

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Архитектурно-строительный институт
Кафедра «Строительное производство и теория сооружений»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Рецензент:

Заведующий кафедрой:

_____ /С.В. Кожанова /

_____ Г.А. Пикус

«__» _____ 2019 г.

«__» _____ 2019 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к выпускной квалификационной работе магистра на тему:

Разработка формализованной методики обследования строительных конструкций
зданий и сооружений. Том 1.

ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР

Руководитель, профессор

_____ /А.Х. Байбурин/

«__» _____ 2019 г.

Консультант:

Проверка по системе антиплагиат:

_____ /А.Х. Байбурин/

_____ /А.Х. Байбурин/

«__» _____ 2019 г.

«__» _____ 2019 г.

Нормоконтролер:

Автор ВКР:

_____ /А.Х. Байбурин/

_____ /О.А. Галендухина/

«__» _____ 2019 г.

«__» _____ 2019 г.

г. Челябинск – 2019

АННОТАЦИЯ

Филоненко С.М., Галендухина О.А. Разработка формализованной методики обследования строительных конструкций зданий и сооружений. В 2-ух томах. Том 1. – Челябинск: ЮУрГУ, АСИЗ-393, 2019. – 202 с., 18 илл., 12 табл. библиогр. список – 112 наим., 4 прил.

Цели выпускной научно-исследовательской работы – повышение точности и объективности обследования, а также безопасности и функциональной надежности эксплуатируемых зданий.

Основные задачи заключаются в разработке способа оценки и прогнозирования технического состояния железобетонных конструкций и риск-ориентированного метода обследования здания.

Проведен анализ состояния вопроса и имеющийся технической документации в области обследования строительных конструкций. Представлены результаты патентного поиска в рассматриваемой области.

Рассмотрены методы технического обследования строительных конструкций зданий и сооружений. Представлены решения по проведению обследования, где в ходе выполнения натурных работ необходимо вести специальную форму учета получаемых сведений.

Выполнена оценка и прогноз технического состояния на примере железобетонных ребристых плит покрытия промышленного здания. Составлена классификация дефектов для типовых железобетонных конструкций.

Представлен риск-ориентированный метод управления техническим состоянием зданий и сооружений, где рассчитывают риски при каждом локальном сценарии обрушения, с учетом рисков ошибок обследования и ошибок эксплуатации.

				<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>			
	<i>Фамилия</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Разработка формализованной методики обследования строительных конструкций зданий и сооружений. В 2-ух томах. Том 1.</i>	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Галендухина</i>				<i>ВКР</i>	<i>3</i>	<i>188</i>
<i>Проверил</i>	<i>Байдурин</i>				<i>ЮУрГУ «Строительное производство и теория сооружений»</i>		
<i>Н. контр.</i>	<i>Байдурин</i>						
<i>Утверд.</i>	<i>Пикус</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

Том 1

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА.....	9
1.1 Правовая основа.....	12
1.2 Обзор нормативов по обследованию зданий и сооружений.....	13
1.3 Проблемы обследования зданий и сооружений.....	19
1.3.1 Проблемы диагностики на основании визуального обследования.....	20
1.3.2 Проблемы применения методов инструментального контроля.....	27
1.4 Вывод по разделу.....	33
2 ПАТЕНТНЫЙ ПОИСК ПО МЕТОДАМ ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПО ТРИЗ.....	34
2.1 Вывод по разделу.....	62
3 АНАЛИЗ КЛАССИФИКАЦИИ ДЕФЕКТОВ (ПОВРЕЖДЕНИЙ) И КАТЕГОРИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ С ЦЕЛЬЮ ТИПИЗАЦИИ.....	63
3.1 Определение технического состояния по внешним признакам.....	70
3.2 Вывод по разделу.....	72
4 РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНЫХ ФОРМ КОНТРОЛЬНЫХ ЛИСТОВ, КАРТОГРАММ И ВЕДОМОСТЕЙ ДЛЯ ФИКСАЦИИ ДЕФЕКТОВ, И ПОВРЕЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОНСТРУКЦИИ).....	73
4.1 Обследование зданий и сооружений и методика его выполнения.....	73
4.2 Оценка состояния конструкций при визуальном и инструментальном обследовании.....	78
4.3 Методика визуального и детального (инструментального) обследования в ходе осмотра.....	80
4.4 Вывод по разделу.....	89

					ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Том 2

5	ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УНИФИКАЦИИ ПРИЗНАКОВ ОТНЕСЕНИЯ ТИПОВЫХ ЖБК К КАТЕГОРИЯМ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ.....	96
5.1	Агрессивное воздействие на железобетон.....	96
5.2	Моделирование эксплуатационной надежности несущих строительных конструкций на примере типовых железобетонных ребристых плит покрытия.....	104
5.3	Прогнозирование характерных коррозионных повреждений железобетонных плит покрытия.....	105
5.4	Обоснование категорий технического состояния для плит покрытия.....	117
5.5	Оценка сборных железобетонных конструкций по категориям технического состояния.....	122
5.6	Вывод по разделу.....	127
6	РАЗРАБОТКА РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО МЕТОДА ОБСЛЕДОВАНИЯ, С УЧЕТОМ СТЕПЕНИ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗДАНИЯ И ОБЪЕМОВ РАБОТ.....	128
6.1	Общие положения в оценке риска.....	128
6.2	Теория риска.....	132
6.3	Применение экспертных оценок качества работ экспертной организации и технической эксплуатации при оценке и управлением риска.....	135
6.4	Методика определения оценки риска аварии.....	140
6.4.1	Риск диагностики при обследовании строительных конструкций.....	140
6.4.2	Оценка риска аварии строительных конструкций зданий с учетом локализации обрушения.....	146
6.5	Выводы по разделу.....	159
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	178
	Приложение А.....	189
	Приложение Б.....	190
	Приложение В.....	192
	Приложение Г.....	193

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Существующий опыт показывает, что невозможно обеспечить живучесть зданий, сооружений после отказа основных несущих строительных конструкций (например, сборных железобетонных элементов каркасного здания и др.).

Наиболее экономичным методом обеспечения безопасности от вероятного обрушения конструкций при аварийных ситуациях являются предупреждение непредвиденных событий, учитывающие различные аварийные ситуации с целью снижения вероятности величины ущерба.

В нашей практике продолжает применяться изжившая себя стратегия эксплуатации зданий и сооружений, основанная на выполнении планово-предупредительного ремонта, и никак не зависящая ни от состояния строительных конструкций, ни от возможности дальнейшей эксплуатации объекта.

Присутствие сформировавшейся на сегодняшний день финансовой ситуации в России невозможен реальный пересчет стоимости основных фондов и фактической величины амортизационных отчислений. Инфляция и нехватка средств сводят к минимальному количеству затрат на поддержание и делают процедуру планирования и выполнения ремонтных работ в рамках действующего подхода неуправляемым. Недосток технологической и нормативной базы планирования ремонтов в рамках будущих инвестиций, в еще большей степени усугубляет ситуацию.

Подобное состояние приводит к накоплению дефектов и повреждений, строительных конструкций, что согласно определенным видам зданий и сооружений достигает критической величины, т.е. отказа. Исследование обширного круга данных подтверждает, что в основе стратегии ремонта должны учитываться текущее состояние железобетонных конструкций, их сохранность и надежность, которые и определяют время, необходимость, затраты, объемы и технологию их ремонта. Подобная стратегия, как правило,

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

основывается на обследовании и оценке состояния строительных конструкций, прогнозировании надежности и долговечности, учете условий дальнейшей эксплуатации, выборе технологии производства работ и материалов для ремонта.

Процесс технического обследования здания или сооружения представляет сложную, дорогостоящую и трудоемкую процедуру, требующую специалистов разного профиля и использования сложного оборудования.

Цель работы – повышение точности и объективности обследования, а также безопасности и функциональной надежности эксплуатируемых зданий.

Указанные цели предполагают решение следующие основные задачи:

– на основе осуществленного анализа и обобщения опыта по рассматриваемой проблеме исследования предложить решения при проведении обследования зданий, сооружений;

– разработать методологию оценки текущего состояния и прогнозирования эксплуатационной надежности конструкций, дать количественную оценку технического состояния.

– обосновать стратегию эксплуатации здания направленную на предупреждение возможного отказа строительных конструкций, обоснованно предлагать программу эффективных мер по повышению безопасности и оптимального расходования средств предупредительных мероприятий, на основании анализа и оценки результатов риска аварии.

Идея работы заключается в оценке, учете и анализе эксплуатационного состояния несущих строительных конструкций при обследовании зданий, сооружений и прогнозировании на этой основе их эксплуатационной надежности на заданном уровне.

Для достижения поставленных в работе целей выполнены анализ и научное обобщение опыта в рассматриваемой проблеме, проведены теоретические исследования, включая разработку модели.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

Новизна работы заключается:

- в установлении критериев перехода конструкции из одной категории технического состояния в последующие;
- в оценке нежелательного события с учетом локализации риска отказа несущих конструкций, а также возможных ошибок допущенных при обследовании и эксплуатации объекта.

Практическая значимость работы заключается, прежде всего, в возможности уменьшения аварийного состояния несущих строительных конструкций зданий и сооружений за счет целенаправленного расходования необходимого количества ресурсов и средств.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

1 ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

Обследование технического состояния строительных конструкций является самостоятельным направлением строительной деятельности, охватывающим комплекс вопросов, связанных с обеспечением эксплуатационной надёжности зданий, с проведением ремонтно-восстановительных работ, а также с разработкой проектной документации по капитальному строительству или реконструкции зданий и сооружений.

Ряд факторов оказывает влияние на объем проводимых обследований зданий и сооружений: моральный и физический износ, реконструкция или перевооружение производственных зданий, реконструкция старых малоэтажных строений, рост цен на недвижимость, изменение форм собственности.

При реконструкции старых построек, особенно важно проводить обследование, так как проводимые работы часто связаны с изменением конструктивной схемы, изменением действующей нагрузки и необходимостью учета современных норм проектирования.

Разработка мероприятий по восстановлению эксплуатационных качеств строительных конструкций требует проведения обследования, по результатам которого выявляют причины снижения несущей способности и преждевременного износа.

Обследование представляет собой дорогостоящую и трудоемкую работу, выполняется экспертными организациями, обладающими необходимыми знаниями об особенностях технологических процессов, а также в различных областях строительной науки.

Обследование проводится с целью выявления пригодности к эксплуатации или принятия мер по восстановлению, ремонту, усилению или ограничению эксплуатации как отдельных строительных конструкций, так здания в целом.

Общая цель обследования – это определение физического износа, причин, способствующих данному износу, определение работоспособности в момент обследования и принятия мер по восстановлению эксплуатационных качеств.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

Обследование необходимо проводить при длительном перерыве возведения здания, при обнаружении повреждений и дефектов, при реконструкции, авариях или при изменении действующих нагрузок.

В нормативной литературе состав работ и последовательность действий по обследованию строительных конструкций здания и сооружений, как правило, приводят в три связанных между собой этапа (подготовка к проведению обследования, предварительное (визуальное) обследование, детальное (инструментальное) обследование).

Иногда обследование выполняется в один этап. Это зависит от задач, от квалификации лиц, проводящих обследование и от состояния строительных конструкций.

Необходимость в детальном обследовании при предварительном обследовании необходимо обосновать, так как данное обследование занимает много времени и дорого обходится заказчику.

Основанием для проведения технического обследования служит Техническое задание. В нем указывается основная цель для проведения обследования.

Основная задача предварительного обследования – определение общего состояния строительных конструкций и производственной среды; сбор исходных данных, определение состава намечаемых работ, необходимых для составления технического задания на детальное инструментальное исследование для определения стоимости намечаемых работ и заключения договора с заказчиком.

Предварительное обследование начинается с осмотра конструкций здания или сооружения, ознакомления с технической документацией и другими материалами, для получения представления об объекте обследования.

В состав работ по предварительному обследованию входят:

- общий осмотр здания или сооружения;
- сбор общих сведений о здании или сооружении (время строительства, сроки эксплуатации);

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

- общая характеристика объёмно-планировочного и конструктивного решений систем инженерного оборудования;
- выявление особенностей технологии производства для производственных зданий с точки зрения их воздействия на строительные конструкции;
- определение фактических параметров микроклимата или производственной среды, температурно-влажностного режима помещения, наличие агрессивных к строительным конструкциям технологических выделений, сбор сведений об антикоррозионных мероприятиях;
- гидрогеологические условия участка и общие характеристики грунтов оснований;
- ознакомление с архивными материалами изысканий;
- изучение материалов ранее проводившихся на данном объекте обследований производственной среды и состояния строительных конструкций.

По результатам предварительного обследования дают Заключение о техническом состоянии строительных конструкций и намечают программу дальнейшего детального обследования.

Детальное обследование проводят с целью сбора окончательных обоснованных сведений для оценки технического состояния строительных конструкций.

Детальное обследование включает в себя:

- визуальное обследование конструкций (с фотофиксацией видимых дефектов);
- обмерные работы – определяются конфигурация, размеры, положение в плане и по вертикали конструкций и их элементов;
- инструментальное обследование;
- измерение прогибов и деформаций;
- определение характеристик материала несущих конструкций;
- осадки фундаментов и деформации грунтов оснований.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

После выполнения основных этапов обследования проводится оценка технического состояния строительных конструкций, которая включает анализы собранных материалов обследования, результаты испытаний материалов, а также окончательное определение нагрузок и воздействий, для дальнейшего проведения поверочных расчетов несущих конструкций, с учетом оснований уточненных в ходе обследования.

Поверочные расчеты конструктивных элементов, а также здания или сооружения в целом выполняют с учетом фактической информации, полученной в ходе проведения работ по обследованию (исходных данных). Для поверочных расчетов необходимо установить расчетную схему, определить расчетные нагрузки, расчетные сопротивления материалов, определить влияние выявленных дефектов на несущую способность конструкции, провести расчет прочности, а в особых случаях расчеты по деформациям и трещиностойкости.

Итогом проведенного технического обследования является Заключение (Отчет) по результатам технического состояния строительных конструкций здания или сооружения. В заключении даётся обоснованная на материалах обследования принятая «категория технического состояния» строительных конструкций здания или сооружения, как в отдельности, так и в целом об объекте исследования. Приводятся рекомендации по дальнейшему использованию и наблюдению за строительными конструкциями, а также предложения по восстановлению и усилению.

1.1 Правовая основа

Под правовой основой следует понимать совокупность законодательных и иных нормативных документов регламентирующих отношения, возникающие в области обследования зданий и сооружений.

Основные документы:

- Федеральный закон от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [26];

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

- Постановление Правительства РФ от 26 декабря 2014 г. № 1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;

- ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» [7];

- СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» [107].

Вспомогательные документы, используемые в работе:

- РД-22-01-97 «Требования к проведению оценки безопасности эксплуатации производственных зданий и сооружений поднадзорных промышленных производств и объектов» [106];

- МДС 13-20.2004 «Комплексная методика по обследованию и энергоаудиту реконструируемых зданий. Пособие по проектированию» [105].

1.2 Обзор нормативов по обследованию зданий и сооружений

Объектом технического регулирования в Федеральном законе № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [26] являются здания и сооружения любого назначения (в том числе входящие в их состав сети инженерно-технического обеспечения и системы инженерно-технического обеспечения), а также связанные со зданиями и с сооружениями процессы проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса). Настоящий Федеральный закон распространяется на все этапы жизненного цикла здания или сооружения.

Настоящий Федеральный закон принимается в целях:

- защиты жизни и здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;

- охраны окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений;

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

- предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей;
- обеспечения энергетической эффективности зданий и сооружений.

Добровольная оценка соответствия зданий и сооружений, а также связанных со зданиями и с сооружениями процессов проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса) осуществляется в форме негосударственной экспертизы результатов инженерных изысканий и проектной документации, авторского надзора, обследования зданий и сооружений, состояния их оснований, строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения и в иных формах, предусмотренных законодательством Российской Федерации.

Добровольная оценка соответствия зданий и сооружений, а также связанных со зданиями и с сооружениями процессов проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса) осуществляется в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

В перечне Постановления Правительства РФ № 1521, приводится ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния». Где указаны разделы обязательные к применению 1 и 6 (пункты 6.2.5, 6.2.6, 6.3.2, 6.3.3, 6.4.18, 6.4.19, 6.4.20), а также приложения – Б, В, К, Л.

В соответствии с разделом 1 область применения настоящего стандарта распространяется на проведение работ по:

- комплексному обследованию технического состояния зданий или сооружений для проектирования их реконструкции или капитального ремонта;
- обследованию технического состояния зданий и сооружений для оценки возможности их дальнейшей безаварийной эксплуатации или необходимости их восстановления и усиления конструкций;
- общему мониторингу технического состояния зданий и сооружений для выявления объектов, конструкции которых изменили свое напряженно-деформированное состояние и требуют обследования технического состояния;

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

- мониторингу технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строек и природно-техногенных воздействий, для обеспечения безопасной эксплуатации этих зданий и сооружений;

- мониторингу технического состояния зданий и сооружений, находящихся в ограниченно работоспособном или аварийном состоянии, для оценки их текущего технического состояния и проведения мероприятий по устранению аварийного состояния;

- мониторингу технического состояния уникальных, в том числе высотных и большепролетных, зданий и сооружений для контроля состояния несущих конструкций и предотвращения катастроф, связанных с их обрушением.

Настоящий стандарт является нормативной основой для контроля степени механической безопасности и осуществления проектных работ по повышению степени механической безопасности зданий и сооружений. Настоящий стандарт регламентирует требования к работам и их составу по получению информации, необходимой для контроля и повышения степени механической безопасности зданий и сооружений.

Согласно документу периодичность обследования необходимо проводить:

- не позднее чем через два года после их ввода в эксплуатацию;

- обследование технического состояния зданий и сооружений проводится не реже одного раза в 10 лет и не реже одного раза в пять лет для зданий и сооружений или их отдельных элементов, работающих в неблагоприятных условиях (агрессивные среды, вибрации, повышенная влажность, сейсмичность района 7 баллов и более и др.);

- для уникальных зданий и сооружений устанавливается постоянный режим мониторинга;

- по истечении нормативных сроков эксплуатации зданий и сооружений;

- при обнаружении значительных дефектов, повреждений и деформаций в процессе технического обслуживания, осуществляемого собственником здания (сооружения);

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

- по результатам последствий пожаров, стихийных бедствий, аварий, связанных с разрушением здания (сооружения);
- по инициативе собственника объекта;
- при изменении технологического назначения здания (сооружения);
- по предписанию органов, уполномоченных на ведение государственного строительного надзора.

Результаты обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений в виде соответствующих заключений должны содержать достаточные данные для принятия обоснованного решения по реализации целей проведения обследования или мониторинга.

СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» [107], предназначены для применения при обследовании строительных конструкций зданий и сооружений жилищного, общественного, административно-бытового и производственного назначения с целью определения их технического состояния, а также могут быть использованы при решении вопросов о пригодности жилых домов для проживания в них.

Правила регламентируют процедуру проведения обследования строительных конструкций, определяют принципиальную схему и состав работ, позволяющих объективно оценить техническое состояние, фактическую несущую способность конструкций и, в случае необходимости, принять обоснованные технические решения по ремонтно-восстановительным мероприятиям или способам усиления.

Необходимость в проведении обследовательских работ, их объем, состав и характер зависят от поставленных конкретных задач. Основанием для обследования могут быть следующие причины:

- наличие дефектов и повреждений конструкций (например, вследствие силовых, коррозионных, температурных или иных воздействий, в том числе неравномерных просадок фундаментов), которые могут снизить прочностные, деформативные характеристики конструкций и ухудшить эксплуатационное состояние здания в целом;

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16

- увеличение эксплуатационных нагрузок и воздействий на конструкции при перепланировке, модернизации и увеличении этажности здания;
- реконструкция зданий даже в случаях, не сопровождающихся увеличением нагрузок;
- выявление отступлений от проекта, снижающих несущую способность и эксплуатационные качества конструкций;
- отсутствие проектно-технической и исполнительной документации;
- изменение функционального назначения зданий и сооружений;
- возобновление прерванного строительства зданий и сооружений при отсутствии консервации или по истечении трех лет после прекращения строительства при выполнении консервации;
- деформации грунтовых оснований;
- необходимость контроля и оценки состояния конструкций зданий, расположенных вблизи от вновь строящихся сооружений;
- необходимость оценки состояния строительных конструкций, подвергшихся воздействию пожара, стихийных бедствий природного характера или техногенных аварий;
- необходимость определения пригодности производственных и общественных зданий для нормальной эксплуатации, а также жилых зданий для проживания в них.

В соответствии с РД-22-01-97 «Требования к проведению оценки безопасности эксплуатации производственных зданий и сооружений поднадзорных промышленных производств и объектов» [106]. Требования распространяются на строительные конструкции основных и вспомогательных производственных зданий и сооружений металлургических и коксохимических, химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих и горнорудных производств и объектов, устанавливают порядок и последовательность выполнения комплекса работ по определению технического состояния эксплуатируемых конструкций, перечень и объем технической документации, выдаваемой Специализированной организацией.

					ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Обследование конструкций с целью определения технического состояния и остаточного ресурса проводится в следующих случаях:

- обнаружения дефектов и повреждений (категории "А") при периодических и внеочередных осмотрах;
- после пожаров и стихийных бедствий;
- после аварии в цехе или в цехах аналогичных производств;
- по предписанию органов Госгортехнадзора России;
- при изменении технологии производства или его консервации;
- необходимости наличия заключения о состоянии промышленных зданий и сооружений для получения организацией лицензии на эксплуатацию производств и объектов;
- истечения сроков обследования или нормативных сроков эксплуатации;
- при изменении Владельца;
- при страховании организации;
- для определения экономической целесообразности ремонта или реконструкции;
- при увеличении нормируемых природно-климатических воздействий (сейсмические, снеговые, ветровые воздействия).

МДС 13-20.2004 «Комплексная методика по обследованию и энергоаудиту реконструируемых зданий. Пособие по проектированию» [105]. В пособии отражены основные способы и приемы обследования зданий и сооружений. Подробно описаны методы обследования железобетонных, металлических и деревянных конструкций, а так же особенности обследования основных видов ограждающих конструкций (стены, покрытия, перекрытия, полы и т.д.). Описаны методы измерений деформаций конструкций и наблюдения за трещинами. Даны методы теплотехнических исследований ограждающих конструкций. Указаны приборы и оборудование для определения физико-технических характеристик материалов.

Особое внимание в работе уделено методическим указаниям проведения энергоаудита зданий — выявлению теплотехнических характеристик

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

ограждающих конструкций и обследованию инженерных систем зданий и технико-экономическому сравнению их эффективности. Проведение таких работ позволит выбрать оптимальное решение при реконструкции зданий с наименьшими энергозатратами при их дальнейшей эксплуатации.

Одним из важных моментов методики является новый раздел — обследование пожарной безопасности здания. В нем приведены основные положения обследования, целью которых является оценка выполнения требований противопожарной защиты зданий при их реконструкции. Рекомендован состав работ, необходимых как при оценке состояния конструкций и качества выполнения строительных противопожарных мероприятий, так и при оценке состояния инженерных систем и автоматических средств сигнализации и пожаротушения.

Приложения к пособию содержат большой перечень средств измерения при натуральных обследованиях, нормативных и инструктивных материалов. Применение данной методики позволит усовершенствовать работу специалистов проектно-изыскательских организаций и повысить качество получаемых результатов натуральных обследований.

1.3 Проблемы обследования зданий и сооружений

Обследование зданий и сооружений является одной из наукоёмких отраслей в строительстве. Это обусловлено необходимостью применения в ходе работ постоянно обновляющихся передовых технологий в области расчетов конструкций, испытания материалов, неразрушающего контроля и других видов диагностики.

Диагностика на основе визуального осмотра является одной из самых важных и кажется на первый взгляд простой и доступной. Но, несмотря на это, данный вид диагностики сопровождается рядом ошибок и нерешенных проблем. Наряду с этим, особое место занимает некорректное использование методов

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

инструментального контроля и нечеткое понимание границ и областей их применения.

1.3.1 Проблемы диагностики на основании визуального обследования

1. Определение категории технического состояния.

Визуальное обследование является частью полного комплекса работ по обследованию конструкций, но, не смотря на это, во многих случаях проведения только данного этапа работ будет достаточно для выполнения заданных целей. В [7] имеется следующая формулировка в п.5.1.13 «Если зафиксированная картина дефектов и повреждений позволяет выявить причины их возникновения, результаты визуального обследования могут быть достаточными для оценки технического состояния».

Оценка категории технического состояния на основе выявления дефектов и повреждений в конструкциях путем визуального осмотра является наиболее быстрым способом. Применение данного подхода позволяет определить категорию технического состояния путем сравнения параметров выявленных дефектов с нормируемыми, имеющимися в нормативной и методической литературе, либо на основании субъективного мнения эксперта.

С другой стороны, данный подход согласно требованиям [107] позволяет определить только предварительную категорию технического состояния, иными словами, поставить «диагноз» в первом приближении.

Это обусловлено следующими факторами:

- дефекты могут быть скрытыми (коррозия арматуры в бетоне, трещины и поры в сварных швах и т.д.) – в данном случае визуальное обследование будет бесполезным;
- из-за наличия скрытых работ (отделка, фундаменты, балки перекрытий, скрытые полон или потолком и т.д.) – невозможно полностью осмотреть обследуемые конструкции;
- не всегда имеющиеся в конструкции дефекты однозначно соответствуют тому или иному техническому состоянию, в том числе аварийному;

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		20

- при отсутствии визуально определяемых дефектов и повреждений, имеет место аварийное состояние (например, в предварительно напряженных конструкциях при отсутствии запредельных трещин, прогибов и в тоже время при возможности хрупкого разрушения);

- в нормативной и методической литературе категории технического состояния не соответствуют друг другу (по количеству и по наименованиям).

Вследствие вышеуказанных причин, поверочный расчет – наиболее достоверный метод оценки категории технического состояния.

Несмотря на указанные недостатки, определение состояния на основании выявления внешних признаков остается наиболее универсальным и часто применяемым методом. Данный подход не требует использования сложного дорогостоящего оборудования. Для его реализации необходимо иметь соответствующую квалификацию и опыт, то есть знать основные дефекты и повреждения конструкций, а также причины их возникновения.

Основной ценностью визуального обследования является возможность быстрого распознавания аварийной ситуации и своевременного предотвращения негативных последствий (обрушений, аварий и т. п.) без выполнения сложных, длительных, дорогостоящих инструментальных измерений и поверочных расчетов.

2. Подготовка специалистов к работе

На качество обследования оказывает влияние физико-психологическое состояние эксперта и подготовленность к проведению работ по визуальному обследованию конструкций.

В процессе осмотра конструкций сторонние факторы, которые могут отвлекать эксперта от поиска дефектов и повреждений, должны быть снижены до минимума. Среди сторонних факторов можно отметить: температурный комфорт, усталость, сонливость, голод, психологическое раздражение и др. В процессе проведения осмотра необходимо постоянно думать о дефектах, которые могут быть выявлены в данной конструкции, в противном случае диагностика может превратиться в «прогулку» по строительному объекту.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		21

Специалисты, выполняющие визуальное обследование должны иметь профильное образование и опыт в обследовании конструкций (желательно не менее 3 лет). Крайне желательно, чтобы работа выполнялась бригадой, состоящей не менее чем из двух человек, с разделением обязанностей между ними. Допустимо, чтобы осмотр вел ведущий эксперт, а младший сотрудник выполнял фотофиксацию или графическую часть. Однако, лучшим вариантом будет бригада состоящая из двух опытных специалистов, которые помимо только фиксации смогут непосредственно на объекте вести обсуждение ряда вопросов, связанных с диагностикой (отнесение дефекта к той или иной группе, причинно-следственные связи, значимость дефектов в конкретной ситуации и пр.).

3. Доступ к отдаленным конструкциям

Наиболее часто применяемые средства для доступа к отдаленным конструкциям:

1. Механизированные средства – лестница, мостовой кран, автовышка (до 45 м), инвентарные леса и вышки-туры (до 20 м), подъемники ножничные (до 16 м), прицепные (до 26 м), стреловые (до 40 м);

2. Промышленный альпинизм;

3. Оптические и другие средства – фотоаппарат с длиннофокусным объективом, бинокль и зрительная труба, беспилотные летательные аппараты (квадрокоптер).

При подготовке к визуальному обследованию, особое внимание необходимо уделить решению проблемы доступа к конструкции (ее участку), расположенному на отдалении. Для решения данной проблемы могут быть использованы два основных пути:

- Перемещение специалиста непосредственно к участку конструкции или на более близкое расстояние;

- Использование оптической и другой техники для дистанционного осмотра.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		22

В цехах производственных и складских зданий наиболее удобным средством доступа к конструкциям является мостовой кран.

Используя данный механизм, имеющий, как правило, площадку для обслуживания, можно существенно сократить расстояние до обследуемых конструкций (элементов покрытия, подкрановых балок, верхних участков колонн и стен, и др.). Однако полностью проблему данный способ не решает, так как во многих промышленных зданиях расстояние от площадки крана до верха конструкций покрытия превышает 3 м. Поэтому при необходимости прямого доступа помимо крана потребуются дополнительное оборудование (лестница, промышленный альпинизм и пр.).

Самым простым, дешевым и, что немало важно, мобильным средством являются лестницы: стремянки, приставные и выдвижные. Лестницы можно использовать там, где другие более громоздкие устройства установить невозможно. Однако существенным ограничением при использовании лестниц является высота подъема, которая, как правило, составляет 6-9 м. Лестницы с высотой подъема до 15 м имеют большую массу (до 60 кг) и меньшую маневренность.

Удобным средством, позволяющим подняться на большую высоту, являются вышки-туры. При наличии ровного основания (пола) и отсутствия препятствий с помощью вышки туры можно обследовать отдаленные конструкции с высокой производительностью. Основными недостатками данного средства доступа являются подъем только по вертикали (относительно участка установки) и трудоемкость сборки-разборки, особенно при работе на большой высоте.

Для доступа на большую высоту, а также при необходимости существенного перемещения в горизонтальном направлении необходимо использовать автомобильные вышки или другие автономные подъемники. Среди ограничений в эксплуатации таких устройств можно отметить необходимость наличия следующего:

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		23

- въезда внутрь здания (подъезда к зданию) и площадки для маневрирования соответствующих размеров;
- ровного покрытия пола или дорог (для большинства подъемников);
- источника подзарядки и времени на данную процедуру (для аккумуляторных подъемников);
- возможности работы двигателя внутреннего сгорания (невозможно для большинства закрытых помещений).

Обособленное место среди средств доступа к конструкциям, расположенным на высоте, является промышленный альпинизм. К достоинствам данного метода относятся непосредственный доступ к участку осмотра (при необходимости можно выполнить различные инструментальные измерения), а также отсутствие ограничения по высоте (желателен доступ на верхнюю точку объекта, с которой выполняется спуск). К основному недостатку использования промышленного альпинизма необходимо отнести то, что для проведения квалифицированного обследования альпинист одновременно должен быть экспертом по строительным конструкциям, что встречается довольно редко. Чаще работы выполняет высотник, фотографируя (снимая на видеокамеру) обследуемый участок, а затем передавая фото (видео) материалы с комментариями эксперту обследователю «на земле». К сожалению, такая схема работы далека от идеала. В дополнение можно отметить низкую производительность метода альпинизма по сравнению с другими, например применением оптических средств для осмотра.

Нельзя не отметить схемы работы, при которых эксперт не приближается к объекту контроля, и производит осмотр с расстояния, используя оптические средства или беспилотный летательный аппарат.

К достоинствам такого подхода можно отнести большую производительность работ и практически неограниченную дальность до объекта (при использовании квадрокоптера). Явный недостаток метода – это отсутствие прямого доступа к объекту контроля, что, во-первых, делает

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		24

невозможным проведение каких-либо прямых измерений, а во-вторых, не позволяет эксперту «прикоснуться» к конструкции, а это во многих случаях является решающим для правильной диагностики.

Дополнительной проблемой при использовании оптических средств является обеспечение достаточной освещенности участка контроля. При осмотре конструкций снаружи здания данная проблема, как правило, не возникает и ограничивается лишь временем суток. В цехах предприятий, где высота от пола до покрытия составляет 10 м и более, конструкции обычно не освещаются, так как осветительные приборы расположены ниже и направлены в сторону рабочей зоны. Таким образом, конструкции покрытия находятся в теневой зоне и их осмотр с уровня пола при помощи зрительной трубы или бинокля без дополнительного освещения будет неэффективен. Использование в таких условиях беспилотного летательного аппарата существенно осложняется наличием большого количества препятствий (решетки ферм, связей, сетей и пр.), что не только затрудняет работу, но и может привести к выходу устройства из строя.

4. Доступ к обводненным конструкциям

Помимо проблем с доступом к отдаленным конструкциям на ряде объектов (в основном гидротехнических) необходимо решать проблемы, связанные с наличием водной преграды или затоплением элементов. Если речь идет о подводной части гидротехнических сооружений, то наиболее эффективным способом является привлечение к работе водолазов. В данном случае, как и в ситуации с промышленным альпинизмом, описанной выше, необходимо понимать, что специалист – водолаз не может заменить эксперта по строительным конструкциям. В идеале это должен быть один человек: эксперт-водолаз. К сожалению, не так много специализированных организаций, в штате которых есть такие универсальные сотрудники.

Кроме использования водолазов доступ к подводной части сооружений может осуществляться из гермокамер, батискафов и других

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		25

подводных аппаратов. Однако привлечение спецтехники существенно увеличивает срок и стоимость производства работ, а в ряде случаев невозможно по различным причинам.

Для обследования надводной части гидротехнических сооружений используются более заурядные плавательные средства: лодки, катера и прочие. В ряде случаев работа может выполняться при помощи промышленного альпинизма.

Обследование емкостных сооружений, таких как резервуары, отстойники и пр., обычно не сопровождается проблемами доступа. Опорожнение таких конструкций является нормальным режимом их эксплуатации и требует в большей степени решения организационных вопросов, нежели технических.

Обособленная проблема, связанная с обводненностью возникает, когда затопленными оказываются заглубленные помещения, нормальный режим эксплуатации которых – сухой. Речь идет о затопленных подвалах (убежищах, подземных этажах и пр.), доступ в которые для проведения визуального осмотра оказывается затрудненным. В большинстве случаев, когда уровень воды от пола подвала не высок (не более 1,0 м) проблема решается при помощи резиновых сапог или штанов. При большей глубине затопления, которая на некоторых объектах может достигать 2 м и более, необходимо выполнять откачку воды погружными насосами или помпой. В случаях, если приток воды слишком большой и понизить уровень воды до требуемого не удастся, необходимо использовать средства, применяемые для гидротехнических сооружений: лодки, водолазов и пр.

5. Обследование скрытых конструкций

Имеется еще одна существенная проблема, снижающая в ряде случаев эффективность работ по визуальному обследованию. Это недоступность конструкции для осмотра, ввиду наличия отделочного слоя.

Основы устранения данной проблемы заложены в [26] и должны учитываться на этапе проектирования. В [26] указано, что в рабочей документации необходимо предусмотреть доступ к элементам строительных

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		26

конструкций, к сетям и системам инженерно-технического обеспечения для определения необходимых параметров в момент обследования, а также параметров материалов, изделий и устройств, в процессе его строительства и эксплуатации. К сожалению, на практике не всегда уделяется этому должное внимание.

Применение несъемных материалов в качестве отделки, без учета выборочного доступа к несущей конструкции для осмотра, делают практический бесполезной работу эксперта по обследованию. Диагностика повреждений и дефектов на ранней стадии невозможна. Решить данную проблему можно только на стадии проектирования, предусмотрев смотровые отверстия или заложить в проект применение съемных отделочных материалов, что позволит свободный доступ для осмотра наиболее ответственных конструкций.

В реальных условиях обследования возможность решения проблемы во многом зависит от заказчика, его готовности к выполнению работ по вскрытиям отделочных слоев для осмотра скрытых конструкций. К сожалению, с пониманием в решении данного вопроса приходится встречаться не часто.

1.3.2 Проблемы применения методов инструментального контроля

На сегодняшний день существует множество методов неразрушающего контроля, основанных на различных физических явлениях. Парк приборов российского и зарубежного производства весьма разнообразен. Научно-техническая литература полна информацией описывающей основы методов контроля и опыт их применения. При всем этом, к сожалению, приходится констатировать, что реальное применение методов неразрушающего контроля в практике обследования весьма ограничено.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		27

Для достоверного определения параметров конструкционных материалов в большинстве случаев необходим отбор проб с последующими лабораторными испытаниями.

Для выявления действительных причин образования дефектов и повреждений во многих случаях решающим методом диагностики будет вскрытие конструкций.

1. Определение прочности бетона

Несмотря на требования нормативных документов, которые ограничивают возможность использования методов и приборов для определения и контроля прочности бетона, за последнее время возросла их доступность, и применяются они в том или ином объеме.

Необходимо уточнить, что речь здесь идет только о прочности бетона на сжатие и далее под «прочностью» понимается именно этот параметр бетона.

Исследования прочности бетона существующих конструкций должны выполняться по требованиям [109, 110, 111, 112]. Условно все применяемые методы можно разделить на 3 группы:

1. Разрушающие, путем отбора проб – высверливание, выпиливание;
2. Неразрушающие, косвенные – пластическая деформация, упругий отскок, ударный импульс, ультразвук, отрыв;
3. Неразрушающие, прямые – скалывание ребра, отрыв со скалыванием.

Истинному значению прочности бетона наиболее соответствуют результаты, полученные по первой группе. Здесь измеряется усилие, которое соответствует разрушению при сжатии. Образец берется из тела конструкции, а не с поверхностного слоя, поэтому влияние внешних факторов можно свести к минимуму. Однако высокая стоимость исследований, трудоемкость и локальное повреждение конструкции (в некоторых случаях недопустимых) – все это обуславливает редкое применение данного метода.

В неразрушающих методах достаточно наличия прибора контроля. Трудоемкость состоит непосредственно из измерений того или иного параметра

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

(отскок, скорость ультразвука, диаметр отпечатка и пр.) в процессе выполнения надлежащего количества измерений.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что методы второй группы характеризуются очевидными преимуществами. Они обладают наименьшей трудоемкостью и, соответственно, стоимостью единичного испытания.

Величина инвестиций в приобретение оборудования также минимальна по сравнению с методами 1 и 3 групп. Помимо этого все косвенные методы контроля являются полностью «неразрушающими» и не наносят повреждений бетону конструкций при измерениях.

Именно эти факторы являются основной причиной большой популярности методов группы 2 у различных организаций, занимающихся обследованием и испытаниями бетона. Особенно это относится к фирмам, стремящимся максимально минимизировать расходы на оборудование, либо организациям, только начинающим работать в сфере обследования.

Рассмотрим другую сторону проблемы. Согласно п. 4.4 [111], «прочность бетона в конструкциях определяют по экспериментально установленным градуировочным зависимостям». Применение методов упругого отскока, ударного импульса или пластической деформации при обследовании конструкций, бетон которых обладает параметрами, отличающимися от бетона, на котором построена градуировочная зависимость (то есть всегда), возможно только с уточнением данной зависимости. Уточнение зависимости подразумевает обязательное испытание бетона методами группы 1 или 3.

Согласно требованиям п. 5.5. [109] «контроль прочности бетона косвенными неразрушающими методами проводят с обязательным использованием градуировочных зависимостей, предварительно установленных в соответствии с требованиями [111] и [112]».

По требованиям п. 8.3.1 и Приложения Б [107], определение прочности бетона выполняется неразрушающими методами в соответствии с [111]. Без построения градуировочной зависимости прочность может быть

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		29

определена только методами отрыва со скалыванием, отрыва, скалывания ребра, а также по испытанию отобранных образцов.

Обобщая вышесказанное, применять все методы контроля прочности, входящие в группу 2, без построения или уточнения градуировочной зависимости нельзя, а построение зависимости ведет к неизбежному использованию методов группы 1 или 2.

Рассмотрим, чем вызвано такое категоричное требование норм по отношению к косвенным неразрушающим методам контроля.

Во-первых, это большая неопределенность (погрешность) результатов измерения фиксируемого параметра. Помимо наличия приборной составляющей погрешности (износ пружины, низкий заряд аккумуляторов и т. п.), которая вносит определенный вклад в результирующую погрешность, преобладающую роль играет влияние многочисленных внешних факторов. К ним относятся:

- качество обработки поверхности бетона;
- наличие дефектов в зоне измерения (скрытых и явных – микротрещины, поры, каверны, расслоения и т. п.);
- включения крупного заполнителя;
- наличие арматуры в зоне измерения;
- повреждение поверхностного слоя (увлажнение, размораживание, промасливание, карбонизация и другие виды коррозии);
- сила прижатия датчика (для ультразвукового метода);
- другие факторы.

Все перечисленные факторы в определенном сочетании имеют место всегда, а минимизация их влияния либо невозможна, либо снижает производительность измерений в разы (например, предварительная шлифовка участка измерения).

Во-вторых, даже при сведении к минимуму влияния внешних факторов путем тщательной подготовки и проведения исследований, а также статистической обработки результатов измерений и отбраковки их

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		30

части, полученный результат не может быть использован без частной градуировочной зависимости для конкретного исследуемого бетона.

Установление градуировочной зависимости, например, для ультразвукового метода, по требованиям п. 6.5 [112] подразумевает испытание не менее 12 участков конструкций. На большинстве объектов среднего масштаба, а также при выборочном обследовании бетонных конструкций выполнение такого количества прямых испытаний сводит к нулю необходимость применения неразрушающих методов вообще. Помимо этого, получить согласование заказчика на повреждение конструкций (неизбежное при испытаниях) в таком объеме на эксплуатируемых объектах получается не всегда.

Необходимо отметить, что на практике, даже при соблюдении минимального количества образцов для построения градуировочной зависимости, найденная зависимость может оказаться не удовлетворяющей требованиям норм по статистическим параметрам оценки (допустимое среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации). Таким образом, выполненная исследовательская работа может оказаться бесполезной.

Тем не менее, применять косвенные методы неразрушающего контроля можно. Это целесообразно в случаях, когда:

- нет необходимости определять прочность бетона (например, для расчета), а необходимо только оценить ее значение и использовать как один из ряда факторов, характеризующих техническое состояние конструкции;

- необходимо качественно выявить зоны неоднородности прочности бетона для дальнейшего применения методов групп 1 и 3 в этих зонах;

- есть возможность и необходимость выполнения комплексных работ и построения частной градуировочной зависимости согласно требованиям ГОСТов.

2. Определение армирования железобетонных конструкций

Наиболее удобным и широко известным методом, используемым для определения расположения арматуры в бетоне, является магнитный метод

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31

неразрушающего контроля, регламентируемый ГОСТ 22904-93. Имеется большое разнообразие приборов, реализующих данный метод, начиная от бытовых металлодетекторов стоимостью от 2 тыс. руб. и заканчивая сложными автоматизированными комплексами стоимостью более 1 млн. руб. К линейке распространенных в России приборов относятся ИПА-МГ4 (Стройприбор), Поиск (Интерприбор), Profoscope (Proceq), Ferrosan (Hilti) и другие. Несмотря на большой выбор и диапазон цен на приборы, указанную задачу все они решают примерно с одинаковой эффективностью. Отличие более дорогостоящих средств измерения, как правило, заключается в большей чувствительности и глубине определения арматурных стержней, а также улучшенном интерфейсе и более сложной обработке данных. На рядовом объекте (например, стена или перекрытие, армированное сеткой с защитным слоем 3...5 см) найти арматуру в бетоне и нанести ее проекцию на поверхность с погрешностью до 1...2 см можно практически любым из приборов. В то же время, при густом армировании конструкций и расположении арматуры в несколько рядов, погрешность измерения существенно возрастет при использовании любого из электромагнитных приборов.

Рентгеновский метод, регламентируемый ГОСТ 17625-83 «Конструкции и изделия железобетонные. Радиационный метод определения толщины защитного слоя бетона, размеров и расположения арматуры» и описываемый в технической литературе второй половины прошлого века, на сегодняшний день в отечественной практике широкого применения не нашел. Это связано с повышенными эксплуатационными затратами, сопровождающими его реализацию (дорогостоящее оборудование, повышенные требования по технике безопасности использования и хранения, и др.) при малой эффективности применения на рядовых объектах. Точность исследования параметров сопоставима с магнитным и другими методами, однако необходим двухсторонний доступ к конструкции, а большая погрешность измерения при густом армировании не устраняется.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		32

При этом, необходимо отметить, что в зарубежных исследованиях метод изредка применяется.

Альтернативой магнитному методу НК являются все чаще используемые в последнее время методы ультразвуковой томографии и георадиолокации. Однако, в отличие от магнитного, применение данных методов на практике требует не только приобретения существенно более дорогостоящего оборудования (стоимость, как правило, превышает 1 млн. руб.), но и высокой квалификации и опыта специалистов. При этом результат измерений в случае густого армирования конструкций также сопровождается высокой погрешностью и ошибками.

При большом разнообразии применяемых методов НК наиболее достоверным и универсальным методом является определение расположения арматуры путем вскрытия защитного слоя. В случае густого многослойного расположения арматуры в конструкции, одностороннего доступа, большого защитного слоя только данным способом можно достоверно определить количество и расположение стержней. Очевидно, что недостатками разрушающего метода являются высокая трудоемкость, избирательность контроля и неизбежное нарушение целостности конструкций.

1.4 Вывод по разделу

К написанию заключения по результатам технического обследования необходимо привлекать высококвалифицированных экспертов, имеющих большой опыт обследования, разбирающихся в дефектах и повреждениях, их влияния на работу конструкции и причинах их появления, а так же методах их устранения.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		33

2 ПАТЕНТНЫЙ ПОИСК ПО МЕТОДАМ ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПО ТРИЗ

В данном разделе показаны результаты самостоятельного поиска и изучения патентов на изобретения в интересующей нас области исследования.

Сейчас проводить поиск гораздо удобнее – раньше это было возможно сделать только в специализированных патентных библиотеках, «вручную». Однако, нынешняя простота поиска – только кажущаяся в силу большого количества и сложности электронных баз данных, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Патентный поиск в известном уровне техники позволяет предотвратить напрасные затраты или свести их к минимуму при подаче заявки. Кроме того, патентный поиск позволяет определить общее состояние исследований в интересующей области. Анализ результатов поиска позволяет составлять прогнозы, выявлять тенденции будущего развития изобретения и его аналогов и отрасли, в целом.

Патентный поиск произведен с помощью специальных электронных информационно-поисковых систем (ФИПС, Банк Патентов). В рамках настоящего исследования объектом патентного поиска являются: изобретения, относящиеся к строительству, а конкретно в области обследования зданий и сооружений; изобретения, повышающие эксплуатационную надежность зданий; предлагаемые способы и методы обследования строительных конструкций зданий; определение и повышение точности измерений регистрируемых параметров.

Данный поиск связан с выполнением научно-исследовательской работы, являющейся основанием для данного поиска, где проводилось исследование новизны разрабатываемого способа, а именно к оценке и прогнозированию технического состояния железобетонных ребристых плит.

Результаты поиска приведены ниже с описанием сути патента.

Номер документа: RU2672532C2

					ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Наименование патента: Способ и система мониторинга технического состояния строительных объектов

Авторы: А.М. Шахраманьян, Ю.А. Колотовичев, Д.А. Мозжухин

Патентообладатель: ООО «СОДИС ЛАБ»

Описание:

Изобретение относится к области автоматизированных систем мониторинга технического состояния зданий и сооружений и может быть использовано при проектировании и эксплуатации зданий и сооружений.

Технический результат заключается в повышении достоверности определения конструкций, находящихся в аварийном или предаварийном состоянии, повышении точности определения состояния контролируемых конструкций и объекта в целом и возможности взаимоувязанного анализа измерений с различных приборов, повышении быстродействия.

Формула изобретения

1. Способ мониторинга технического состояния строительных объектов, включающий выбор из несущих конструкций строительного объекта контролируемых элементов строительного объекта, по состоянию которых возможно вынесение суждения о техническом состоянии строительного объекта, формирование множества параметров, характеризующих состояние каждого из выбранных контролируемых элементов, определение интервалов значений контролируемых параметров, при которых состояние соответствующих контролируемых элементов характеризуется как выход за пределы допустимого с градацией значений, находящихся на границах и внутри таких интервалов по степени угрозы утраты контролируемым элементом способности выполнять свое назначение, регистрацию значений выходных сигналов датчиков, установленных на контролируемых элементах, их обработку и вычисление контролируемых параметров для каждого из контролируемых элементов по обработанным зарегистрированным значениям выходных сигналов, характеризующих состояние контролируемого элемента,

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		35

сравнение полученных текущих значений контролируемых параметров для каждого из контролируемых элементов с пороговыми значениями, определяющими границы интервалов допустимых значений и с пороговыми значениями внутри таких интервалов, обеспечивающими возможность градации степени выхода значения параметра за пределы его допустимого значения, идентификацию состояния контролируемых элементов на основании анализа того из характеризующих его параметров, значения которого имеют наибольшие отклонения от допустимых значений, вынесение суждения о состоянии строительного объекта на основании информации о состоянии контролируемых элементов, отображение в наглядной форме мониторинговой информации и результатов оценки состояния каждого из контролируемых элементов и строительного объекта в целом.

2. Система мониторинга технического состояния строительных объектов включает блок датчиков, блок регистрации измерений, осуществляющий регистрацию измерений, поступающих с блока датчиков, блок расчета контролируемых параметров, осуществляющий вычисление контролируемых параметров по результатам измерений, блок аналитической обработки, осуществляющий определение состояний контролируемых параметров путем сравнения с пороговыми значениями и определение состояний контролируемых конструкций и/или строительного объекта в целом на основании выбора худшего состояния соответствующих контролируемых параметров, блок отображения мониторинговой информации, осуществляющий отображение в наглядной форме результатов оценки отдельных контролируемых элементов и/или строительного объекта в целом.

Номер документа: RU2460981C2

Наименование патента: Способ мониторинга и прогнозирования технического состояния строительных объектов

Автор и патентообладатель: А.М. Шахраманьян.

Описание:

					ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Изобретение относится к области автоматизированных систем мониторинга технического состояния строительных объектов и может быть использовано при их проектировании, строительстве и эксплуатации.

Технический результат заключается в повышении быстродействия мониторинга технического состояния строительного объекта и повышении его точности.

Формула изобретения:

1. Способ мониторинга и прогнозирования технического состояния строительных объектов, включающий определение контролируемых элементов строительного объекта на основании анализа угроз, и /или конструктивных особенностей, и /или местоположения, и /или внешних воздействий, и /или анализа напряженно-деформированного состояния строительного объекта, формирование симметричных пар контролируемых элементов строительного объекта и /или их частей, определение контролируемых параметров, отображающих состояния сформированного множества контролируемых элементов и /или их частей, определение набора измеряемых параметров, на основании которых возможно определение контролируемых параметров, определение допустимых значений или интервалов допустимых значений контролируемых параметров, в соответствии с которыми определяют техническое состояние объекта, измерение для симметричных контролируемых элементов строительного объекта и /или их частей параметров, на основании которых определяют абсолютные и относительные значения контролируемых параметров, сравнение абсолютных значений контролируемых параметров с их допустимыми значениями или интервалами допустимых значений, а относительных контролируемых параметров с допустимой погрешностью измерений; суждение по результатам сравнения, полученным на начальном интервале времени, об адекватности математической модели объекта, при вынесении суждения по результатам сравнения о неадекватности коррекция математической модели объекта, прогнозирование значения контролируемых параметров на основе построения

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		37

трендовых зависимостей, их изменения во времени и их экстраполяции на заданный промежуток времени, сравнение прогнозируемых значений контролируемых параметров с их допустимыми значениями или интервалами допустимых значений, формирование выводов о текущем техническом состоянии объекта на основе сравнения абсолютных значений контролируемых параметров с их допустимыми значениями или интервалами допустимых значений и /или изменения относительных контролируемых параметров и о прогнозируемом техническом состоянии объекта на основе сравнения прогнозируемых значения контролируемых параметров с допустимыми значениями этих параметров, заданными в виде конкретных величин или интервалов.

2. Способ мониторинга и прогнозирования технического состояния строительных объектов (зданий и сооружений) по п.1, отличающийся тем, что выводы о текущем техническом состоянии объекта представляются в виде сообщений о выходе контролируемых или прогнозируемых параметров за пределы допустимых значений или интервалов таких значений.

3. Способ мониторинга и прогнозирования технического состояния строительных объектов (зданий и сооружений) по п.1 или 2, отличающийся тем, что выводы о выходе текущего или прогнозируемого состояния объекта за пределы допустимых значений или интервалов таких значений передаются эксплуатационной или диспетчерской службам объекта и /или города для принятия соответствующих мер по предотвращению ухудшения технического состояния объекта.

Номер документа: RU2327136C1

Наименование патента: Способ контроля наличия отслоений арматуры в железобетонных изделиях

Авторы: Ю.А. Калинин, В.И. Подольский, Л.В. Второва, Ф.А. Калинин, Д.В. Санников

Патентообладатель: ООО «Научно-производственное предприятие «Метакон»

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		38

Описание:

Изобретение относится к неразрушающему виброакустическому контролю и может быть использовано для диагностики наличия отслоений стальной арматуры в железобетонных изделиях.

Сущность заключается в том, что осуществляют возбуждение в арматурных стержнях изгибных колебаний со ступенчато изменяющейся частотой с заданным временем выдержки и фиксацией амплитуды колебаний на каждой ступени, при этом появление на амплитудно-частотной характеристике резонансных частот, находящихся в килгерцовой области, свидетельствует о наличии отслоений арматуры. Возможность оценки наличия или отсутствия отслоений арматуры в железобетонных изделиях без использования эталонного образца.

Формула изобретения

Способ контроля наличия отслоений арматуры в железобетонных изделиях, включающий возбуждение в арматурных стержнях изгибных колебаний с изменяющейся частотой, отличающийся тем, что частоту колебаний изменяют ступенчато с заданным временем выдержки и фиксацией амплитуды колебаний на каждой ступени, при этом появление на амплитудно-частотной характеристике резонансных частот, находящихся в килгерцовой области, свидетельствует о наличии отслоений арматуры. Время колебаний на каждой ступени составляет от 0,5 до 2,5с, а частота колебаний меняется в пределах от 100 Гц до 20 кГц.

Номер документа: RU2473892C1

Наименование патента: Способ неразрушающего теплового контроля состояния арматуры в протяженных железобетонных изделиях

Авторы и патентообладатели: А.С. Колеватов, Д.В. Санников

Описание:

Изобретение относится к неразрушающему тепловому контролю и может быть использовано для контроля состояния протяженных железобетонных изделий, имеющих основную металлическую продольную несущую арматуру (например: опоры линий электропередач, балки, сваи, трубы и т.п.), применяемых

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		39

в различных отраслях хозяйства в процессе производства, строительства и эксплуатации.

Повышение эффективности и достоверности результатов контроля для оценки состояния арматуры.

Формула изобретения:

Способ неразрушающего теплового контроля состояния арматуры в протяженных железобетонных изделиях, имеющих основное продольное армирование, включающий установку тепловизионных систем с обзором контролируемого изделия или его части, тепловое нагружение изделия и бесконтактную регистрацию распределения температуры на его поверхности, отличающийся тем, что нагрев осуществляют импульсным пропусканием электрического тока по арматуре, а о состоянии арматуры и плотности ее заделки в бетоне контролируемого изделия судят по характеристикам распределения температурного поля на поверхности изделия и скорости их изменения в характерных зонах (точках) в процессе нагрева арматуры и последующего теплообмена.

Для нагрева арматуры на контролируемом участке изделия токоподводящие электроды подсоединяют к поверхности бетона. Железобетонные изделия, частично заглубленные в грунт, нагрев арматуры осуществляют по электрической схеме: источник тока - провод - арматура - грунт - заземлитель - провод - источник тока. Арматуру нагревают локально-индукционным способом без непосредственного контакта с арматурой или поверхностью бетона, перемещают локальную зону нагрева вдоль оси изделия при неизменной мощности и длительности нагревающего импульса и сравнивают характеристики температурного поля на различных участках поверхности изделий.

Номер документа: RU2178049C2

Наименование патента: Способ мониторинга трещин в строительных конструкциях

Авторы и патентообладатели: Л.Н. Репников, А.И. Мороз, В.С. Жашков,

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		40

А.А. Аникин

Описание:

Задачей изобретения являются повышение точности измерений, увеличение числа параметров, регистрируемых в процессе мониторинга, возможность оперативного определения опасных тенденций в динамике изменения трещин. Способ включает измерение приращений параметров трещины в ортогональных направлениях. Для этого с помощью монтажного шаблона на поверхности строительной конструкции устанавливают измерительные базы из размещенных в выносных кронштейнах упорных конусов. Упорные конусы обеспечивают точную установку с самоцентрировкой в рабочее положение индикатора часового типа, снабженного жестко закрепленными на концах упорного и выдвижного штоков втулками с коническими гнездами, обеспечивающими определение приращений параметров трещин.

Эффективность применения предлагаемого способа определяется следующими показателями. Во-первых, измерительное устройство, опоры, монтажный шаблон и даже хомуты и клинья являются инвентарными, ресурс использования которых может составить несколько сотен установок и последующих измерений. Во-вторых, способ может быть использован для проведения измерений как внутри помещений, так и снаружи, как при положительных, так и отрицательных температурах наружного воздуха и конструкции, т. е. в любое время года.

Высокая точность определения приращений дает возможность оперативно выполнить экспертизу тенденций динамики дефектов (трещин) в сжатые сроки, определяемые одними или несколькими сутками наблюдений, что важно в случае особо ответственных конструкций и сооружений.

Разработанный способ мониторинга имеет и другой временной крайний предел наблюдений, заключающийся в том, что интервалы между измерениями могут составлять месяцы и годы, что позволяет проводить наблюдения за состоянием конструкции в течение очень длительного времени, что является

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		41

значимым обстоятельством при оценке такого важного параметра, как ресурс работы обследуемого сооружения.

Важным достоинством способа является оперативное определение основного компонента вектора смещения одного берега дефекта относительно другого, определив который, можно не принимать во внимание другие компоненты вектора смещения, вклад которых незначителен.

Экономическая эффективность и практическая польза, удельный вес которой составляет главную часть эффективности, дает основание считать, что указанный способ, по меньшей мере, на порядок превосходит имеющиеся аналоги.

Формула изобретения:

Способ мониторинга трещин в строительных конструкциях, включающий жесткую установку с помощью монтажного шаблона опор инвентарной измерительной базы на поверхности строительной конструкции на разных берегах трещины, измерение индикатором часового типа расстояния между опорами с определением приращений параметров трещины, отличающийся тем, что измерение расстояния между опорами проводят в ортогональных направлениях, для чего устанавливают по крайней мере одну дополнительную измерительную базу, причем каждую измерительную базу выполняют с двумя опорами в виде упорных конусов из прочного материала, измерение производят индикатором часового типа, на концах упорного и выдвижного штоков которого закреплены втулки с коническими гнездами, в вершинах которых выполняют осевые каналы, причем конусность упорного конуса измерительной базы выполняют меньшей, чем конусность гнезда втулки штока индикатора.

Номер документа: RU2614189C1

Наименование патента: Способ неразрушающего контроля физического состояния зданий и сооружений

Авторы: Э.Б. Цхай, Д.Г. Копаница, Д.В. Лоскутова

Патентообладатель: ФГБОУ ВПО «ТГАСУ»

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		42

Описание:

Изобретение относится к методам неразрушающего контроля физического состояния здания или сооружения посредством измерения амплитуды и частоты их колебаний под воздействием регулируемого вибрационного источника и может быть использовано для определения динамических характеристик и сейсмостойкости зданий и сооружений.

В пробуренную скважину под зданием или сооружением или вблизи от них устанавливают рукав высокого давления, заглушенный с одного конца и присоединенный другим концом к гидрообъемному генератору. Регулируемое виброимпульсное воздействие на грунт под зданием создают путем изменения давления рабочей жидкости, подаваемой в рукав высокого давления. Колебания здания или сооружения регистрируют трехкомпонентными вибродатчиками, которые устанавливают вблизи контролируемого объекта или внутри него. Заключение о физическом состоянии здания или сооружения производят на основании сравнения измеренных динамических характеристик здания или сооружения до и после виброимпульсного воздействия.

Повышение точности оценки физического состояния здания или сооружения при виброимпульсном воздействии на прилегающий грунт.

Формула изобретения:

Способ неразрушающего контроля физического состояния зданий и сооружений, согласно которому на грунт оказывают управляемое виброимпульсное воздействие путем изменения давления рабочей жидкости внутри упругой трубчатой оболочки, а рабочую жидкость подают из гидрообъемного генератора, отличающийся тем, что в качестве упругой трубчатой оболочки используют рукав высокого давления, который заглушенным концом плотно устанавливают в пробуренную наклонную или вертикальную скважину вблизи здания или сооружения или под ними, при этом виброимпульсное воздействие оказывают непосредственно на грунт через стенки рукава высокого давления, кроме этого вблизи здания или сооружения и/или внутри них дополнительно размещают трехкомпонентные вибродатчики, с

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		43

помощью которых регистрируют динамические характеристики здания или сооружения до и после виброимпульсного воздействия, после чего полученные динамические характеристики сравнивают и делают заключение о физическом состоянии контролируемого здания или сооружения.

Способ отличается тем, что заданную частоту виброимпульсного воздействия на грунт обеспечивают путем изменения частоты вращения вала гидрообъемного генератора, а для подачи рабочей жидкости в рукав высокого давления используют гидрообъемный генератор с закрепленным на валу эксцентриком, а величину объема подаваемой рабочей жидкости изменяют за счет изменения величины эксцентриситета эксцентрика.

Номер документа: RU2478734C1

Наименование патента: Мигрирующий ингибитор коррозии стальной арматуры в бетоне

Авторы: Н.Н. Андреев, И.А. Гедвилло, А.С. Жмакина, Ю.И. Кузнецов, Н.К. Розенталь, Е.В. Старовойтова, В.Ф. Степанова

Патентообладатель: ФБГОУ «ИФХЭ РАН»

Описание:

Изобретение относится к области защиты черных металлов от коррозии с помощью ингибиторов. Ингибитор содержит соль бензойной кислоты или замещенной бензойной кислоты 15-75 мас.%, поверхностно-активное вещество 1-15 мас.% и соль дикарбоновой кислоты 15-75 мас.%. Технический результат: повышение эффективности защиты от коррозии стальной арматуры в бетоне с высоким содержанием хлоридов. 1 з.п. ф-лы, 2 табл.

Изобретение относится к технике защиты черных металлов от коррозии с помощью ингибиторов и может быть использовано для защиты стальной арматуры железобетонных изделий.

Формула изобретения:

1. Мигрирующий ингибитор коррозии стальной арматуры в бетоне, содержащий соль бензойной кислоты или замещенной бензойной кислоты,

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

поверхностно-активное вещество, отличающийся тем, что он дополнительно содержит соль дикарбоновой кислоты при следующем соотношении компонентов, мас. %:

соль бензойной кислоты или замещенной бензойной кислоты	15-75
поверхностно-активное вещество	1-10
соль дикарбоновой кислоты	15-75

2. Ингибитор по п.1, отличающийся тем, что в качестве соли дикарбоновой кислоты используют соли предельных дикарбоновых - $(\text{CH}_2)_n(\text{COOH})_2$, где $n=1-8$, или ароматических кислот - фталевой, изофталевой или терефталевой.

Использование предлагаемого ингибитора позволит существенно увеличить сроки службы железобетонных конструкций и сооружений и упростит их ремонт.

Номер документа: RU2001125504A

Наименование патента: Способ контроля расположения арматуры и определения величины защитного слоя бетона в железобетонных конструкциях

Автор: А.И. Сагайдак

Патентообладатель: ГУП «НИИЖБ»

Описание и формула изобретения:

Способ контроля расположения арматуры и определения величины защитного слоя бетона в железобетонных конструкциях, включающий размещение датчиков на поверхности бетона конструкции, определение параметра координат расположения арматуры в теле бетона, отличающийся тем, что на поверхности бетона по объему конструкции размещают локационную группу датчиков акустической эмиссии, производят локальное разрушение поверхностного слоя бетона и регистрацию объемных координат источников акустической эмиссии, по которым судят о расположении арматуры и величине защитного слоя бетона в конструкции.

Номер документа: RU2163009C2

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45

Наименование патента: Способ планово-предупредительного контроля физического состояния зданий и сооружений

Авторы и патентообладатели: В.С. Селезнев, А.Ф. Еманов, А.П. Кузьменко, В.Г. Барышев, И.А. Данилов

Описание:

Способ контроля включает определение динамических характеристик объекта по измерениям под воздействием вибрации его колебаниям, измерение пространственных микроколебаний объекта под воздействием микросейсмического фона естественного и техногенного происхождения, в условиях которого находится обследуемый объект, или под воздействием управляемого источника вибраций. На основании первичного детального инженерно-сейсмического обследования здания или сооружения определяют исходные параметры динамических характеристик, отображающие физическое состояние как объекта в целом, так и отдельных его блоков, узлов и элементов. Посредством последующих подобных периодических обследований определяют стабильность или скорость и направление изменения во времени параметров динамических характеристик, оценивают влияние выявленных изменений и аномалий динамических характеристик на физическое состояние объекта.

Формула изобретения:

Способ планово-предупредительного контроля физического состояния зданий и сооружений, включающий определение динамических характеристик объекта по измерениям под воздействием вибрации его колебаниям, отличающийся тем, что физическое состояние объекта определяют путем измерения микроколебаний объекта под воздействием микросейсмического фона естественного и техногенного происхождений, в условиях которого находится обследуемый объект, или под воздействием управляемого источника вибраций посредством группы периодически последовательно перемещаемых по схеме наблюдений трехкомпонентных вибродатчиков и одновременно идентичным трехкомпонентным вибродатчиком в фиксированной опорной точке, расположенной на обследуемом объекте или вблизи него, при этом на основании

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		46

первичного детального инструментального неразрушающего инженерно-сейсмологического обследования здания или сооружения определяют исходные параметры динамических характеристик, отображающие исходное физическое состояние объекта в целом и отдельных его блоков, узлов и элементов, посредством последующих плановых периодических подобных обследований определяют стабильность или скорость и направление изменения во времени параметров динамических характеристик объекта, выявляют аномалии в параметрах динамических характеристик, оценивают влияние выявленных изменений и аномалий параметров динамических характеристик на физическое состояние объекта и получают инструментальные данные для квалифицированной оценки физического состояния здания или сооружения и техническое обоснование для своевременного ремонта, реконструкции или сноса объекта.

Номер документа: RU2557343C1

Наименование патента: Способ определения признаков и локализации места изменения напряженно-деформированного состояния зданий и сооружений

Авторы и патентообладатели: А.М. Шахраманьян

Описание:

Изобретение относится к испытательной технике, в частности к области испытаний конструкций или сооружений на вибрацию и ударные нагрузки, а именно к методам и средствам диагностики технического состояния строительных объектов.

Результат заключается в повышении быстродействия и точности определения деформационно-напряженного состояния контролируемого объекта, возможности использования способа при построении автоматизированных систем мониторинга строительных конструкций зданий, расширении функциональных возможностей за счет возможности локализации дефекта контролируемого объекта, определения времени его возникновения, а также в расширении области применения путем распространения на высотные здания и уникальные

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		47

сооружения в процессе их проектирования, эксплуатации, реконструкции, в условиях наличия как изгибных, так и крутильных колебаний.

Формула изобретения:

Способ определения признаков и локализации места изменения напряженно-деформированного состояния зданий, сооружений, включающий построение математической модели здания, сооружения, установление адекватности построенной модели реальному зданию, сооружению путем сравнения значений параметров колебаний реального здания, сооружения и его модели, для одних и тех же точек, определение для каждого этажа математической модели здания, пролета сооружения энергетического параметра S как функции произведений квадратов амплитуд A и частот ω спектра колебаний по каждой из осей, связанных со зданием, сооружением, определение энергетического параметра в точке суммированием его составляющих, полученных для каждой оси, определение изменения K энергетического параметра здания, сооружения из следующей зависимости:

$$K = \frac{S_t}{S_o}$$

где, K - изменение энергетического параметра;

S_t - значение энергетического параметра в момент времени t ;

S_o - значение энергетического параметра в предшествующий момент, сравнение значения K с единичным значением и для значений K , отличающихся от единичного значения на величину, не превышающую заданное пороговое значение, вынесение суждения об отсутствии в соответствующих точках регистрации напряженно-деформированных состояний контролируемых здания, сооружения, при превышении текущим значением K заданного порога и последующем непрерывном росте его значения по данным нескольких измерений подряд для одной и той же регистрационной точки, выносится суждение о наличии напряженно-деформированных состояний контролируемого объекта в такой точке.

Способ отличается тем, что:

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		48

- амплитуды и частоты колебаний определяют на основе смещения, скорости или ускорения колебаний;
- перемещения, скорости или ускорения колебаний измеряют в точках, которые в высотных зданиях располагают через один или несколько этажей, а в протяженных сооружениях - на каждом отдельном пролете, опирающемся на опоры;
- локализацию направления, в котором происходит изменение напряженно-деформированного состояния здания, сооружения, определяют путем сравнения значения энергетического параметра S в текущий момент времени по выбранному направлению X , Y или Z со значением того же параметра по тому же направлению, определенному для той же точки регистрации для предшествующего момента времени;
- для определения развития напряженно-деформированного состояния здания, сооружения во времени в качестве предшествующих моментов времени выбирают несколько моментов времени, отделяющих текущий момент времени от момента времени, на который у здания, сооружения отсутствовали напряженно-деформированные состояния в точке или направлении, для которых определяется изменение напряженно-деформированного состояния во времени, и для каждого из них определяют изменение энергетического параметра K .

Номер документа: RU2461847C2

Наименование патента: Способ непрерывного мониторинга физического состояния зданий и сооружений, и устройство его осуществления

Авторы: В.С. Селезнев, А.В. Лисейкин, А.А. Брыскин

Патентообладатель: ООО «Геофизическая служба»

Описание:

Заявленная группа изобретений включает способ и устройство для непрерывного мониторинга физического состояния зданий и/или сооружений, включающие получение комплекса характеристик, отображающих физическое состояние здания или сооружения, подверженного влиянию вибраций от

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		49

агрегатов и/или механизмов, являющихся источником колебаний, с помощью группы трехкомпонентных сейсмических датчиков, отличающийся тем, что на предварительном этапе исследования по зарегистрированным данным сейсмических датчиков проводят спектральный анализ, из которого определяют набор значений частот и амплитуд колебаний, вызванных работой агрегатов и/или механизмов на различных режимах и собственных колебаний здания или сооружения, на последующем этапе строят графики изменения амплитуд колебаний для выбранного набора частот в каждый момент времени и по изменениям значений амплитуд собственных частот здания или сооружения, вызванным вибрациями от работающих агрегатов и/или механизмов, делают оценку влияния работы агрегатов и/или механизмов на физическое состояние здания или сооружения, а по изменениям значений амплитуд колебаний на частотах, связанных с работой механизмов и/или агрегатов, делают оценку их физического состояния.

Формула изобретения:

Способ непрерывного мониторинга физического состояния зданий и/или сооружений, включающий получение комплекса характеристик, отображающих физическое состояние здания или сооружения, подверженного влиянию вибраций от агрегатов и/или механизмов, являющихся источником колебаний, с помощью группы трехкомпонентных сейсмических датчиков, отличающийся тем, что на предварительном этапе исследования по зарегистрированным данным трехкомпонентных сейсмических датчиков проводят спектральный анализ, из которого определяют набор значений частот и амплитуд колебаний, вызванных работой агрегатов и/или механизмов на различных режимах и собственных колебаний здания или сооружения, на последующем этапе строят графики изменения амплитуд колебаний для выбранного набора частот в каждый момент времени и по изменениям значений амплитуд собственных частот здания или сооружения, вызванным вибрациями от работающих агрегатов и/или механизмов, делают оценку влияния работы агрегатов и/или механизмов на физическое состояние здания или сооружения, а по изменениям значений амплитуд

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		50

колебаний на частотах, связанных с работой механизмов и/или агрегатов, делают оценку их физического состояния.

Устройство для непрерывного мониторинга физического состояния зданий и/или сооружений, работающее автономно, включающее группу трехкомпонентных сейсмических датчиков, группу регистраторов сейсмических колебаний, и защищенный вычислительный блок, отличающееся тем, что оно дополнительно содержит, по меньшей мере, один накопитель информации на энергонезависимой памяти, блок для точной синхронизации времени и источник резервного питания, защищенный вычислительный блок выполнен с возможностью осуществления непрерывного сейсмического мониторинга по поступающей от регистраторов информации, связанной с колебаниями, источником которых являются работающие агрегаты и/или механизмы, трехкомпонентные сейсмические датчики выполнены размещенными в местах, выбранных на основании предварительного сейсмо-инженерного исследования здания или сооружения.

Номер документа: RU2467318C1

Наименование патента: Способ многопараметрового контроля строительных конструкций

Авторы: О.Н. Будадин, В.И. Крайний, В.И. Сучков, Т.Е. Троицкий-Марков

Патентообладатель: ООО «Технологический институт энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО»

Описание:

Согласно способу проводят анализ проектной и нормативной документации строительной конструкции, устанавливают критерии пригодности и их допустимые величины, проводят инструментальное обследование элементов строительной конструкции, определяют фактические параметры и характеристики материалов элементов строительной конструкции и фактические параметры состояния и характеристики грунтового основания. При этом определяют фактические значения параметров повреждений, дефектов и связей отдельных

					ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

составляющих конструктивных элементов строительной конструкции; осуществляют классификацию выявленных дефектов, на основе обработки данных многопараметровой пространственной дефектной ведомости определяют конкретные значения критериев пригодности элементов строительной конструкции и сравнивают их с допустимыми величинами. На основании полученных результатов устанавливают пригодность элементов строительной конструкция в целом для дальнейшей безопасной эксплуатации, необходимые виды ремонта, возможные дальнейшие повреждения и недостаточность несущей способности.

Формула изобретения:

Способ многопараметрового контроля строительных конструкций, согласно которому проводят анализ проектной и нормативной документации строительной конструкции, устанавливают критерии пригодности и их допустимые величины, проводят инструментальное обследование элементов строительной конструкции, определяют фактические параметры и характеристики материалов элементов строительной конструкции и фактические параметры состояния и характеристики грунтового основания, отличающийся тем, что определяют фактические параметры состояния и характеристики грунтового основания на глубину не менее 30 м для оценки надежности грунта, операции измерения геологической подосновы осуществляют с пространственным шагом Δa по поверхности, определяемым необходимой достоверностью получаемых результатов, определяют фактические значения параметров повреждений, дефектов и связей отдельных составляющих конструктивных элементов строительной конструкции; осуществляют классификацию выявленных дефектов, повреждений и отклонений от проектной и нормативной документации по критериям: проектные, строительные и эксплуатационные; определяют размеры минимального дефекта (аномалии) контролируемой конструкции ($\Delta x_{\text{дmin}}$, $\Delta u_{\text{дmin}}$, $z_{\text{дmin}}$), оказывающего влияние на качество и надежность строительной конструкции; осуществляют построение многопараметровой пространственной дефектной ведомости с оценкой степени

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		52

влияния текущего состояния элементов, дефектов, повреждений и грунтового основания на эксплуатационную надежность и качество конструкции; затем на основе обработки данных многопараметровой пространственной дефектной ведомости определяют конкретные значения критериев пригодности элементов строительной конструкции и сравнивают их с допустимыми величинами; на основании полученных результатов определяют область $L(x, y, z)$ конструкции, в которой имеются дефекты (аномалии) контролируемых параметров, путем сравнения размеров дефектов (аномалий) с минимальными размерами, оказывающими влияние на безопасность и надежность строительной конструкции. На основании анализа формы области $L(x, y, z)$ конструкции, в которой имеются аномалии (дефекты) контролируемых параметров, с учетом степени влияния i параметра контроля качества $i=1$.

Результат повышение достоверности результатов прогнозирования состояния объекта и снижение трудоемкости контроля.

Данный способ:

- позволяет проводить анализ причин несоответствия фактического состояния конструкции их нормативным значениям, сократить время ремонта, например, за счет сокращения сроков оперативного контроля качества ремонта, повысить качество ремонта за счет повышения ответственности исполнителя работы;

- значительно повышает (до 95%) достоверность результатов контроля технического состояния строительных конструкций (выявления дефектов и энергоэффективность) за счет обработки ретроспективной информации;

- снижает возможность аварий строительных конструкций за чет своевременного выявления дефектов;

- повышает надежность эксплуатации строительных конструкций за счет прогнозирования развития выявленных аномалий и дефектов;

- обеспечивает прогрессивное развитие бесконтактных способов контроля и автоматизации выявления (диагностики) дефектов в строительных конструкциях.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		53

Номер документа: RU62724U1

Наименование патента: Автоматизированная система мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений

Авторы: А.С. Евтушенко, С.И. Евтушенко, Н.В. Рудов

Патентообладатель: ООО «НТЦ ГеоТехМониторинг»

Описание:

Настоящая автоматизированная система позволяет централизованно следить за геометрическими характеристиками зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения и отдельных их конструкций, прогнозировать и предупреждать возникновения аварийных ситуаций, обрушение зданий. При этом здания и сооружения могут быть территориально удалены от центра наблюдения и друг от друга.

Автоматизированная система мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений относится к информационным системам сбора, передачи, хранения и обработки данных и предназначена для контроля геометрических характеристик зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения. Система содержит центр обработки информации (ЦОИ) на основе ЭВМ (сервер статистики) и как минимум одну систему сбора и передачи информации (ССПИ), содержащую контроллер и датчики, причем датчики соединены с контроллером линией связи в виде витой пары. В центр обработки информации введено устройство широкополосного доступа к сети Интернет, соединенное с ЭВМ. В систему сбора и передачи информации введено устройство для доступа к сети Интернет по радиоканалу GSM, соединенное с контроллером. В качестве канала связи между системой сбора и передачи информации и центром обработки информации используется сеть Интернет. Контроллер производит опрос датчиков и передает собранную информацию в ЦОИ. ЭВМ, входящая в состав ЦОИ, накапливает и обрабатывает собранную информацию. Применение автоматизированной системы мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений приведет к повышению безопасности эксплуатации зданий и сооружений жилого или промышленного назначения за счет обеспечения

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		54

непрерывного мониторинга и централизованного контроля их геометрических характеристик. При этом здания и сооружения могут быть территориально удалены от центра наблюдения и друг от друга.

Формула изобретения:

Автоматизированная система мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений, состоящая из центра обработки информации, содержащего ЭВМ, осуществляющего накопление и обработку собранных данных и как минимум одной системы сбора и передачи информации, содержащей контроллер и датчики, причем датчики соединены с контроллером линией связи в виде витой пары, отличающаяся тем, что в центр обработки информации введено устройство широкополосного доступа к сети Интернет, соединенное с ЭВМ, а в систему сбора и передачи информации введено устройство для доступа к сети Интернет по радиоканалу GSM, соединенное с контроллером, причем в качестве канала связи между системой сбора и передачи информации и центром обработки информации используется сеть Интернет.

Особенностью системы является то, что система использует линии электросвязи для передачи информации. Это либо требует наличия свободных коммутируемых каналов телефонной сети между центром обработки информации и системой сбора и передачи информации, либо при использовании выделенных физических прямых пар проводов, например, линий энергоснабжения, расстояние между центром обработки информации и системой сбора и передачи информации ограничено 15 км. Кроме того, такие линии связи создают дополнительные технические сложности в случае, если между объектом наблюдения и центром обработки информации находится множество трансформаторных подстанций, или объект имеет автономную (относительно центра обработки информации) станцию энергоснабжения. Кроме того, такая организация связи между центром обработки информации и системой сбора и передачи информации требует наличия выделенной пары для каждой отдельной подключаемой системы сбора и передачи информации, что так же создает дополнительные трудности при построении крупной распределенной системы мониторинга.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		55

Настоящая полезная модель направлена на решение технической задачи по устранению указанных недостатков и созданию автоматизированной системы мониторинга, которая позволяла бы осуществлять непрерывное наблюдение и сбор информации об изменениях геометрических характеристик зданий и сооружений, в том числе значительно распределенных территориально. Что в итоге приводит к повышению безопасности эксплуатации зданий и сооружений жилого или промышленного назначения.

Номер документа: RU2629137C1

Наименование патента: Способ мониторинга зданий и сооружений

Авторы: И.В. Лысенко, М.Н. Федоров, С.С. Рассказов

Патентообладатель: ООО «ИСТРА»

Описание:

Сущность технического решения заключается в способе мониторинга зданий и сооружений, включающем измерение посредством, по крайней мере, одним датчиком параметров вибрации объекта, синфазно измеряющим три ортогональные проекции вектора ускорения, и состоит в том, что предварительно устанавливают датчик на элемент строительной конструкции здания или сооружения, ориентируя три его ортогональные измерительные оси в направлении главных осей симметрии здания или сооружения, одна из которых вертикальная, регистрируют измеренные проекции линейного ускорения микроколебаний под воздействием микросейсмического фона естественного и техногенного происхождения на ортогональные измерительные оси датчика, центрируют измеренные проекции линейного ускорения, выделяя полезный сигнал вычитанием из измеренного сигнала проекций вектора силы тяжести g на три ортогональные измерительные оси датчика, вычисляют амплитудочастотные характеристики проекций линейного ускорения по трем ортогональным осям с использованием прямого преобразования Фурье для зарегистрированного сеанса измерений, производят сглаживание сплайновой моделью амплитудочастотных характеристик проекций линейного ускорения по трем ортогональным осям,

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		56

определяют визуально точки перегиба реализаций сглаживающих функций, аппроксимирующих амплитудочастотные характеристики проекций линейного ускорения по трем ортогональным осям, и соответствующих им амплитуд и частот измеряемого сигнала, производят ранжирование полученных оценок частот сигнала в порядке убывания их амплитуд, при этом принимают, что частота, которой соответствует наибольшая амплитуда, является частотой основного тона собственных колебаний здания или сооружения, а остальные частоты являются обертонами сигнала, нумерацию которых осуществляют в порядке убывания соответствующих им амплитуд, находят среднеквадратические оценки определяемых частот по точкам пересечения прямой, параллельной горизонтальной оси отсчета частот измеряемого сигнала, проходящей через локальный максимум по амплитуде, соответствующей частоте анализируемого тона собственных колебаний здания или сооружения, со сглаживающей моделью, представляющей совокупность числовых оценок амплитуд, увеличенных на величину среднеквадратической ошибки их оценивания, с последующим проецированием данных точек на ось отсчета частот измеряемого сигнала.

Результат в повышении точности и оперативности экспериментального определения характеристик собственных колебаний эксплуатируемых зданий и сооружений при исследовании их прочности в процессе мониторинга.

Формула изобретения:

Способ мониторинга зданий и сооружений, включающий измерение посредством, по крайней мере, одним датчиком параметров вибрации объекта, синфазно измеряющим три ортогональные проекции вектора ускорения, отличающийся тем, что предварительно устанавливают датчик на элемент строительной конструкции здания или сооружения, ориентируя три его ортогональные измерительные оси в направлении главных осей симметрии здания или сооружения, одна из которых вертикальная, регистрируют измеренные проекции линейного ускорения микроколебаний под воздействием микросейсмического фона естественного и техногенного происхождения на ортогональные измерительные оси датчика, центрируют измеренные проекции

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		57

линейного ускорения, выделяя полезный сигнал вычитанием из измеренного сигнала проекций вектора силы тяжести g на три ортогональные измерительные оси датчика, вычисляют амплитудочастотные характеристики проекций линейного ускорения по трем ортогональным осям с использованием прямого преобразования Фурье для зарегистрированного сеанса измерений, производят сглаживание сплайновой моделью амплитудочастотных характеристик проекций линейного ускорения по трем ортогональным осям, определяют визуально точки перегиба реализаций сглаживающих функций, аппроксимирующих амплитудочастотные характеристики проекций линейного ускорения по трем ортогональным осям, и соответствующих им амплитуд и частот измеряемого сигнала, производят ранжирование полученных оценок частот сигнала в порядке убывания их амплитуд, при этом принимают, что частота, которой соответствует наибольшая амплитуда, является частотой основного тона собственных колебаний здания или сооружения, а остальные частоты являются обертонами сигнала, нумерацию которых осуществляют в порядке убывания соответствующих им амплитуд, находят среднеквадратические оценки определяемых частот по точкам пересечения прямой, параллельной горизонтальной оси отсчета частот измеряемого сигнала, проходящей через локальный максимум по амплитуде, соответствующей частоте анализируемого тона собственных колебаний здания или сооружения, со сглаживающей моделью, представляющей совокупность числовых оценок амплитуд, увеличенных на величину среднеквадратической ошибки их оценивания, с последующим проецированием данных точек на ось отсчета частот измеряемого сигнала.

Номер документа: RU2473873C1

Наименование патента: Система дистанционного контроля и диагностики состояния конструкций и инженерно-строительных сооружений

Авторы и патентообладатели: В.И. Дикарев, П.Б. Сажин, О.В. Смольников, В.Л. Ревкин, М.В. Воловик, В.А. Чурилин

Описание:

					ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Расширение функциональных возможностей устройства путем достоверного контроля и диагностики состояния конструкций и инженерно-строительных сооружений, удаленных на значительное расстояние от пункта контроля.

Каждая радиостанция содержит генератор высокой частоты, фазовый манипулятор, первый гетеродин, первый смеситель, усилитель первой промежуточной частоты, первый усилитель мощности, первый дуплексер, приемопередающую антенну, второй усилитель мощности, второй гетеродин, второй смеситель, усилитель второй промежуточной частоты, перемножитель, полосовой фильтр и фазовый детектор. Радиостанция объекта контроля, кроме того, содержит формирователь модулирующего кода, блок памяти и блок сравнения. Считыватель содержит задающий генератор, первый и второй усилители мощности, дуплексер, приемопередающую антенну, первый, второй и третий перемножители, первый, второй и третий узкополосные фильтры, первый и второй усилители высокой частоты, первый и второй фазовые детекторы, первый и второй фазометры, блок регистрации и преобразователь аналог-код. Устройство для фиксации резьбового стержня содержит гайку, резьбовой стержень, стопорный элемент из эластичного материала, плоскую шайбу, шайбу с буртом, соединяемую деталь, отверстие в шайбе с буртом, боковые стенки и силоизмерительную шайбу. Силоизмерительная шайба содержит приемопередающие антенны, разъемы, сквозные отверстия для высокочастотных кабелей, шпоночную выточку, резонаторы на ПАВ, изолирующий защитный материал, соединительный слой, мягкий эластичный клей. Каждый резонатор на ПАВ содержит пьезокристалл, электроды, шины, набор отражателей.

Формула изобретения:

Система дистанционного контроля и диагностики состояния конструкций и инженерно-строительных сооружений, включающая силоизмерительное устройство, содержащее навинченную на резьбу стержня гайку, расположенную под гайкой подкладную шайбу, плоскую силоизмерительную шайбу диаметром, равным диаметру подкладной шайбы, с двумя резонаторами на поверхностных

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		59

акустических волнах, шайбу с буртом, размещенную на стержне со стороны соединяемой детали и обращенную буртом в сторону гайки, стопорный элемент из эластичного материала и считыватель, при этом стопорный элемент выполнен в виде шайбы и расположен между шайбами с охватом резьбового стержня, подкладная шайба выполнена плоской диаметром, меньшим диаметра стопорного элемента, а наружный диаметр подкладной шайбы больше максимального торцевого размера гайки, силоизмерительная шайба выполнена из нержавеющей стали и размещена между подкладной шайбой и стопорным элементом из эластичного материала, в шпоночной выточке силоизмерительной шайбы установлены два резонатора на поверхностных акустических волнах, первый из которых чувствительный к сжатию силоизмерительной шайбы посредством жесткого соединительного слоя, а второй чувствительный к температуре окружающей среды посредством мягкого эластичного клея, резонаторы на поверхностных акустических волнах через сквозные отверстия высокочастотными кабелями связаны соответственно с приемопередающими антеннами, каждый резонатор на поверхностных акустических волнах выполнен на пьезокристалле с нанесенными на его поверхность алюминиевым тонкопленочным встречно-штыревым преобразователем поверхностных акустических волн и набором отражателей, встречно-штыревой преобразователь состоит из двух гребенчатых систем электродов, нанесенных на поверхность пьезокристалла, электроды каждой их гребенок соединены друг с другом шинами, которые, в свою очередь, соединены высокочастотным кабелем с приемопередающей антенной, во втором резонаторе на поверхностных акустических волнах между встречно-штыревым преобразователем и набором отражателей размещена мембрана, считыватель выполнен в виде последовательно включенных задающего генератора, первого усилителя мощности, дуплексера, вход-выход которого связан с приемопередающей антенной, первого усилителя высокой частоты, первого фазового детектора, второй вход которого соединен с выходом задающего генератора, второго перемножителя, второй вход которого соединен с выходом первого усилителя высокой частоты, второго узкополосного

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		60

фильтра, первого фазометра, второй вход которого соединен с выходом задающего генератора, и блока регистрации, второй вход которого соединен с выходом первого фазового детектора, последовательно подключенных к выходу дуплексера второго усилителя высокой частоты, второго фазового детектора, второй вход которого соединен с выходом первого узкополосного фильтра, третьего перемножителя, второй вход которого соединен с выходом второго усилителя высокой частоты, третьего узкополосного фильтра и второго фазометра, второй вход которого соединен с выходом первого узкополосного фильтра, а выход подключен к третьему входу блока регистрации, четвертый вход которого соединен с выходом второго фазового детектора, последовательно подключенных к выходу задающего генератора первого перемножителя, второй вход которого соединен с выходом задающего генератора, первого узкополосного фильтра и второго усилителя мощности, выход которого соединен с вторым входом дуплексера, отличающаяся тем, что она снабжена пунктом контроля, состоящим из радиостанции и связанной с ней электронно-вычислительной машины, и *m* объектами контроля, каждый из которых состоит из радиостанции и связанного с ней считывателя, причем радиостанции пункта контроля и объектов контроля связаны между собой радиоканалами, каждая радиостанция содержит последовательно включенные генератор высокой частоты, фазовый манипулятор, первый смеситель, второй вход которого соединен с первым выходом первого гетеродина, усилитель первой промежуточной частоты, первый усилитель мощности, дуплексер, вход-выход которого связан с приемопередающей антенной, второй усилитель мощности, второй смеситель, второй вход которого соединен с первым выходом второго гетеродина, усилитель второй промежуточной частоты, перемножитель, второй вход которого соединен со вторым выходом первого гетеродина, полосовой фильтр и фазовый детектор, второй вход которого соединен с вторым выходом второго гетеродина, второй вход фазового манипулятора пункта контроля через электронно-вычислительную машину соединен с выходом фазового детектора, второй вход фазового манипулятора каждого объекта контроля через последовательно включенные

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		61

преобразователь аналог-код и формирователь модулирующего кода соединен с выходом блока регистрации считывателя, выход фазового детектора каждого объекта контроля через блок сравнения, второй вход которого соединен с выходом блока памяти, подключен к входу задающего генератора считывателя, частоты $\omega_{Г1}$ и $\omega_{Г2}$ гетеродинов разнесены на значение второй промежуточной частоты $\omega_{пр2}$.

2.1 Вывод по разделу

Таким образом, в рамках настоящего патентного поиска в данной области, проведен тематический анализ публикаций о результатах в научно-исследовательских работах и информации о существующих методах и средствах контроля технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений.

Проведенные патентные исследования подтверждают научную значимость и перспективность проведенных теоретических исследований. Большой интерес представляет определение технического состояния строительных конструкций и способы мониторинга за техническим состоянием объектов.

Основываясь на результатах анализа патентного поиска, разработан способ, где обеспечивается повышение эксплуатационной надежности ребристых железобетонных плит покрытия промышленных зданий (приложение Г).

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		62

3 АНАЛИЗ КЛАССИФИКАЦИИ ДЕФЕКТОВ (ПОВРЕЖДЕНИЙ) И КАТАГОРИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ С ЦЕЛЮ ТИПИЗАЦИИ

Визуальное обследование является частью полного комплекса работ по обследованию конструкций, но, не смотря на это, во многих случаях проведения только данного этапа работ будет достаточно для выполнения заданных целей. В ГОСТ 31937-2011 [7] имеется следующая формулировка в п.5.1.13 «Если зафиксированная картина дефектов и повреждений позволяет выявить причины их возникновения, результаты визуального обследования могут быть достаточными для оценки технического состояния».

Оценка категорий технического состояния строительных конструкций на основе выявления дефектов и повреждений в конструкциях путем визуального осмотра является наиболее быстрым способом. Применение данного подхода позволяет определить категорию технического состояния путем сравнения параметров выявленных дефектов с нормируемыми, имеющимися в нормативной и методической литературе, либо на основании субъективного мнения эксперта.

С другой стороны, данный подход согласно требованиям СП 13-102-2003 [107] позволяет определить только предварительную категорию технического состояния, иными словами, поставить «диагноз» в первом приближении.

Это обусловлено следующими факторами:

- дефекты могут быть скрытыми (коррозия арматуры в бетоне, трещины и поры в сварных швах и т.д.) – в данном случае визуальное обследование будет бесполезным;
- из-за наличия скрытых работ (отделка, фундаменты, балки перекрытий, скрытые полым или потолком и т.д.) – невозможно полностью осмотреть обследуемые конструкции;
- не всегда имеющиеся в конструкции дефекты однозначно соответствуют тому или иному техническому состоянию, в том числе аварийному;

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		63

- при отсутствии визуально определяемых дефектов и повреждений, имеет место аварийное состояние (например, в предварительно напряженных конструкциях при отсутствии запредельных трещин, прогибов и в тоже время при возможности хрупкого разрушения);

- в нормативной и методической литературе категории технического состояния не соответствуют друг другу (по количеству и по наименованиям).

Сравнение категорий технического состояния, имеющих в различных источниках, приведены в таблице 3.1.

Вследствие вышеуказанных причин, поверочный расчет – наиболее достоверный метод оценки категории технического состояния.

Несмотря на указанные недостатки, определение состояния на основании выявления внешних признаков остается наиболее универсальным и часто применяемым методом. Данный подход не требует использования сложного дорогостоящего оборудования. Для его реализации необходимо иметь соответствующую квалификацию и опыт, то есть знать основные дефекты и повреждения конструкций, а также причины их возникновения.

Основной ценностью визуального обследования является возможность быстрого распознавания аварийной ситуации и своевременного предотвращения негативных последствий (обрушений, аварий и т. п.) без выполнения сложных, длительных, дорогостоящих инструментальных измерений и поверочных расчетов.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		64

Таблица 3.1 – Сравнение категорий технического состояния зданий и сооружений в различных литературных источниках

ГОСТ 31937-2011	СП 13-102-2003	РД 22-01-97	МДС 13-20.2004
<p>1. Нормативно-техническое состояние (эксплуатация возможно без ограничений, при фактических нагрузках).</p> <p>2. Работоспособное состояние (эксплуатация возможна без ограничений, при влиянии фактических нагрузках и воздействиях; возможно более часто выполнение требований периодических обследований в ходе эксплуатации).</p> <p>3. Ограниченно-работоспособное состояние (осуществляют контроль и выполняют мероприятия по восстановлению или усилению конструкций (включая грунтовое основание) и при необходимости последующий мониторинг технического</p>	<p>1. Исправное состояние – категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, характеризующаяся отсутствием дефектов и повреждений, влияющих на снижение несущей способности и эксплуатационной пригодности</p> <p>2. Работоспособное состояние – категория технического состояния, при которой некоторые из численно оцениваемых контролируемых параметров не отвечают требованиям проекта, норм и стандартов, но имеющиеся нарушения требований, например, по деформативности, а в железобетоне и по трещиностойкости, в данных конкретных условиях эксплуатации не</p>	<p>1. Работоспособное состояние – техническое состояние строительных конструкций, при котором она удовлетворяет условиям обеспечения производства процесса и безопасности, хотя и может не соответствовать некоторым функционирующим требованиям проектной и действующих норм документации.</p> <p>2. Ограниченно работоспособное состояние – техническое состояние конструкций, обладающими дефектами и повреждениями, при которых возможно лишь частичное функционирование при соблюдении установленных специальных мер по контролю над состоянием</p>	<p>1. Исправное – отсутствуют видимые дефекты и повреждения, свидетельствующие о снижении несущей способности и эксплуатационной пригодности конструкции: потребности в ремонтных или восстановительных работах на момент обследования нет.</p> <p>2. Работоспособное – имеющиеся дефекты и повреждения не снижают несущую способность и эксплуатационную пригодность конструкции; защитные свойства бетона по отношению к арматуре на отдельных участках исчерпаны; требуется их восстановление, устройство и восстановление гидроизоляции и</p>

<p>ГОСТ 31937-2011</p> <p>состояния).</p> <p>4. Аварийное состояние (при аварийном состоянии эксплуатации зданий (сооружений) не допускается строительные конструкции, включая грунтовое основание, вводится обязательный режим мониторинга).</p>	<p>приводят к нарушению работоспособности, и несущая способность конструкций, с учетом влияния имеющихся дефектов и повреждений, обеспечивается.</p> <p>3. Ограниченно работоспособное состояние – категория технического состояния конструкций, при которой имеются дефекты и повреждения, приведшие к некоторому снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения и функционирование конструкции возможно при контроле ее состояния, продолжительности и условий эксплуатации.</p> <p>4. Недопустимое – категория технического состояния строительной конструкции или здания и</p>	<p>строительной конструкций и параметрами технологического процесса нагрузками и воздействиями (грузоподъемность, интенсивность работ и т.п.).</p> <p>3. Неработоспособное (аварийное) состояние – техническое состояние конструкций, имеющей дефекты и повреждения, свидетельствующие об истерпании несущей способности, ведущей к прекращению деятельности процесса производства и нарушению правил безопасности, а при принятии таких мер – к обрушению строительных конструкций.</p>	<p>МДС 13-20-2004</p> <p>антикоррозионной защиты.</p> <p>3. Ограниченно работоспособное – имеются дефекты и повреждения, свидетельствующие об уменьшении несущей способности и дальнейшей эксплуатации здания, но в период обследования не угрожающих безопасности работающих и обрушению строительных конструкций; необходимо усиление.</p> <p>4. Недопустимое – имеются дефекты и повреждения, свидетельствующие об опасности пребывания в районе обследуемых конструкций; требуются немедленные ограничения нагрузок и страховочные</p>
---	--	---	---

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ГОСТ 31937-2011		СП 13-102-2003	и сооружения в целом, характеризующаяся снижением несущей способности и эксплуатационных характеристик, при котором существует опасность для пребывания людей и сохранности оборудования (необходимо проведение страховочных мероприятий и усиление конструкций). 5. Аварийное состояние – категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, характеризующаяся повреждениями и деформациями, свидетельствующими об истощении несущей способности и опасности обрушения (необходимо проведение срочных противоаварийных мероприятий).	РД 22-01-97		МДС 13-20.2004	мероприятия: (ограничение в работе кранов, недопущение складирования материалов, и др.); устройство предохранительных мероприятий и др. 5. Аварийное – имеются повреждения, свидетельствующие о возможном обрушении строительных конструкций, требуется немедленная разгрузка таких конструкций и устройство временных креплений	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР			Лист 67

Рассмотрены и проанализированы документы [7, 105, 106, 107], регламентирующие обследовательскую деятельность. В каждом документе категории технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений сформулированы по-разному, что создает сложности при принятии конкретных действий. К несоответствиям в формулировках состояний возможно отнести недостаток единого подхода при назначении терминологических определений, сопряженных как с формулировками для определений технического состояния, так и с их числом. Таким образом, очевидно, что при одинаковом названии категорий, их количестве и местоположении в «градации» технических состояний, доводятся различные их определения. В таком случае имеется так называемая, «градация» состояний разработана недостаточно отчетливо.

Поэтому, значимым условием для окончательной и достоверной оценки технического состояния является создание единых требований к формулировке категорий состояний для всех строительных конструкций и здания в целом.

Принимая во внимание необходимость выполнения поверочных расчетов при детальном обследовании по действующим нормам проектирования, основанным на ГОСТ 27751-2014 [108], несомненно, что и оценка технического состояния должна проводиться с учетом требований этого документа.

В таблице 3.1 отображено в текущий период объяснение определения «категория технического состояния». «Градация» изменяется от трех до пяти состояний. Формулировки носят достаточно общий вид, что в части определения, так и в части требуемых мероприятий по степени вмешательства в конструктивную систему с целью приведения ее в исправное состояние.

С 01 января 2014 принят межгосударственный стандарт ГОСТ 31937-2011 [7], который существенно дополняет СП 13-102-2003 [107]. Однако имеется принципиальное отличие – в [7] отсутствует четвертая категория (недопустимое состояние), которая присутствует в [107]. Одновременно с этим, в РД 22-01-97 [106] отсутствуют первая (исправное состояние) и четвертая (недопустимое

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		68

состояние) категории. Данные отличия приводят к затруднению при определении категории технического состояния.

В СП 13-102-2003 [107] пять категорий технического состояния по определениям. Определения приняты из накопленного опыта диагностики состояния для бетонных и железобетонных строительных конструкций, для которых многочисленны диагностические признаки более или менее сформулированы. Потребуется значительная доработка и возможность применения такого же распределения категорий при оценке технического состояния металлических, каменных и деревянных конструкций, а в будущем возможность их применения для здания в полной мере.

Присвоение категории по ГОСТ 31937-2011 [7] или по СП 13-102-2003 [107] носит субъективный характер. Субъективизм уменьшается или сводится к минимальному, если назначению категории предшествует накопленный опыт и существующие статистические сведения при оценке технического состояния многочисленных зданий подобного типа, т.е. опыт экспертов. Эксперты применяют накопленную ими статистическую знаний, основным способом, только в варианте, существующей на момент времени обследования информации о многократном подтверждении точности сделанных ранее заключений и правильности принятых решений по устранению повреждений и, что самое главное, в виде примеров их эффективного осуществления. В таком случае при назначении категорий технического состояния экспертами, так или иначе, принимаются волевые решения. Отсутствие методик осуществления статистической обработки накопленной информации, отсутствие четких рекомендаций, какую информацию следует обрабатывать статистически, а это означает, что нет каких-либо конкретных количественных критериев отнесения здания к конкретной категории состояния. Помимо этого, очевидно также, что субъективизм снижается в случае, если определение состояний осуществляется на основе продолжительной «градации» диагностирования.

Здания и сооружения представляют собой многоэлементную техническую систему, состоящую из разных конструктивных элементов, выполненных с

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		69

использование различных строительных материалов. Точно дать техническую оценку состоянию такой системы невозможно, опираясь при анализе двух состояний, таких как исправное или аварийное. Вероятнее всего недостаточно будет и трех, и даже четырех.

Из многолетнего практического опыта обследований зданий и сооружений возникла потребность проведения диагностической процедуры, опираясь на рассмотрении как минимум пяти состояний, т.е. на основе длинной «градации» категорий.

3.1 Определение технического состояния по внешним признакам

При эксплуатации зданий и сооружений для оценки технического состояния конструкций обширно применяется визуальное обследование. В связи с этим возникает потребность установить надежность обследуемых строительных конструкций по внешним признакам и по их повреждениям.

Как показали наблюдения, в процессе эксплуатации конструкций происходит повторяющееся изменение их надежности, что связывается с изменчивостью нагрузок и несущей способности из-за различных дефектов и повреждений.

Дефекты и повреждения в конструкциях могут быть двух типов от причин их возникновения: от силовых воздействий и (или) воздействия внешней среды.

Последний вид повреждений уменьшает не только прочность конструкции, но сокращает ее долговечность.

Воздействия дефектов и повреждений, влияющих на надежность конструкций зданий или сооружения в целом, оценивается показателем относительной надежности конструкций в ходе их эксплуатации.

При достижении конструкцией определенного уровня надежности в ней будут наблюдаться необратимые повреждения: трещины, потеря устойчивости сжатых элементов, пластические деформации, неравномерные осадки фундаментов, коррозионные повреждения и т.п.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		70

С учетом полученных данных посредством выполнения поверочных расчетов, могут быть определены снижение нормативной надежности и поврежденность. На основании этих данных о характерных повреждениях строительных конструкций, обладающих существенной ролью при их эксплуатации, составлены таблицы для оценки их технического состояния.

В зависимости от имеющейся поврежденности, техническое состояние строительных конструкций зданий и сооружений делится на пять категорий: исправное, работоспособное, ограниченно работоспособное, неработоспособное и аварийное.

При этом оценка надежности конструкций должна приводиться по максимальному повреждению в конструкции, так как при его критическом значении может произойти разрушение конструкции и обрушения всего сооружения.

Для оценки категории состояния конструкции сооружений необходимо наличие хотя бы одного признака, приведенного в графах 2,3 таблицы 2 (из пособия Добромыслова А.Н. «Оценка надежности зданий и сооружений по внешним признакам»).

Таблица 3.2 – Оценка технического состояния промышленных зданий по внешним признакам (железобетонные конструкции)

Категория технического состояния	Признаки силовых воздействий	Признаки воздействия внешней среды
1	2	3
Исправное	В железобетонных конструкция имеются отдельные волосяные трещины с шириной раскрытия не более 0,1 мм	нет
Работоспособное	Образование трещин в растянутой зоне изгибаемых элементов с раскрытием до 0,3 мм. Выпадение раствора в швах между плитами перекрытия.	Следы коррозии распределительной арматуры. Следы увлажнения бетона.
Ограниченно работоспособное	Образование трещин в растянутой зоне изгибаемых	Образование продольных трещин вдоль рабочей

1	2	3
	элементов до 0,5 мм	арматуры из-за коррозии. Отдельные выколы бетона.
Неработоспособное	Ширина раскрытия нормальных трещин изгибаемых элементов в растянутой зоне до 1 мм.	Отслоение защитного слоя железобетонных конструкций с уменьшением сечения арматуры до 15% из-за коррозии. Снижение прочности бетона до 30%.
Аварийное	Ширина раскрытия трещин изгибаемых элементов в растянутой зоне более 1 мм. Раздробление бетона сжатой зоны. Сквозные наклонные трещины в сжатых элементах. Разрыв арматуры в растянутой зоне и хомутов в зоне наклонной трещины. Прогибы изгибаемых элементов более 1/80 пролета.	Уменьшение сечения арматуры из-за коррозии более 15%. Снижение прочности бетона более 30%. Заниженная площадь опирания плит покрытия и перекрытия (менее 5 см).

3.2 Вывод по разделу

В последующем все решения поставленных задач по распознаванию состояний строятся по установленной схеме из пяти технических состояний, категории которых предлагается выразить таким образом, как это сделано в СП 13-102-2003[107]:

- 1 категория – исправное состояние;
- 2 категория – работоспособное состояние;
- 3 категория – ограниченно работоспособное состояние;
- 4 категория – неработоспособное состояние;
- 5 категория – аварийное состояние.

					ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

4 РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНЫХ ФОРМ КОНТРОЛЬНЫХ ЛИСТОВ, КАРТОГРАММ И ВЕДОМОСТЕЙ ДЛЯ ФИКСАЦИИ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОНСТРУКЦИИ)

4.1 Обследование зданий и сооружений и методика его выполнения

Прослеживаются случаи, когда в зданиях и сооружениях наблюдаются случаи, когда в несущих конструкциях появляются недопустимые прогибы, трещины, дефекты и повреждения. Данные явления вызваны отклонениями от требований проекта при изготовлении и монтаже железобетонных конструкций, либо ошибками проектирования. При этом необходимо определить и оценить фактическое состояние строительной конструкции, установить причины дефектов и повреждений, определить реальную прочность, трещиностойкость и жесткость конструкции с целью принятия решений о рациональности и необходимости способов усиления.

Согласно требованиям нормативных документов (ГОСТ 31937-2011, СП 13-102-2003 и др.), а также отечественных и зарубежных литературных источников вторым этапом выполняется – визуальное обследование.

Визуальный осмотр представляет исходные сведения о состоянии обследуемой строительной конструкции, решая судить об уровне износа элементов и конструкций. Комплекс этих мероприятий включает определение значений геометрических параметров сооружения (толщины, высоты, размеры пролетов и т.д.), прочностных свойствах материалов (прочности и толщины защитного слоя, расположение арматуры и т.д.).

В виду отсутствия общепринятых методических указаний обследование производится, опираясь главным образом на свой личный опыт, использующих в своей работе лишь советы и рекомендации различных публикаций. При этом имеются все шансы упущения некоторых вопросов, определяющее рабочее состояние исследуемой конструкции.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		73

Главным документом непосредственного обследования является составленная на каждую конструкцию подробная карта и ведомость дефектов, в которой согласно принятому масштабу исполнитель зарисовывает:

- положение, характер и величину раскрытия трещин (замеряемая при помощи приборов);
- расположение и размер повреждений– сколы оголения арматуры, раковины, зоны пористого и рыхлого бетона, неровности;
- фактические геометрические размеры (главных характерных сечений);
- зоны оголения арматуры (измеряют диаметры обнаженных стержней или проволоки, по возможности (по профилю выступов) оценивается класс стали, отмечается состояние арматуры с точки зрения образовавшейся коррозии (характер, вид величина коррозии), фиксируется расположение арматуры в разрезе, замеряют защитные слои, оценивают сцепление арматуры с бетоном).

Кроме того, помимо выше перечисленного, обнаруживается фактическое выполнение узлов сопряжения обследуемого элемента со смежными конструкциями и проверяется соотношение данных узлов проекту.

В процессе выполнения обследования, подрядчик несет ответственность за достоверность его результатов, аргументированность и обоснованность его заключений. По этой причине к такой работе привлекаться специалисты, обладающие должным опытом в проектировании и производстве строительных работ. Знающие разрушения строительных конструкций, их признаки появления, а также предельного состояния конструкций и способы их испытания.

Основная задача неквалифицированного обследователя заключается в том, что исполнитель обязан точно зафиксировать свои наблюдения с тем, чтобы результаты могли послужить достоверным основанием для их дальнейшего изучения другими специалистами.

Принятые на основании недостаточных обследований решения, могут быть ошибочны и имеют шансы не дать ожидаемого положительного результата или послужить причиной к ухудшению состояния несущих конструкции. Неопытные обследователи в собственных решениях подходят согласно пути заведомой

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		74

перестраховки, которые приводят к существенным необоснованным расходам значительных средств на осуществление нерациональных или ненужных усиления.

Существует довольно широкая специальная литература, посвященная описанию дефектов и повреждений, строительных конструкций и причин их возникновения, а также оценке их воздействия на эксплуатационные качества конструкций.

Было бы полезно создание единого унифицированного перечня условных обозначений, предлагаемых в разных литературных источниках. Но в настоящее время из-за отсутствия единых требований к оформлению результатов и представления большинства разнотипных дефектов не представляется возможным.

Далее для выяснения физико-механических свойств материалов конструкций далее приступают к детальному (инструментальному) обследованию. Которое, согласно ГОСТ 31937-2011 и СП 13-102-2003, является третьим этапом проведения работ по обследованию строительных конструкций зданий и сооружений.

Этот этап характерен с применением неразрушающих и разрушающих методов испытаний, выполняется непосредственный контроль качества элементов строительных конструкций.

Для железобетонных конструкций основными получаемыми свойствами строительных конструкций – это данные для выполнения поверочных расчетов. Разрушать каждое изделие бессмысленно и нелепо, однако при этом получаемая информация о действительной работе будет обладать отличительной чертой, с обеспеченностью 100%.

Установить механические свойства материалов строительных конструкций можно с помощью отбора проб (разрушающий метод) и испытания образцов, взятых из этих конструкций (выпиливание или выбурирование). Это всегда приводит к нарушению целостности строительных конструкций в разной степени.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		75

Результаты, получаемые путем отбора проб из строительных конструкций, являются наиболее истинному значению прочности. Однако по ряду причин данный подход применяется на практике крайне редко.

К неразрушающим методам обследования принадлежат те, которые не нарушают целостность элементов конструкций, но могут приводить к местным небольшим повреждениям поверхности конструкции, не снижая их несущей способности.

Неразрушающий метод не всегда представляет довольно полную характеристику испытуемого объекта, отчего два метода используется в совокупности. Если сопоставить результаты испытания определенного количества объектов, то можно установить конкретную взаимосвязь между ними.

Все эти методы получили свое наибольшее развитие для определения механических свойств бетона и контроля параметров армирования. В нормативных документах и технической литературе описывается, большинство правил и рекомендаций применения различных методов неразрушающего контроля.

В статьях [66, 67] приводится доступная классификация популярных методов контроля прочности бетона (рис.4.1) и параметров армирования в железобетонных конструкциях (рис.4.2).

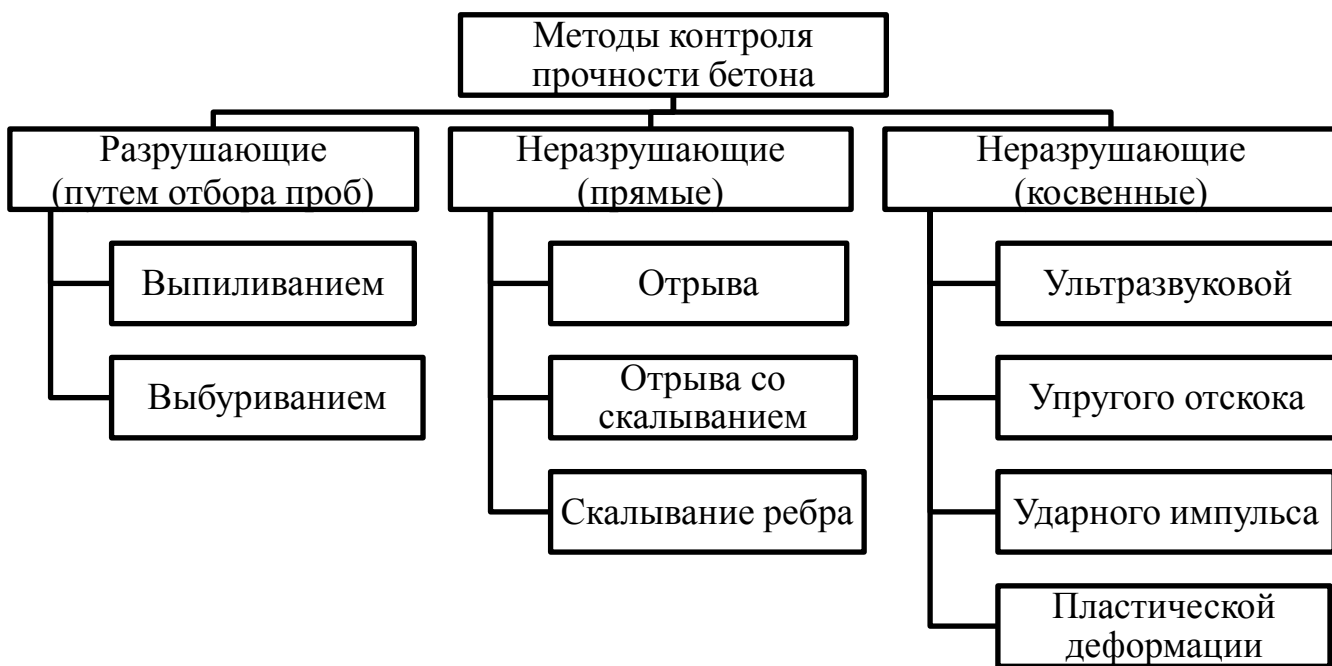


Рисунок 4.1 – Классификация методов контроля прочности бетона

По мнению автора статьи [66], применять методы с целью замера прочности бетона без нарушения нынешних требований современных норм можно использовать методы первой и второй групп. Универсальным в использовании и оптимальным по точности и масштабам разрушения конструкции считается метод отрыва со скалыванием. Рациональность использования методов третьей группы только для приблизительной оценки и выявления зон с отклонениями от среднего значения.

В статье [67] автор отмечает, невзирая на наличие различных методов контроля месторасположения, толщины защитного слоя, диаметра и класса арматурных стержней в конструкциях, наиболее достоверными и универсальными методами являются выделенные жирной рамкой на рис. 4.2.

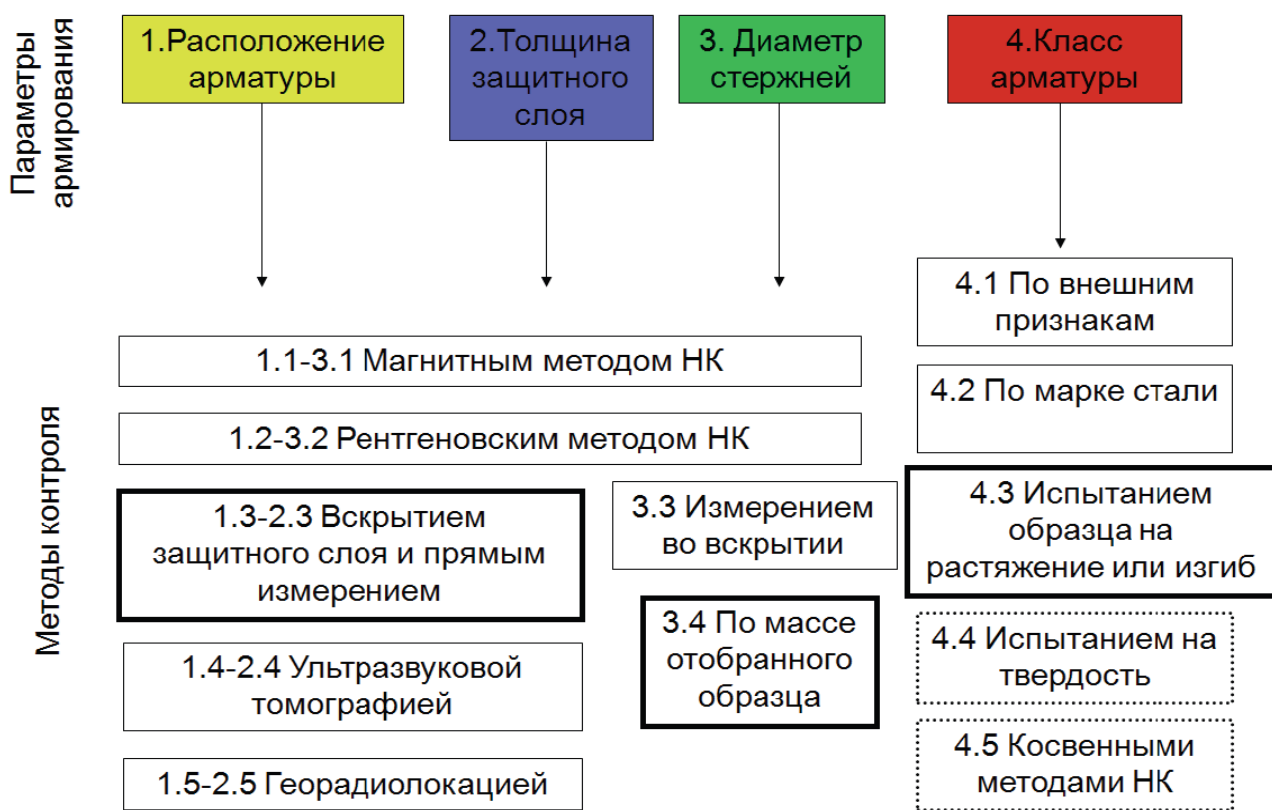


Рисунок 4.2 Параметры армирования и методы их контроля

Трудно сформировать общую методику обследования, которая подходила бы для всех видов конструкций и охватывала абсолютно все возможные в практике случаи. Но имеется ряд вопросов, подлежащих обязательному

выяснению при обследовании любых железобетонных конструкций. По этой причине необходимо придерживаться такой программы, выполнение которой сможет помочь достаточно полному отражению существа проблемы и сможет избежать грубых упущений.

При визуальном обследовании, наряду свыше описанными инструментальными методами обследования применяются различные приборы. Простейшие приборы (линейки, рулетки, отвесы и т.д.) используют как при визуальном обследовании и инструментальном (детальном) обследовании. Сложные приборы используются, как правило, при инструментальном обследовании.

Практика в ходе обследования показывает, что отдельные этапы в ходе работ могут выполняться не в указанном порядке (требованиями нормативных документов ГОСТ 31937-2011 или СП 13-102-2003), а одновременно. Например, с составлением ведомостей дефектов одновременно определяются прочность бетона, фактическое армирование и т.д.

4.2 Оценка состояния конструкций при визуальном и инструментальном обследовании

В ходе предварительного обследования применяют визуальные и инструментальные методы.

В основе визуального обследования лежит осмотр отдельных конструкций и зданий или сооружений в целом с применением простых приборов, не требующих специального обращения с ними.

Основными инструментами при визуальном обследовании являются: рулетки, мерные ленты, штангенциркули, линейки, градуированные лупы и микроскопы для измерения трещин, отвесы. Также при осмотре применяют бинокли, фотоаппарат со вспышкой, перфораторы и молотки с топорами для вскрытия участков.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		78

Карта дефектов является эффективным способом отображения данных. Она представляет собой форму для регистрации и сбора данных, собираемых в результате наблюдений или измерений контролируемых параметров. Собираемые данные фиксируются в таблицах ведомости дефектов и результатов инструментального обследования, и могут быть как целочисленными (например, число дефектов), так и интервальными (например, диапазон значений измерений). По форме, карта дефектов это, как правило, таблица, которая сопровождает процесс заполнения информации, в которой на эскизе (плане или развертки) отмечаются собираемые данные в ходе выполнения обследования.

В ходе выполнения работы в таблице ведомости дефектов записывают в соответствующей графе обнаруженные несоответствия (например, трещины, сколы и др. возможные обнаруженные дефекты и повреждения), место расположения контролируемого участка (координаты или соответствующая условному обозначению точка на карте дефектов)

В таблице результатов инструментального обследования уже заранее определены типы контролируемых параметров обследуемой железобетонной конструкции.

Такой принцип сбора данных предусматривает определенные действия при сборе и регистрации данных, что сокращает количество возможных ошибок, связанных со сбором информации.

Информация, получаемая в представленной методике, является более систематизированной, чем обычный сбор данных. В дальнейшем можно представлять информацию в удобном для восприятия виде – распределить данные по категориям, чтобы показать, как часто возникают собираемые данные.

Помимо этого, обладает и рядом других преимуществ:

- простота в применении;
- систематизированный подход для сбора данных и возможности дальнейшего применения с другими инструментами качества;
- применение единой формы для регистрации.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		79

Предлагаемая частная методика проведения обследования предусматривает моменты обследования каждой железобетонной конструкции с объяснением технологии выполнения работ на обычной практике. Также на основании этого могут быть разработаны указания, учитывающие специфику и других конкретных видов строительных конструкций.

4.3 Методика визуального и детального (инструментального) обследования в ходе осмотра

В нормативных документах и технической литературе об обследовании сказано мало, и указывается лишь только то, что входит в данный вид работ. Описываются инструменты проведения обследования. В то время как практических указаний и порядка проведения последовательности действий, в ходе визуального осмотра и инструментального обследования нет.

С учетом отсутствия единых требований по оформлению получаемых результатов, ведомости дефектов и результаты инструментального контроля выполняются совершенно по разному. В ряде случаев это не является удобным в использовании и обобщении результатов проведенного обследования.

Изложим основные элементы методики проведения обследования. Важно отметить подготовку специалистов к проведению работ по обследованию. В процессе выполнения обследования желательно, чтобы работа выполнялась бригадой минимум из трех человек, с четким разделением обязанностей между ними. Состояние человека будет значительно влиять на качество выполнения работ, посторонние факторы, отвлекающие от поиска дефектов и повреждений, должны быть сведены к минимальному количеству. К данным факторам можно отнести физическую усталость, голод, сонливость, жару, холод, стресс, психологическое раздражение и другие. В ходе осмотра необходимо всегда думать о дефектах и повреждениях, которые могут быть обнаружены в данной конструкции.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		80

Для проведения качественного визуального и инструментального обследования предлагается использовать следующую последовательность действий в ходе визуального и инструментального обследования:

1. Изучение имеющейся документации об объекте обследования и составление подосновы для *карты дефектов*.

2. Визуальное изучение объекта, в целях с составления принятого перечня всех визуально обследуемых строительных конструкций и объектов инструментального контроля, для последующего их фиксирования на карту дефектов.

3. Подготовка и оформление карт дефектов для проведения осмотра строительных конструкций (занесение подосновы или использование принятой на месте схему обследуемых строительных конструкций).

4. Определение технологии фиксации дефектов и повреждений, в ходе выполнения работ:

- использование условных обозначений (способы их упорядочения и представления в виде специальных условных обозначений);
- использование принятой системы нумерации (иерархия: поэлементная, сквозная и т.д.);

5. Сплошной осмотр строительной конструкции с фиксацией на карте дефектов получаемых данных, составлением ведомости дефектов и занесением результатов инструментального обследования, при условии использования условных обозначений по выбранной технологии:

- фиксация на карту дефектов с последующим заполнением описания повреждения в ведомость дефектов, всех визуально определяемых и выявленных дефектов и повреждений (ширина раскрытия трещин, площадь повреждения участка, толщина коррозии, геодезические измерения деформаций и др.);
- параллельная фотофиксация дефектов и повреждений (указание номера фотографии на карте дефектов), для дальнейшего оформления итоговой ведомости дефектов;

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		81

– определение и заполнение в соответствующие графы основных контролируемых параметров железобетонных конструкций (прочности бетона и параметров армирования и др.) в таблицу результатов инструментального обследования.

6. Камеральный анализ дефектов и повреждений с классификацией по причинам образования, значимости и прочим признакам поврежденных элементов.

7. Оформление результатов обследования, составление итоговых таблиц: картограмм и ведомости дефектов и повреждений, а также результатов инструментального обследования.

Обследование рекомендуется вести поэлементно, т.е. за один подход осматривать только один тип конструкций (например, колонны, плиты перекрытия и покрытия, для балок, ригелей и ферм, несущих стен и прочих строительных конструкций).

При большом числе обследуемых конструкций допускается оформлять общую (сводную) карту дефектов и повреждений (например, колонны и стены помещений, плиты и ригели перекрытия, плиты и фермы или балки покрытия и т.д.).

Карта дефектов должна быть показана необходимыми развертками поверхностей, планами, видами, эскизами отдельных узлов и элементов. С целью большей наглядности отдельные трещины, дефекты или повреждения, помимо зарисовки, могут быть кратко описаны.

В процессе определения прочности бетона и параметров армирования в железобетонных конструкциях, их выбранным методам определения необходимо посвятить отдельный заход. Подобным образом, при осмотре критических дефектов, говорящих о возможной аварийной ситуации, можно свести к минимуму пропуск критического дефекта (искать только этот дефект в соответствующих конструкция). В некоторых работах встречаются аналогичные рекомендации.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		82

Рекомендации по составлению карт дефектов и повреждений:

1. При составлении карты дефектов можно использовать ту подоснову, которая имеется или которую несложно перенести (схема помещений, инвентарные планы, фасады здания, планы перекрытия и покрытия и пр.).

2. При указании конкретного дефекта желательно приводить конкретную ссылку на номер фотографии. Уместно будет при малом количестве дефектов и крупном масштабе на карте приводить выноски с номерами фотографий.

3. Чтобы облегчить визуальное восприятие информации, целесообразно использовать цветовую градацию для конструкций с разной степенью опасности (например конструкции находящиеся в аварийном состоянии отображать красным цветом, и т.д.).

4. Использовать унифицированный перечень условных изображений, предлагаемых в разных литературных источниках. Однако в наше время из-за отсутствия единых требований к оформлению результатов и представления большинства разнотипных дефектов не представляется возможным.

5. Однотипные конструкции разной значимости желательно применять линии разной толщины (например, отображать линиями трещины большего раскрытия более жирными).

6. Совмещение карты дефектов и повреждений с другими результатами обследования (например, с таблицами ведомостей дефектов, инструментального обследования и геодезическими измерениями).

Когда обследуется конструкция, в которой большое количество дефектов и повреждений, необходимо сделать отдельный эскиз или схему этой конструкции (например, ферму, подкрановую балку, фасады здания, крышу и т.д.). На этих изображениях необходимо показать места дефектов и занумеровать их, а в ведомости дать представление о них в виде краткого описания.

Форма таблицы карты дефектов и повреждений представлена на Рис. 4.3.

Примеры для заполнения формы таблицы карты дефектов представлены в Приложении А.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		83

Карта дефектов и повреждений на проведение визуального и инструментального обследования строительных конструкций		Тип конструкций	стр. ___ из ___
Условия проведения обследования			
Объект обследования:			
Материал:		Зона контроля:	
Эскиз (план, развертки)			
Условные обозначения			
Карту составил:	Ф.И.О. _____	Дата _____	Подпись _____

Рисунок 4.3 – Вариант оформления карты дефектов

Рекомендации по составлению ведомостей дефектов и повреждений:

На сегодняшний день нет единого унифицированного образца ведомости дефектов обязательной к применению. Поэтому составляться она может в свободной форме. По рекомендуемой форме ведомости дефектов и повреждений приведено много приложений в отраслевых нормативах и методических указаниях. Тем не менее, есть ряд заключений, которые необходимо в ней отразить:

1. Чтобы не допускать ошибок при оформлении ведомости дефектов, многое будет, зависит от наличия правильно составленной карты дефектов.

2. Рекомендуется составлять ведомости дефектов также по отдельным видам конструкций, заметем вести учет и фиксацию местоположения обнаруженных дефектов и повреждений с соответствующей отметкой на карте дефектов.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		84

3. Детально описывать визуально определяемые дефекты и повреждения, свидетельствующие об уменьшении несущей способности конструкции, с указанием размеров повреждений (ширина раскрытия трещин, ослабление сечений, степень поражения металла, осмотр сварных соединений).

4. Желательно имеющиеся повреждения и дефекты фиксировать фотографированием и ссылкой обозначать номер фотографии на карте дефектов. С одной стороны, размещение фотографий в таблице ведомости дефектов сразу повышает ее общий объем и уменьшает место для других граф. Но с другой стороны, фотографии которые будут отдельно от ведомости дефектов, существенно ухудшает наглядность для приводимой информации в таблице.

5. При большом количестве одинаковых дефектов целесообразно их сводить в один пункт, с указанием всех дефектов по одной характерной фотографии.

6. Устанавливают категорию технического состояния (по одной из имеющихся шкал).

7. Указывают характер или причину образования повреждения (образование перенапряжения, перегрузок или температурно-усадочных явлений).

Ниже приведен пример (Рисунок 4.4) как вариант ведомости дефектов, который рекомендуется для применения.

Пример для заполнения формы таблицы ведомости дефектов представлены в Приложении Б.

№ п/п	Наименование и место расположения	Описание дефекта или повреждения	Фотография (эскиз)	Объемы дефектов и повреждений (м ² , м ³ , п.м, шт, %)	Категория опасности
1	2	3	4	5	6

Рисунок 4.4 – Вариант оформления ведомости дефектов

Разъяснения по заполнению некоторых столбцов (ст.) в ведомости:

ст.2: Оформляя карту дефектов в данной графе можно свести к минимуму текстового описания (расположения, привязка в осях, этажам, помещениям) и дают возможность для большего места других граф, а соответствующие номера пунктов на карте отображают, наглядное, совокупное расположение дефектов.

ст.3: В этой графе описывается типичный, характерный дефект с определенными признаками (например, трещина с шириной раскрытия до 10 мм).

ст.4: Размещение фотографий в ведомости дефектов делает лучше наглядность приводимых данных. В определенных случаях фотография может быть заменена или совмещена с эскизом, схемой дефектов и повреждений.

ст.5: В этой графе приводятся сведения о размерах повреждений. В случае оформления карты параметры определенного дефекта могут показываться на ней.

ст.6 Здесь доводятся определяющие признаки дефекта по одной из имеющихся шкал: дефекты А, Б, В [РД 22-01-97] или согласно той или иной специально приведенной шкале: Р - работоспособное, ОР – ограниченно-работоспособное, Н – не работоспособное). В качестве альтернативного варианта в этой графе возможно показывать категорию технического состояния конструкции, к которой приводит данный дефект. В этом случае желательно дать ссылку на указываемые таблицы характерных свойств дефектов и повреждений, в которых имеются соответствие среди дефектов и состояния, например из [32, 74].

В конкретно приведенной работе количество столбцов выполняемых столбцов может быть уменьшено или увеличено. Состав ведомости дефектов значительно зависит от наличия карты дефектов и повреждений. При оформлении карты дефектов нет необходимости для каждого выявленного дефекта в его расположение и описании в ведомости дефектов. Т.е. в этом случае, в ведомости можно изложить только лишь типовые дефектов и повреждений, расположение которых отмечено на картах.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		86

Рекомендации по определению количественных параметров на примере железобетонных конструкций в ходе инструментального обследования с применением неразрушающих испытаний:

В процессе инструментального обследования конструкций должны быть получены сведения для оценки состояния несущей способности строительных конструкций. Ниже приведен перечень подлежащих определению и отражаемых в работе при инструментальном обследовании для железобетонных конструкций:

1. Инструментально должны быть обследованы конструкции с явно выраженными дефектами и повреждениями (обнаруженными в ходе визуального обследования), либо выборочно по условию, согласно СП 13-102-2003 не менее трех штук и не менее 10%.

2. Оценивать прочность бетона. Обязательно проводить оценку прочности бетона в местах образования трещин.

3. Армирование несущих конструкций, при вскрытии обязательно замерять толщину защитного слоя бетона, диаметр и количество стержней. Вскрытия следует делать вразбежку, не допуская значительного ослабления.

4. При выявлении армирования производить оценку поражения арматуры коррозией.

5. Выполнять замеры основных сечений конструктивных элементов.

6. Собирать данные о нагрузках, для проведения поверочных расчетов (состав пола, кровли и др.).

7. Описывать дефекты и деформации, образовавшиеся вследствие недостаточной несущей способности (силовые трещины, повышенные прогибы, разрушение сварных соединений и др.).

В настоящее время железобетон является самым распространенным и основным конструкционным строительным материалом. Одной из главных задач считается получение численных данных с целью выполнения поверочных расчетов, получаемые в ходе детального обследования конструкций.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		87

В РФ стандартизованы и широко применяются следующие методы механического поверхностного действия: пластической деформации, ударного импульса, упругого отскока, скола, отрыва диска, отрыва со скалыванием.

В соответствии с требованиями нормативных документов прочность бетона определяется механическими методами неразрушающего контроля согласно заранее установленным градуировочным зависимостям между прочностью бетона и косвенными (не прямыми) характеристиками прочности бетона, выдаваемыми прибором.

По ГОСТ Р 52231 использовать косвенных методов возможно только после построения градуировочных зависимостей. Без построения градуировочных зависимостей установление прочности бетона может быть сделано только прямыми методами или по испытанию образцов.

По этой причине использование косвенных методов без построения градуировочной зависимости нельзя, а ее создание ведет к неизбежному применению методов прямого контроля и отбора проб. Использование непрямых методов целесообразно с целью приблизительной оценки прочности, а также для выявления зон с отклонениями от среднего значения.

При детальном обследовании наиболее трудным является определение параметров армирования (диаметр стержней, толщина защитного слоя, расположение арматуры, класс арматуры), так как она всегда находится под защитным слоем бетона. В технической литературе и нормативных документах существуют различные мнения по методам контроля параметров арматуры, применение определенных из них регламентируется условиями ГОСТ. Но не все методы дают возможность более точно определить искомые параметры.

Форма таблицы инструментального обследования железобетонных конструкций на рис. 4.5.

Примеры для заполнения формы таблицы инструментального обследования железобетонных конструкций в Приложении В.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		88

Результаты инструментального обследования строительных конструкций							Стр. ___ из ___		
Обследуемая конструкция			Условное обозначение (координаты)						
Результаты измерений параметров бетона									
Определение прочности бетона					Глубина карбонизации бетона, мм	Влажность, %	Трещины		
Косвенная характеристика прочности бетона, МПа		Прямая характеристика прочности бетона, МПа		Установленный класс бетона			Продольные раскрытием до, мм	Поперечные раскрытием до, мм	
Фактическая	Средняя по участку	Фактическая	Средняя по участку						
1		1							
2		2							
3		3							
Результаты измерений параметров армирования									
Эскиз сечения (размеры, мм)	Позиция на эскизе	Арматура			Класс арматуры	Толщина защитного слоя, мм	Коррозия арматуры, мм	Сопротивление арматуры, МПа	
		Ø, мм	кол-во, шт	шаг, мм					
Заключение (описание участка)									
Составил:		Ф.И.О. _____				Дата _____			Подпись _____

Рисунок 4.5 – Вариант таблицы инструментального обследования железобетонных конструкций

4.4 Вывод по разделу

Из практики известно, что основных типов для оформления результатов: карта дефектов и повреждений и ведомость дефектов и повреждений. Необходимо отметить, что из практики в большинстве случаев составление указанных форм не может являться полной при обследовании. Визуальное обследование характеризуется качественной оценкой и результатами творческой деятельности человека (словесным описанием). Однако комплексная проблема оценки надежности зданий, сооружений и их элементов включает в себя кроме качественной оценки, и количественные параметры, получаемые в ходе инструментального обследования.

Самые характерные дефекты желательно фотографировать, для последующего их использования в ведомости дефектов и составления заключения

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

(отчета). Ведомость дефектов и повреждений содержит основные обосновывающие материалы о принятой категории технического состояния в итоговом документе и несет в себе большой объем информации (описание дефекта, фотографии, объемы и категория состояния дефектов), но она не сопровождается очевидным представлением выявленных дефектов с точки зрения их взаимного расположения.

Карта, напротив, нацелена на представление взаимного расположения дефектов и повреждений, наглядно показывая объем выявленных дефектов, сгруппированность или наоборот их разобщенность, по которым можно будет выявить причины и связи их появления. Такие карты необходимы для выявления диагноза дефекта или повреждения, поскольку объяснения причины возникновения дефектов можно найти, только исследуя места их возникновения и в дальнейшем наблюдать, почему дефекты концентрируются именно в этих местах.

С целью удобства восприятия и последующего применения результатов обследования весьма значимым является то, каким образом показан итоговый результат. В нормативах и технической литературе недостает четких указаний о том, как оформлять результаты, полученные в ходе работ. Указанные варианты идеально дополняют друг друга.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2019.128.ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		90