

ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Карпуничев А.В., магистр гр. ФЭМЭ-11, I курс
Научный руководитель: Тесаловский А.А., к.т.н., доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

По данным Росстата в 2014 году в России насчитывалось около 93,9 млн m^2 ветхого и аварийного жилого фонда [1]. В 2015 году фонд ЖКХ создал реестр аварийных домов по всей России, по данным реестра в России насчитывается около 58600 зданий в аварийном состоянии, в которых проживают около 1,1 млн. человек [2]. Исходя из перечисленных данных проблема мониторинга технического состояния (МТС) зданий и сооружений приобретает сегодня особую актуальность.

Цель исследовательской работы рассмотреть основные геодезические методы мониторинга за техническим состоянием (ТС) объектов и выбрать из них наиболее эффективные.

В настоящее время постановка и производство геодезических работ, которые проводятся при мониторинге, осуществляется с позиций действующей нормативной литературы, в которой требования к процессу представлены в общем виде, без указания спецификаций предметов мониторинга и аппаратной базы для их контроля. Основной причиной этого является отсутствие единой методики и специализированного серийного оборудования для проведения эффективных мероприятий по наблюдению за ТС объектов.

Значительный вклад в решение проблемы, связанной с созданием единой методики геодезического мониторинга, внесли такие авторы как: М.Е. Пискунов, А.К. Зайцев, С.В. Марфенко, Д.Ш. Михелев. В работах представленных авторов большое внимание уделено разработке методик мониторинга и их обоснованию [3,4]. Новые концепции мониторинга представлены в публикациях В.А. Герасимова, В.Я. Лобазова, Б.Е. Резника, которые ссылаясь на зарубежный опыт, предлагают использовать метод непрерывного мониторинга. Главным отличием данного подхода к проблеме мониторинга от классических методов контроля является не только его «потенциальная непрерывность», но и цель: классический контроль - это контроль отклонений отобранных геометрических параметров от критических величин, определенных в результате теоретических расчетов; непрерывный мониторинг - это сравнение состояний конструкций в различные моменты времени [5].

Опыт, полученный в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений показывает, что повреждения конструкций, может быть вызвано различными причинами. К числу наиболее опасных причин относят наличие ошибок и дефектов, допущенных в ходе проектирования и строительства, их наличие способно привести к аварийной ситуации даже при нагрузках ниже

эксплуатационных. В отдельную группу выделяются причины, носящие случайный катастрофический характер (природные и техногенные катастрофы).

Даже если перечисленные воздействия не приводят непосредственно к аварийной ситуации, то в целом, при накоплении повреждений, надежность конструкций сооружения падает, что в свою очередь, повышает вероятность аварийного отказа. Это значит, что работы по восстановлению нормативного ТС конструкций объекта, экономически целесообразно предпринимать до того, как вероятность отказа становится выше показателя надежности конструкций сооружения рисунок 1.

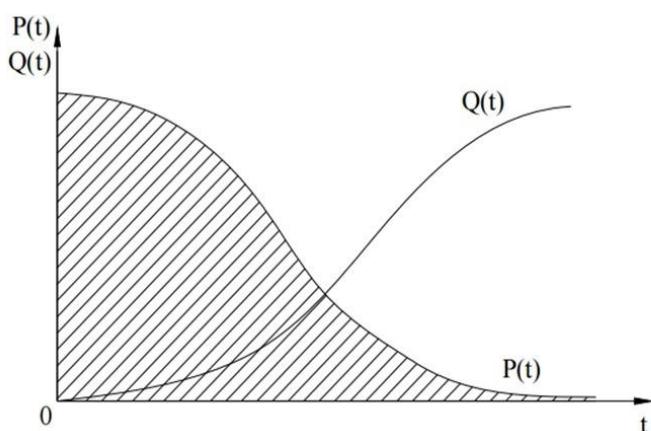


Рисунок 1 – Зависимость надежности конструкции (P) и вероятности отказа (Q) от времени эксплуатации объекта (t).

Процесс МТС зданий и сооружений может осуществляться в периодическом или автоматизированном режимах.

Автоматизированный мониторинг основан на использовании постоянно действующих автоматизированных систем контроля ТС объекта. Он основан на применении новых передовых технологий, например таких как, волоконно-оптические измерительные системы или зарубежные «Structural Health Monitoring» (SHM), дословный перевод «структурный мониторинг состояния здоровья» или наблюдение за состоянием конструкции. [5]. Система SHM — это сравнение состояний конструкций (в более общем понимании) в различные моменты времени. При помощи SHM могут быть локализованы опасные отклонения на ранних этапах и предприняты своевременные меры по их устранению или предотвращению дальнейшего развития [5].

Периодический мониторинг, представляет собой специализированное обследование, основной задачей которого является выявление изменений ТС конструкций сооружения с помощью визуального и инструментального контроля. Периодический мониторинг на сегодняшний день является менее затратным мероприятием, чем автоматизированный мониторинг.

В ходе исследования было установлено, что главными причинами, которые приводят к деформациям сооружений являются: воздействия природного

типа, а также ошибки при строительстве, которые вызывают деформации по-вреждения фундаментных и надфундаментных конструкций объекта рисунок 2.

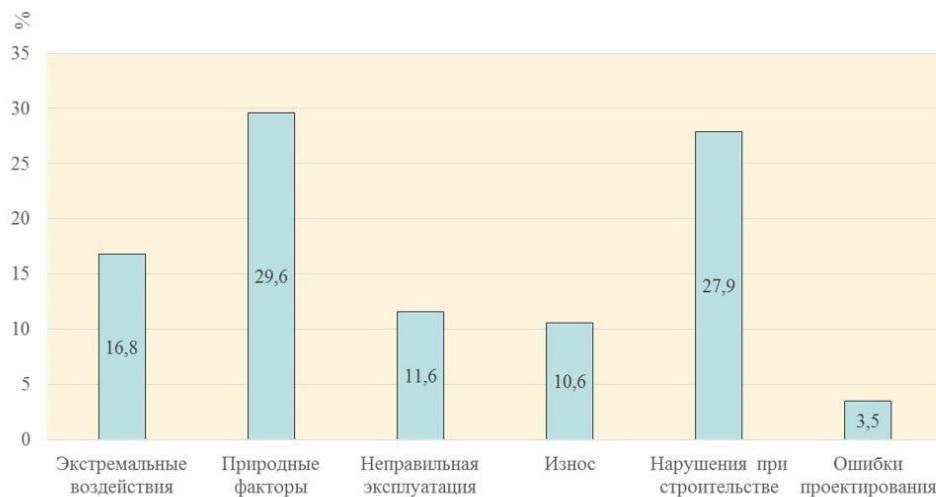


Рисунок 2 – Анализ причин деформаций зданий и сооружений

Деформации можно разделить на две группы равномерные и неравномерные.

Равномерные деформации, как правило, не оказывают влияние на снижение прочности или устойчивости конструкций самого сооружения, обычно такие деформации развиваются в течение довольно больших временных интервалов и в основном влияют на состояние инженерных сетей и коммуникаций, связывающих объект с окружающей инфраструктурой.

Неравномерные деформации провоцируют возникновение дополнительных деформаций и усилий в элементах конструкций, изменяют их напряженно-деформированное состояние, что приводит к повреждениям и ухудшению ТС как самих конструктивных элементов, так и всего объекта в целом.

Следует отметить, что деформации носят и пространственный характер. В соответствии с действующими нормативно-техническими документами их принято подразделять на вертикальные и горизонтальные перемещения. Вертикальные перемещения, в свою очередь, подразделяются на осадки, просадки, усадки, оседания, подъемы и др.

Основными способами наблюдения за вертикальными перемещениями сооружений являются способы нивелирования: такие как гидронивелирования, микронивелирования, геометрического и тригонометрического нивелирования, а также фото- и стереофотограмметрические способы.

Способами, которые используют, для определения горизонтальных смещений являются: створный, линейно – угловой способ, а также способ вертикального проектирования. Также применяют прямые и обратные отвесы.

Перечисленные способы наблюдения деформаций являются традиционными и довольно часто применяются на практике, при периодическом мониторинге. Преимущества и недостатки данных методов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки способов наблюдения за деформациями объектов

Способ наблюдения	Точность	Экономичность	Практичность	Простота обработки результатов
<i>Геометрическое нивелирование</i>	+	+	+	+
Тригонометрическое нивелирование	-	+	+	+
Гидростатическое нивелирование	+	-	-	+
Микронивелирование	+	-	-	+
<i>Линейно-угловой способ</i>	+	+	+	+
Способ створов	-	+	-	+
Вертикальное проектирование	+	+	+	+
Фотограмметрические методы наблюдения	-	+	+	-

Таким образом основные результаты, а так же рекомендации и предложения, полученные в ходе исследовательской работы, можно сформулировать следующим образом:

1. Определены причины возникновения деформаций сооружений. Систематизировав накопленный опыт строительства и эксплуатации строительных объектов можно выделить четыре основные группы причин возникновения деформаций:

1. Внешние техногенные и природные воздействия;
2. Изменение плановых условий эксплуатации;
3. Технические ошибки и технологические дефекты;
4. Экстремальные воздействия.

2. Выявлены основные виды деформаций сооружений, их можно разделить на равномерные и неравномерные.

Неравномерные деформации в свою очередь подразделяют на горизонтальные и вертикальные.

К горизонтальным относят: смещения и сдвиги, а к вертикальным просадки осадки, оседания, подъемы, крены, трещины и т.д.

3. Установлено, что процесс МТС сегодня можно осуществляется в двух основных режимах периодическом и автоматизированном.

4. Определены основные геодезические методы наблюдений, применяемые при мониторинге. На основании исследования можно сделать вывод, что наиболее эффективными методами наблюдения за деформациями зданий и сооружений являются: геометрическое нивелирование при наблюдении за вертикальными деформациями, по сравнению с другими способами нивелирования, данный способ обладает достаточной точностью, быстрой производством работ, минимальными экономическими затратами и возможностью работать в сложных условиях, перечисленные характеристики делают способ геометрического нивелирования практически универсальным способом для наблюдения за вертикальными деформациями. При наблюдении за горизонтальными деформациями оптимальным является комбинированный способ линейно-угловых построений. Применение данного способа позволяет исключить недостатки при применении каждого из способов по отдельности. Геодезические построения при таком методе наблюдении создаются методами триангуляции трилатерации и полигонометрии, что позволяет обеспечить достаточную точность угловых и линейных измерений.

Выбранные в качестве оптимальных геодезические методы наблюдения за деформациями носят рекомендательный характер и применяются в большинстве случаев проведения мониторинга, однако не исключено применение других методов наблюдения, при условиях работ которые требуют повышенной, точности или быстрой скорости выполнения работ, для которых не подходят представленные методы, в таких случаях выбор метода зависит от целей заказчика работ и определяется экономической обеспеченностью.

Список литературы:

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>.
2. Реформа ЖКХ [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: <https://www.reformagkh.ru>.
3. Пискунов, М.Е. Методика геодезических наблюдений за деформациями сооружений [Текст] / М.Е. Пискунов. – Москва: Недра, 2012 – 248 с.
4. Зайцев, А.К. Геодезические работы при строительстве и использовании крупных сооружений [Текст] / А.К. Зайцев, С.В. Марфенко, Д.Ш. Михелев. – Москва: Недра, 2014 – 272 с.
5. Концепция геодезического мониторинга деформационных процессов [Текст] / В.А. Герасимов, В.Я. Лобазов, Б.Е. Резник // Геопрофи. – 2010. – №1. – С. 17-21