ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

© И. Ш. Баснукаев, З. Х. Исмаилова, М. М. Мовсулов

ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

В современных условиях строительная отрасль характеризуется активной разработкой новых конструктивных решений, совершенствованием методик проектирования, внедрением инновационных материалов и технологий. В связи с этим особую актуальность приобретают процедуры регулярного обследования (мониторинга) оснований, фундаментов и несущих конструкций зданий и сооружений на предмет их безопасности и соответствия нормативам. В рамках данной статьи рассматриваются основы мониторинга зданий и сооружений в соответствии с техническими правилами и регламентами, действующими на территории Российской Федерации.

Ключевые слова: мониторинг, строительный мониторинг, здания и сооружения, мониторинг зданий и сооружений.

Как известно, строительство представляет собой отрасль материального производства, продуктом которой являются готовые к эксплуатации здания, сооружения и их комплексы. Ключевыми этапами строительного процесса являются инженерные изыскания, землеотвод, проектирование, согласование проектной документации, возведение здания или сооружения и ввод его в эксплуатацию.

На всех этапах строительной деятельности должен осуществляться *мониторинг* возводимых объектов – систематические наблюдения за состоянием оснований и фундаментов, деформацией готовых и возводимых конструкций, соблюдением норм и правил строительной технологии и требований к защите и охране окружающей среды. Непосредственной *целью* мониторинга следует считать оценку влияния возводимых зданий и сооружений на геологическую, гидрогеологическую и атмосферную среду, а также на окружающую застройку в период строительства и в процессе дальнейшей эксплуатации.

Мониторинг позволяет своевременно выявлять, фиксировать и устранять разнообразные дефекты и необоснованные отклонения от проекта, предотвращать деструктивные процессы, а также обеспечивать комплексную техническую и экономическую безопасность в строительстве. В ходе мониторинга также

может осуществляться уточнение и корректировка существующих проектных решений. Ключевыми нормативными документами, регламентирующими процедуры мониторинга зданий и сооружений в процессе их строительства и эксплуатации, являются [1, 2, 3].

Процедуры мониторинга зданий и сооружений также достаточно подробно описываются в МРДС 02-08 «Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных» [11].

Можно выделить следующие основные *виды* мониторинга зданий и сооружений (рис. 1).

Таким образом, в современной строительной практике выделяется мониторинг строящихся и эксплуатируемых зданий и сооружений. Как правило, мониторинг осуществляется на всех стадиях строительства, а после введения объекта в эксплуатацию – по истечении нормативных сроков, при обнаружении существенных деформаций, в случае бедствий природного или техногенного характера, по инициативе уполномоченных органов надзора или собственников объекта.

К данной категории может быть также отнесен мониторинг окружающей застройки, которая попадает в зону воздействия нового

Виды мониторинга зданий и сооружений		
Мониторинг строящихся зданий и сооружений		Мониторинг существующих зданий и сооружений
Геотехнический мониторинг	Мониторинг несущих конструкций	Мониторинг устройства фасадных систем

Рис. 1. Виды мониторинга зданий и сооружений

строительства. Регулярный контроль состояния таких зданий и сооружений должен производиться в течение всего времени возведения нового объекта, а в отдельных ситуациях – также в течение 12 месяцев после ввода его в эксплуатацию.

Геотехнический мониторинг – это комплекс работ, связанных с осуществлением натурных наблюдений за поведением конструкций строящихся или реконструируемых зданий и сооружений, а также их оснований, конструкций окружающей застройки и подземных инженерных коммуникаций.

В соответствии с ч. 6 СП 305.1325800.2017 геотехнический мониторинг осуществляется посредством сочетания визуальных наблюдений и инструментальных измерений дефектов в обследуемых конструкциях. В целях инструментальной оценки трещин и повреждений используются портативные микроскопы, щелемеры, щупы и деформометры, а также автоматизированные средства измерения для оценки масштабов негативных изменений в труднодоступных местах.

В процессе геотехнического мониторинга используются также геодезические методы с целью оценки горизонтальных и вертикальных перемещений земной поверхности, грунтов и находящихся на них зданий и сооружений. Геодезические методы мониторинга реализуются с помощью теодолитов, нивелиров, электронных и лазерных сканеров, электронных тахеометров, а также навигационных спутниковых систем [10].

Для оценки крена фундамента и конструкций используются высокоточные электроуровни, для определения напряжения в конструкциях – струнные датчики нагрузки и давления, для

выявления смещений грунта – различного рода экстензометры и скважинные инклинометры. Для контроля допустимого уровня вибрации зданий и сооружений в период строительства и эксплуатации применяются виброметрические методы, позволяющие оценить динамические воздействия стационарного оборудования внутри и снаружи объектов исследования, а также находящегося вблизи наземного транспорта и линий метрополитена.

Использование геофизических и гидрогеологических методов в процессе мониторинга зданий и сооружений позволяет оценивать изменение состояния подземных участков строительных конструкций под воздействием неблагоприятных геологических процессов и изменения уровня подземных вод. В рамках геотехнического мониторинга также осуществляется измерение температуры грунтов с использованием специально подготовленных термометрических скважин и термоизмерительных комплектов.

Таким образом, визуально-инструментальное обследование в рамках геотехнического мониторинга базируется на использовании разнообразных методов и технологий, призванных с минимальными затратами обеспечить получение необходимой информации о состоянии исследуемых зданий и сооружений.

Мониторинг несущих конструкций предполагает комплексное обследование особенно ответственных узлов и конструкций, к числу которых в соответствии с СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» [9] относятся фундаменты, ростверки, стены, колонны, перекрытия, подкрановые балки, элементы жесткости, стыки и т. п.

Оценка технического состояния несущих конструкций осуществляется на основе результатов обследования и аналитических расчетов. Порядок установления характеристик материалов бетонных и железобетонных, каменных, металлических, деревянных конструкций установлен в СП 13-102-2003 [9]. Перед проведением мониторинга выявляются нормативные значения нагрузок, оказывающих воздействие на конструкции – для этой цели используются данные имеющейся проектной документации или результаты дополнительных технических обследований [12].

Сопоставление результатов обследования с нормативными показателями позволяет оценить состояние несущих конструкций и присвоить им одну из следующих категорий:

- ☐ конструкции, находящиеся в исправном состоянии;
- ☐ конструкции, находящиеся в работоспособном состоянии;
- ☐ конструкции, находящиеся в ограниченно работоспособном состоянии;
- ☐ конструкции, находящиеся в недопустимом состоянии;
- ☐ конструкции, находящиеся в аварийном состоянии.

Присвоенная категория вместе с ее техническим обоснованием отражается в итоговом заключении о техническом состоянии несущих конструкций здания или сооружения, являющегося объектом мониторинга.

Мониторинг устройства фасадных систем имеет большое значение в системе мониторинга зданий и сооружений, что обусловлено высокой сложностью конструкции фасадов, их архитектурным разнообразием, значительной стоимостью и вероятностью причинения вреда здоровью и имуществу граждан даже в условиях незначительности имеющегося дефекта. Особенно высокие требования предъявляются к фасадам уникальных и высотных зданий, которые должны выдерживать нагрузки, связанные с сильным ветром, перепадом температур, различными антропогенными факторами. В процессе мониторинга устройства фасадных систем оцениваемыми параметрами выступают:

- ☐ устойчивость, долговечность и пожарная безопасность фасадов;

- ☐ состояние цоколя, стен и мест сопряжения;
- ☐ качество стыков между стеновыми панелями;
- ☐ надежность закрепления конструктивных и архитектурных деталей;
- ☐ качество и безопасность ограждений балконов и парапетов;
- ☐ прочность крепления балконов, свесов и сливов;
- ☐ состояние антикоррозийного покрытия металлических элементов;
- ☐ общее состояние отделочного покрытия фасадов.

Технология мониторинга фасадных работ непосредственно зависит от типа фасада, при этом принято различать штукатурные, навесные, окрашенные фасады, фасады с облицовкой и с наружным штукатурным слоем. В рамках мониторинга производится обследование поверхностей, оценка правильности расчетов и эффективности конструктивных и технологических решений, связанных с проектированием фасада.

Мониторинг зданий и сооружений включает в себя следующие этапы (рис. 2).

Специфика работ по мониторингу зданий и сооружений непосредственно зависит от этапа строительства. Так, в соответствии с Приложением к МРДС 02-08 «Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных» [9], на стадии проектирования экспертная организация должна оценить качество проектной документации, а также вероятность прогрессирующего обрушения в случае деформации отдельных несущих конструкций.

На стадии земляных работ и возведения фундамента объекта особое значение имеет геотехнический мониторинг. При этом организуется наблюдения за параметрами грунта внутри котлована, оценка эффективности поверхностного водоотвода, контроль за правильностью установки деформационных марок – геодезических знаков, укрепляемых на поверхности возводимых конструкций и меняющих местонахождение в случае просадки, сдвига, крена или иного негативного изменения состояния грунта.

Рис. 2. Этапы мониторинга зданий и сооружений

На стадии возведения каркаса здания или сооружения экспертная организация производит комплексный анализ проектной документации, технический контроль возводимых конструкций, обследование используемых материалов, мониторинг ключевых технологических процессов, а также ряд иных работ, обеспечивающих уверенность в надежности будущего каркаса. В процессе мониторинга экспертная организация руководствуется положениями СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции» [6], СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции» [7], СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции» [8], СНиП II-23-81 «Стальные конструкции» [9], а также иными строительными нормами и правилами.

На стадии сварки и сборки металлических конструкций специалисты по строительному мониторингу осуществляют приемку и контроль качества монтажных соединений. При оценке эффективности арматурных работ предполагается визуально-измерительный

контроль качества сварных швов, оценка параметров армирования, ультразвуковой анализ внутренних дефектов арматуры. В ходе мониторинга металлических конструкций осуществляется также исследование качества мероприятий по огнезащите и антикоррозийной защите конструкций. Эффективность защиты строительных конструкций от коррозии оценивается согласно СНиП 2.03.11-85 [10].

В ходе мониторинга возведения фасадов проводится комплексное обследование стены-основания под обустройство фасадной системы, анализируется эффективность системы теплоизоляции, оценивается соответствие материала стен и выбранной модели анкерного крепления, выявляются отклонения и неровности облицовки, выборочно обследуются крепления несущих профилей. Обследование фасадных систем осуществляется в соответствии с положениями СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции» [11].

На стадии эксплуатации зданий и сооружений производится комплексный мо-

мониторинг наиболее значимых элементов и конструкций, что позволяет сделать вывод о надежности и долговечности всего используемого объекта [17].

Деятельность в сфере мониторинга зданий и сооружений должны осуществлять специализированные организации, аккредитованные в Единой системе оценки соответствия, которая находится под контролем Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор). Аккредитацию экспертной организации осуществляют территориальные уполномоченные органы Ростехнадзора с выдачей соответствующего свидетельства.

Руководство организации, специализирующейся на оказании услуг мониторинга зданий и сооружений, должно иметь подтвержденную квалификацию и опыт работы в сфере строительной экспертизы, а также нести полную профессиональную ответственность за результаты своей деятельности в соответствии с требованиями законодательства [16]. Деятельность экспертных организаций, осуществляющих мониторинг зданий и сооружений, должна быть застрахована в соответствии с системой независимой оценки рисков. Допускается осуществление мониторинга одного объекта несколькими организациями с соответствующим распределением задач и ответственности между ними.

Объем работ по мониторингу зданий и со-

оружений устанавливается в рамках программы, которая формируется экспертной организацией в соответствии с требованиями законодательства и согласуется с застройщиком и проектной компанией. Финансирование мониторинга осуществляет заказчик (застройщик), при этом расходы на данную процедуру включаются в строительную смету, а в дальнейшем – в смету расходов на эксплуатацию объекта [13].

В соответствии с п. 5.1.1 ГОСТ 31937-2011 при комплексном обследовании технического состояния здания и сооружения получаемая информация должна быть достаточной для проведения вариантного проектирования реконструкции или капитального ремонта объекта. В случае неосуществления мониторинга застройщик несет ответственность в соответствии с положениями Градостроительного кодекса Российской Федерации [1].

Таким образом, мониторинг зданий и сооружений – важнейшая составляющая строительного процесса и представляет собой систему контроля и наблюдения за деформациями строительных объектов с использованием комплекса измерений, включающих геологические методы, геодезические изыскания, инженерно-обследовательские мероприятия. Основными направлениями мониторинга являются геотехнический мониторинг, мониторинг несущих конструкций и мониторинг устройства фасадных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ // СЗ РФ, 03.01.2005. № 1 (часть 1). Ст. 16.
2. ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» // Строительные нормы и правила РФ. URL: <http://sniprf.ru/>
3. СП 64.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции» // Строительные нормы и правила РФ. – URL: <http://sniprf.ru/>
4. СНиП II-25-80 с СП 64.13330.2011
5. СНиП II-22-81 (1995, с изм. 22003) Каменные и армокаменные конструкции (взамен СНиП II-B. 2-71)
6. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции Актуализированная редакция СНиП II-23-81* (с Изменением № 1)
7. СП 28.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии
8. СП 70.13330.2012 «СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции» (утв. приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству от 25 декабря 2012 г. № 109/ГС)

9. СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» // Строительные нормы и правила РФ. URL: <http://sniprf.ru/>
10. СП 305.1325800.2017 «Здания и сооружения. Правила проведения геотехнического мониторинга при строительстве» // Строительные нормы и правила РФ. URL: <http://sniprf.ru/>
11. МРДС 02-08 «Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных» // Строительные нормы и правила РФ. URL: <http://sniprf.ru/>
12. Алмазов В. О. Задачи мониторинга несущих конструкций / В. О. Алмазов, А. Н. Климов // Вестник МГСУ. 2011. №2-1. С. 116-120.
13. Леденёв В. В. Обследование и мониторинг строительных конструкций зданий и сооружений: учебное пособие / В. В. Леденёв, В. П. Ярцев. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. 252 с.
14. Розен М. В. Мониторинг зданий и сооружений / М. В. Розен // Строительство-2014: Современные проблемы промышленного и гражданского строительства. 2014. С. 72-76.
15. Павлицева Н. А. Основы проектирования и технической эксплуатации зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учебное пособие / Павлицева Н. А. Электрон. текстовые данные. Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2020. 390 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/93544.html>. ЭБС «IPRbooks»
16. Солонов Г. Г. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений / Г. Г. Солонов, М. О. Артеменко // Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. 2020. С. 195-196.
17. Симонян В. В. Геодезический мониторинг зданий и сооружений [Электронный ресурс]: монография / Симонян В. В., Шмелин Н. А., Зайцев А. К. Электрон. текстовые данные. Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. 144 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60813.html>. ЭБС «IPRbooks»
18. Плешивцев А. А. Проектирование и строительство зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учебное пособие для СПО / Плешивцев А. А. Электрон. текстовые данные. Саратов: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. 364 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/89245.html>. ЭБС «IPRbooks»

THE BASICS OF MONITORING BUILDINGS AND STRUCTURES

© I. Sh. Basnukaev, Z. Kh. Ismailova, M. M. Movsulov
 GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

In modern conditions, the construction industry is characterized by the active development of new design solutions, improvement of design techniques, the introduction of innovative materials and technologies. In this regard, the procedures of regular inspection (monitoring) of the foundations, foundations and supporting structures of buildings and structures regarding their safety and compliance with standards are of relevance. This article discusses the basics of monitoring buildings and structures in accordance with technical rules and regulations in force on the territory of the Russian Federation.

Keywords: monitoring, construction monitoring, buildings and structures, monitoring buildings and structures

REFERENCES

1. Gradostroitel'nyj kodeks Rossijskoj Federacii ot 29.12.2004 №190-FZ. SZ RF, 03.01.2005, №1 (chast' 1), st. 16.
2. GOST 31937-2011 «Zdaniya i sooruzheniya. Pravila obsledovaniya i monitoring tekhnicheskogo sostoyaniya». Stroitel'nye normy i pravila RF. Available at: <http://sniprf.ru/>
3. SP 64.13330.2011 Aktualizirovannaya redakciya SNiP II-25-80 «Derevyannye konstrukcii». Stroitel'nye normy i pravila RF. Available at: <http://sniprf.ru/>
4. SNiP II-25-80 s SP 64.13330.2011.
5. SNiP II-22-81 (1995, s izm. 22003) Kamennye i armokamennye konstrukcii (vzamen SNiP II-V. 2-71).
6. SP 16.13330.2011 Stal'nye konstrukcii. Aktualizirovannaya redakciya SNiP II-23-81* (s Izmeneniem №1).
7. SP 28.13330.2012. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 2.03.11-85 Zashchita stroitel'nyh konstrukcij ot korrozii.
8. SP 70.13330.2012 «SNiP 3.03.01-87. Nesushchie i ogradhdayushchie konstrukcii» (utv. Prikazom Federal'nogo agentstva po stroitel'stvu i zhilishchno-kommunal'nomu hozyajstvu ot 25 dekabrya 2012 g. №109/GS)
9. SP 13-102-2003 «Pravila obsledovaniya nesushchih stroitel'nyh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij». Stroitel'nye normy i pravila RF. Available at: <http://sniprf.ru/>
10. SP 305.1325800.2017 «Zdaniya i sooruzheniya. Pravila provedeniya geotekhnicheskogo monitoring pri stroitel'stve». Stroitel'nye normy i pravila RF. Available at: <http://sniprf.ru/>
11. MRDS 02-08 «Posobie po nauchno-tekhnicheskomu soprovozhdeniyu i monitoring stroyashchih zdaniy i sooruzhenij, v tom chisel bol'sheproletnyh, vysotnyh i unikal'nyh» // Stroitel'nye normy i pravila RF. Available at: <http://sniprf.ru/>
12. Almazov, V. O. and Klimov, A. N. (2011) 'Zadachi monitoring nesushchih konstrukcij' [Structural Monitoring Tasks] *Vestnik MGSU*. №2-1. Pp. 116-120.
13. Ledenyov, V. V. and Yarcev, V. P. (2017) Obsledovanie i monitoring stroitel'nyh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij: uchebnoe posobie [Inspection and monitoring of building structures of buildings and structures: a training manual]. Publishing house of TSTU, Tambov. 252 p.
14. Rozen, M. V. (2014) 'Monitoring zdaniy i sooruzhenij' [Monitoring of buildings and structures] // *Stroitel'stvo-2014: Sovremennye problemy promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva*. Pp. 72-76.
15. Pavlishcheva, N. A. (2020) Osnovy proektirovaniya i tekhnicheskoy ekspluatatsii zdaniy i sooruzhenij [Fundamentals of the design and technical operation of buildings and structures. study guide] uchebnoe posobie. IPR Media. Moscow. 390 p. Available at: <http://www.iprbookshop.ru/93544.html>. EBS «IPRbooks»
16. Solonov, G. G. and Artemenko, M. O. (2020) 'Monitoring tekhnicheskogo sostoyaniya zdaniy i sooruzhenij' [Monitoring the technical condition of buildings and structures']. In the collection: *Modern scientific research: current issues, achievements and innovations* // *Sovremennye nauchnye issledovaniya: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii*. Pp. 195-196.
17. Simonyan, V. V., Shmelin N.A. and Zajcev A.K. (2015) Geodezicheskij monitoring zdaniy i sooruzhenij [Elektronnyj resurs]: monografiya. Elektron. Tekstovye dannye. [Geodetic monitoring of buildings and structures. Moscow state construction university]. Moskovskij gosudarstvennyj stroitel'nyj universitet, EBS ASV. Moscow, 144 p. Available at: <http://www.iprbookshop.ru/60813.html>. EBS «IPRbooks»
18. Pleshivcev, A. A. (2020) Proektirovanie i stroitel'stvo zdaniy i sooruzhenij [Elektronnyj resurs]: uchebnoe posobie dlya SPO. [Design and construction of buildings and structures [Electronic resource]: a tutorial for SPE]. Profobrazovanie, IPR Media. Saratov, 364 p. Available at: <http://www.iprbookshop.ru/89245.html>. EBS «IPRbooks»