанников М. И. Система управления состоянием гидротехнических сооружений / М. И. Бальзанников, Б. Г. Иванов, А. А. Михасек // Вестник Московского государственного строительного университета. – 2012. – № 7. – С. 119–124.
2. Вагин В. С. Проблемы пространственной организации городов с ярко выраженным историческим центром / В. С. Вагин, С. Г. Шеина, К. В. Чубарова // Науковедение. – 2015. – Т. 7, № 3. – С. 92.
3. Евдокимов С. В. Оценка технического состояния строительных конструкций и объектов в процессе мониторинга / С. В. Евдокимов, А. А. Орлова // Строительство и техногенная безопасность. – 2022. – № S1. – С. 98–103.
4. Емельянова Н. А. Основы информационных технологий в строительстве зданий и сооружений. Разработка и оформление проектно-конструкторской документации : учебное пособие / Н. А. Емельянова. – Иркутск : Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2017. – 164 с.
5. Улицкий В. М. Геотехническое сопровождение развития городов : практическое пособие / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. – Санкт-Петербург : Стройиздат «Северо-Запад», 2010. – 560 с.
6. Невзоров А. Л. Основания и фундаменты в схемах и таблицах : учебное пособие / А. Л. Невзоров. – Москва : АСВ, 2017. – 164 с.
7. Передельский Л. В. Инженерно-геологические изыскания в сложных геологических условиях : учебное пособие / Л. В. Передельский, О. Е. Приходченко. – Ростов-на-Дону : Ростовский государственный строительный университет, 2008. – 88 с.
8. Российская Федерация. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : федеральный закон Российской Федерации № 384-ФЗ от 30 декабря 2009 г. : [принят Государственной Думой 23 декабря 2009 года ; одобрен Советом Федерации 25 декабря 2009 года] // КонсультантПлюс. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
9. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. – Дата введения 2003-08-21. – Москва : Госстрой России, ГУП ЦПП, 2004. – 31 с.
10. ГОСТ 26433.2-94. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений. – Дата введения 1996-01-01. – Москва : Издательство стандартов, 1996. – 49 с.
11. ГОСТ Р 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – Дата введения 2014-01-01. – Москва : Стандартиформ, 2014. – 59 с.
12. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам. – Москва : ЦНИИПромзданий, 2001. – 101 с.
13. ГОСТ Р 53778-2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – Дата введения 2011-01-01. – Москва : Стандартиформ, 2010. – 96 с.
14. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. – Дата введения 2015-07-01. – Москва : Стандартиформ, 2015. – 16 с.
15. ГОСТ 21.302-2021. Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям. – Дата введения 2022-09-01. – Москва : Российский институт стандартизации, 2022. – 40 с.
16. СП 50-101-2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. – Москва : ФГУП ЦПП, 2005. – 138 с.
17. СП 22.13330.2016. Актуализированная редакция СНиП 2-02.01-83*. Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования. – Дата введения 2017-07-01. –
18. СП 118.13330.2022. СНиП 31-06-2009. Общественные здания и сооружения. – Дата введения 2022-06-20. –
19. Рекунов, С. С., Чураков, А. А., Федосюк, И. В. Оценка эксплуатационной надежности здания механизмов и управления в ходе реконструкции гидротехнических сооружений // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2023. № 4 (46). С. 75–81
20. Набиев Р. А. Мониторинг основания здания в условиях стесненной застройки / Р. А. Набиев, А. Ю. Курдюк, С. В. Устюгов, Д. П. Дисяев // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2016. – № 4 (18). – С. 36–43.
21. Чаускин А. Ю. Вероятностный расчет здания на максимальные расчетные землетрясения / А. Ю. Чаускин, В. А. Пшеничкина // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2016. – № 1-2 (15-16). – С. 66–77.

© Р. А. Набиев, А. Ю. Курдюк

Ссылка для цитирования:

Набиев Р. А., Курдюк А. Ю. К вопросу об обеспечении безопасности строительства в сложных инженерно-геологических условиях // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2024. № 4 (50). С. 23–27.