



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра жилищно-коммунального комплекса

ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Методические указания к лабораторным работам
для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство

Составитель М.Е. Дементьева

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2019

Москва
Издательство МИСИ – МГСУ
2019

УДК 69.059
ББК 38.7-08
О/93

Рецензент – доктор технических наук, профессор *В.И. Римшин*,
профессор кафедры жилищно-коммунального комплекса НИУ МГСУ

О/93 **Оценка остаточного ресурса элементов зданий и сооружений** [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство / сост. М.Е. Дементьева ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра жилищно-коммунального комплекса. — Электрон. дан. и прогр. (2.7 б). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2019. — Режим доступа: http://lib.mgsu.ru/Scripts/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&S21CNR=20&Z21ID= — Загл. с титул. экрана.

В методических указаниях содержатся сведения о методах и средствах диагностики технического состояния элементов зданий, необходимые для выполнения лабораторных работ и овладения навыками натурной оценки эксплуатационной пригодности зданий.

Для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство. профиль «Техническая эксплуатация объектов жилищно-коммунального хозяйства и городской инфраструктуры».

Учебное электронное издание

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2019

Редактор, корректор *Л.А. Попова*
Компьютерная верстка *О.О.*
Дизайн первого титульного экрана *Д.Л. Разумного*

Для создания электронного издания использовано:
Microsoft Word 2010, ПО Adobe Acrobat

Подписано к использованию 15.12.2019. Объем данных 2.7 б.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»
129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ – МГСУ.
Тел. (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.
E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	6
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	6
СОСТАВЛЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ.....	7
ЗАЩИТА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СКОРОСТИ РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН.....	8
1.1. Цель и задачи лабораторной работы.....	8
1.2. Ознакомление с нормативными требованиями.....	8
1.3. Ознакомление с приборами и методами измерений.....	9
1.4. Порядок выполнения работы.....	10
1.5. Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы.....	12
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РЕСУРСА ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ.....	12
2.1. Цель и задачи лабораторной работы.....	12
2.2. Ознакомление с нормативными требованиями.....	12
2.3. Ознакомление с приборами и методами измерений.....	12
2.4. Порядок выполнения работы.....	13
2.5. Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы.....	15
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	16

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для углубления и закрепления теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях по дисциплине «Физико-химические методы предупреждения износа элементов зданий», а также развития практических навыков самостоятельной деятельности в ходе выполнения лабораторных работ.

Целью лабораторных работ является проведение наблюдений исследовательского характера за техническим состоянием элементов зданий и сооружений. В ходе выполнения лабораторных работ решаются следующие *задачи*, направленные на формирование профессиональных компетенций:

- ознакомление с методами эксплуатационного контроля технического состояния зданий, методикой обработки результатов контроля;
- развитие навыков самостоятельной работы со справочным, учебным материалом, наглядными пособиями;
- закрепление умений рассчитывать остаточный ресурс элементов зданий как основы планирования эксплуатационных мероприятий по предупреждению износа здания;
- формирование навыков принятия решений по выбору методов предупреждения износа элементов зданий на основе анализа результатов, полученных в ходе диагностики их технического состояния.

Каждое здание возводится для выполнения определенных функций, для чего ему придаются обоснованные эксплуатационные качества — всесторонние характеристики, отвечающие требованиям протекающего в здании процесса с учетом особенностей внешних воздействий. При эксплуатации под воздействием факторов внешней среды, нагрузок, особенностей технологических процессов, характеристик строительных материалов происходит изменение их свойств, увеличивается риск нарушения качества строительных конструкций, инженерных систем и нанесения ущерба окружающей среде. В связи с этим особенностью практической деятельности специалистов в сфере эксплуатации является умение по визуальным признакам оценить безопасность объекта эксплуатации и принять грамотные технические решения по результатам эксплуатационного контроля, направленные на устранение и предупреждение износа.

Однако длительность эксплуатационного процесса, многообразие факторов и их сочетаний, вызывающих и усугубляющих повреждения, определяют сложность воспроизведения в лабораторных условиях всего спектра воздействий. Поэтому максимально приблизиться к условиям реальной эксплуатации для наблюдения за техническим состоянием элементов зданий, для оценки степени нарушений и повреждений можно, применяя информационные коммуникативные технологии. В частности, лабораторные работы, включающие компьютерные симуляции на основе виртуальных лабораторий, интерактивных тренажеров, компьютерных моделей, позволяют не только повысить мотивацию обучающихся к учебной деятельности и качество профессионального образования, но и осваивать большие массивы информации, развивать навыки работы с современными технологиями, успешно реализовывать полученные знания и умения при решении профессиональных задач. Новый ФГОС допускает замену оборудования его виртуальными аналогами.

Выполнение лабораторных работ без непосредственного взаимодействия с реальными объектами исследования — зданиями, их элементами — основано на искусственном моделировании эксплуатационных ситуаций. Проведение такого рода лабораторных работ является безопасным, менее затратным и облегчает процесс обучения. Лабораторные работы предполагают применение интерактивных тренажеров, разработанных в программах Microsoft PowerPoint и Microsoft Excel, предназначенных для использования в студенческой образовательной среде. Полученные в ходе компьютерной симуляции результаты оформляются в электронном формате в виде итогового документа — результата обследования, являющегося основой для формирования технического заключения.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Подготовка к лабораторной работе начинается с ознакомления с ее темой, целью и задачами. Далее обучающийся знакомится с соответствующим разделом теоретического курса, используя материалы лекций, методические указания, электронный конспект. Лабораторная работа может выполняться индивидуально с применением средств компьютерного моделирования или бригадами при использовании лабораторных приборов в соответствии с графиком проведения лабораторных работ. Количественный состав бригады устанавливается, исходя из минимально необходимого числа обучающихся для проведения лабораторной работы.

Непосредственно перед выполнением лабораторной работы преподаватель проводит инструктаж по работе с интерактивным тренажером, оборудованием, объясняет алгоритм выполнения типового задания, проверяет подготовленность студентов к работе. Обучающийся допускается до выполнения лабораторной работы после проведения инструктажа по технике безопасности и при наличии подготовленных материалов, признанных преподавателем удовлетворительными.

Выполнение лабораторной работы осуществляется в соответствии с методическими указаниями по индивидуальному заданию, выдаваемому преподавателем. Работа выполняется студентами только в присутствии преподавателя или лаборанта. Во время проведения лабораторной работы обучающемуся запрещается использовать не относящееся к работе оборудование, каким-либо образом мешать выполнению лабораторных работ. При самостоятельном выполнении работы студентом преподаватель может проводить дополнительное консультирование, оказывать помощь обучающемуся.

После окончания лабораторной работы необходимо сдать преподавателю выданные объекты исследования, измерительные средства, привести в порядок свое рабочее место. Окончив выполнение практической части лабораторной работы, обучающийся обрабатывает полученные результаты и оформляет отчет.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные работы проводятся по подгруппам, состоящим из 12–15 обучающихся. Для повышения самостоятельности при проведении работ подгруппы могут делиться на бригады, включающие в себя не более четырех обучающихся. Работа должна быть организована таким образом, чтобы была обеспечена самостоятельность и активность каждого обучающегося. Обучающийся, выполняющий работу в лабораторных условиях, обязан:

- изучить настоящие правила, принять их к обязательному исполнению и расписаться в регистрационном листе о пройденном инструктаже;
- соблюдать правила внутреннего распорядка, утвержденные ректором университета;
- соблюдать требования техники безопасности, охраны труда и сохранности лабораторного оборудования и приборов;
- предупреждать нарушения требований безопасности со стороны товарищей;
- выполнять все требования руководителя, относящиеся к соблюдению правил техники безопасности, порядку выполнения работ и поведению обучающихся;
- заблаговременно готовиться к предстоящему занятию в лаборатории, используя инструкции, методические указания к лабораторным работам и рекомендованную литературу;
- при выполнении лабораторной работы находиться только на своем рабочем месте, не трогать оборудование и приборы, не относящиеся к работе, соблюдать тишину и порядок.

При выполнении лабораторной работы запрещается:

- без разрешения трогать или переносить приборы, инструменты и другое оборудование;
- заниматься делами, непосредственно не связанными с выполняемой работой;
- включать оборудование без предварительной проверки преподавателем или лаборантом;
- садиться на столы, ставить ноги на оборудование;
- располагать тетради, журналы и другие записи на приборах и оборудовании;
- оставлять без наблюдения включенное оборудование.

При нарушении настоящих правил или требований руководителя обучающийся может быть отстранен от проведения работ и вновь допускается к их выполнению лишь с разрешения заведующего кафедрой или директора института.

При всякой порче оборудования или засорении рабочего места обучающийся обязан во внеурочное время устранить повреждения или привести в порядок рабочее место. За порчу оборудования лаборатории, вызванную несоблюдением настоящих правил, студент несет материальную ответственность.

СОСТАВЛЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Отчет о выполненной лабораторной работе составляется каждым обучающимся самостоятельно и должен быть представлен преподавателю по окончании занятия или перед началом следующего занятия. Как правило, отчет выполняется на нескольких листах формата А4 или в выдаваемом преподавателем журнале лабораторных работ. Отчет о выполнении лабораторной работы должен состоять из следующих разделов:

- титульный лист;
- цель и задачи лабораторной работы;
- алгоритм выполнения работы;
- теоретическая часть;
- результаты экспериментальных исследований;
- выводы по работе.

Первый лист отчета — титульный, на нем указываются название работы, фамилии и инициалы обучающегося и преподавателя, группа, дата выдачи задания на выполнение лабораторной работы, отметка об ознакомлении с техникой безопасности при выполнении лабораторной работы.

На следующей странице указываются цель и задачи работы, алгоритм выполнения лабораторной работы, приводятся принципиальная схема выполнения работы и описание принципа работы приборов и устройств.

В теоретической части дают основные определения, формулы, методику обработки результатов эксперимента. Результаты исследований включают расчеты, таблицы, графики, которые должны быть выполнены аккуратно, карандашом, с применением линейки, должны быть пронумерованы и содержать подписи. Построение графиков рекомендуется выполнять на миллиметровой бумаге или с использованием программы Microsoft Excel.

На последней странице записываются выводы по работе, ставится дата выполнения работы и подпись исполнителя. Выводы должны содержать анализ полученных результатов по всем пунктам задания, объяснение причин отклонения результатов эксперимента от расчетных или нормативных величин, оценку погрешностей и т. д. Все листы отчета сшиваются и нумеруются. Отчет по каждой лабораторной работе представляется отдельно.

ЗАЩИТА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Защита отчета по выполненной лабораторной работе проводится, как правило, в часы, отведенные на выполнение и защиту лабораторных работ. Принимаются к защите отчеты, оформленные с учетом требований, изложенных выше. Отчет, выполненный небрежно, с ошибками, подлежит переделке и защищается в дополнительно назначенное время.

По каждой лабораторной работе выставляется оценка «зачтено / не зачтено». Критерии оценивания учитывают полноту освоения материала курса, качество и полноту выполнения лабораторных работ, правильность, полноту и аргументированность ответов на вопросы, сформированность компетенций. При сдаче отчета преподаватель спрашивает обучающегося в объеме материала выполненной работы. Студент должен изложить цель, физическую сущность, методику выполненной работы, назначение использованных инструментов и оборудования, объяснить и проанализировать полученные результаты.

Студент, выполнивший все работы и своевременно сдавший отчеты по ним, получает допуск к зачету. Пропущенные лабораторные работы отрабатываются в соответствии с графиком отработок лабораторных работ.

Лабораторная работа № 1

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СКОРОСТИ РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН

1.1. Цель и задачи лабораторной работы

Цель лабораторной работы: приобретение умений и навыков оценки технического состояния конструкций зданий, а также получение знаний о методах определения скорости раскрытия трещин при эксплуатационном контроле.

Задачи лабораторной работы:

1. Ознакомиться с нормативными требованиями, существующими приборами и методиками измерения ширины раскрытия трещин в натуральных условиях.
2. Научиться применять методику измерения хода раскрытия трещин.
3. Выполнить обработку результатов измерений и дать рекомендации по восстановлению ресурса конструкции.

1.2. Ознакомление с нормативными требованиями

Эксплуатационный контроль зданий является важнейшей частью комплекса работ по оценке их технического состояния с целью принятия решений по ремонту, реконструкции, модернизации. Основная цель технических осмотров заключается в выявлении нарушений и неисправностей, установлении фактической величины износа конструкций зданий.

При наличии трещин эксплуатирующая организация должна организовать наблюдение за ними. Любая трещина является признаком деформаций. Есть небольшие трещины, которые условно считаются неопасными. Так, можно выделить следующие виды трещин:

— усадочные стабилизированные и нестабилизированные — причинами являются неправильно подобранный состав бетона (большой расход цемента — более 600–700 кг/м³), нарушение процесса твердения, неправильный уход при твердении бетона, неправильное армирование. Допустимый размер до 0,1 мм (волосяные);

— технологические стабилизированные, односторонние, сквозные — причинами являются расслаивание бетонной смеси при укладке, вибрации и уплотнении, температурные деформации форм, нарушение режима прогрева бетона, неправильное натяжение арматуры в преднапряженных элементах и т. д. Допустимый размер до 0,3 мм (мелкие);

— деформационные стабилизированные, сквозные и односторонние — причинами являются нарушения при складировании и транспортировке, монтаже и эксплуатации. Допустимый размер до 0,3 мм (мелкие).

По степени опасности для несущих и ограждающих конструкций трещины можно разделить на три группы:

I. Трещины неопасные, ухудшающие только качество лицевой поверхности.

II. Опасные трещины, вызывающие значительное ослабление сечений, развитие которых продолжается с неослабевающей интенсивностью.

III. Трещины промежуточной группы, которые ухудшают эксплуатационные свойства, снижают надежность и долговечность конструкций, однако еще не способствуют полному их разрушению.

Предельно допустимые значения ширины раскрытия трещин принимают равными (в зависимости от условий эксплуатации):

а) из условия обеспечения сохранности арматуры:

0,3 мм — при продолжительном раскрытии трещин;

0,4 мм — при непродолжительном раскрытии трещин;

б) из условия ограничения проницаемости конструкций:

0,2 мм — при продолжительном раскрытии трещин;

0,3 мм — при непродолжительном раскрытии трещин.

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться с СП 63.13330.2012 и ГОСТ 8829–94.

1.3. Ознакомление с приборами и методами измерений

Таблица 1

Средства измерения ширины раскрытия трещин

Наименование	Диапазон измерения, мм	Точность измерения, мм	Условия измерения
Линейка измерительная (ГОСТ 17435–72)	От 1,0	0,5	При установке маяков на осадочные трещины
Лупа Бринелля	0,1–20	0,1	В заводских и натурных условиях
Микроскоп МИР-2	0,15–6,0	0,05	В заводских и натурных условиях
Индикатор часового типа	0,01–10,0	0,01	При длительных наблюдениях за трещинами
Тензомер рычажный типа ТР	0,001	0,001	При лабораторных испытаниях
Шаблон-трещиномер	0,05–2,0	0,1	При экспресс-контроле в заводских и натурных условиях
Оптико-механический прибор на основе теодолита (ГОСТ 10529–79)	0,05–5,0	0,02–0,5 в зависимости от расстояния до объекта (от 1,5 до 50 м)	Для дистанционного измерения трещин на фасадах высоких зданий и сооружений

В условиях эксплуатации чаще всего применяют щупы, измерительные линейки, механические щелемеры-маяки.

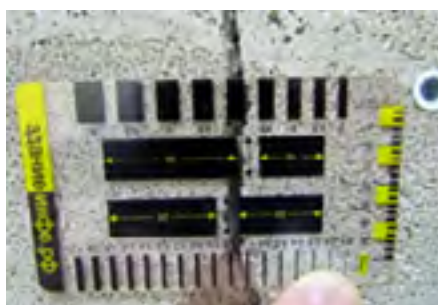
Щупы плоские измерительные применяются для контроля зазоров между плоскостями. Щуп имеет вид пластинки определенной толщины от 0,02 до 1 мм в виде наборов в различных сочетаниях (рис. 1). Несмотря на появление различных новых методов и приборов, измерение щели, трещины щупом остается надежным, простым и точным методом.

Прозрачная измерительная линейка (рис. 1) является недорогой альтернативой градуированному микроскопу для расчета ширины трещины. Линейка проградуирована рядом линий, которые обозначают определенную толщину. Линейка устанавливается на трещины, подбирается линия известной толщины, равной ширине трещины.

Механический щелемер (рис. 1) является датчиком, позволяющим измерять подвижки трещин. Он выполнен из двух частично наложенных друг на друга пластин, верхняя пластина имеет перекрестие, нижняя имеет сантиметровую и миллиметровую сетки в горизонтальном и вертикальном направлениях. Концы прибора крепятся по разным сторонам трещины на клей или дюбелями так, чтобы перекрестие совпадало с нулем на системе координат. Измерение подвижки отслеживаемой трещины осуществляется по смещению пластин друг относительно друга.



а



б



в

Рис. 1. Инструменты для контроля ширины раскрытия трещин в эксплуатируемых конструкциях:
а — плоский измерительный щуп; б — прозрачная измерительная линейка; в — механический щелемер-маяк

1.4. Порядок выполнения работы

1. Получить у преподавателя исходные данные по варианту: данные о месторасположении здания, виде конструкции.
2. Назначить периодичность выполнения замера ширины раскрытия трещины.
3. Получить по данным виртуальной симуляции результаты замеров ширины раскрытия трещины (рис. 2).
4. Оформить журнал наблюдения за трещинами (табл. 2).
5. Построить диаграмму хода раскрытия трещины (рис. 3).
6. Оформить результаты работы в виде акта (рис. 4) и дать рекомендации по режиму дальнейшей эксплуатации конструкции.

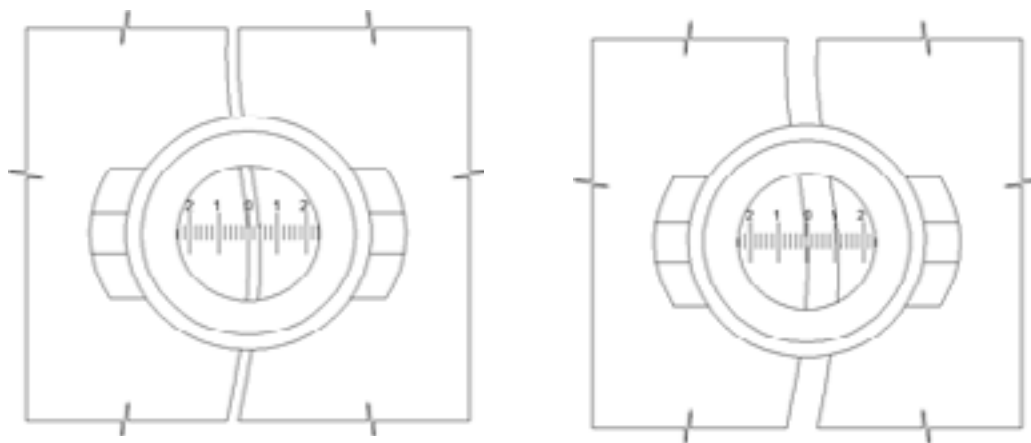


Рис. 2. Иллюстрация замера ширины раскрытия трещины

Таблица 2

Журнал наблюдения за трещинами

Адрес объекта	Вид измерительного прибора	Место установки	Номер	Дата установки	Ширина раскрытия трещины
№ наблюдения					
Дата проверки					
Фактическая ширина трещины, мм					
Раскрытие / закрытие					

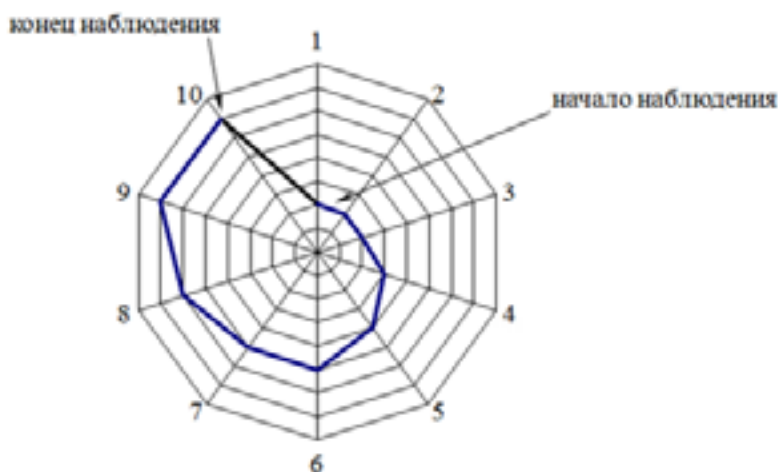


Рис. 3. Диаграмма хода раскрытия трещины

АКТ № _____

осмотра строительных конструкций здания с целью наблюдения за их деформациями при помощи _____

_____ « _____ » _____ 201__ г.
(населенный пункт)

Название (тип) здания _____

Адрес _____

Собственник (эксплуатирующая организация) _____

Комиссия в составе:

_____ (организация, должность, ФИО всех членов комиссии и представителей заинтересованных сторон)

произвела осмотр строительных конструкций вышеуказанного здания и установила:

Места осмотра (при выборочном осмотре) _____

Интенсивность развития существующих трещин (наибольшее удлинение, наибольшее увеличение раскрытия, с указанием мест и номеров) _____

Появление новых трещин и оценка степени их опасности _____

Изменение технического состояния конструкций _____

Необходимость противоаварийных мероприятий и возможность дальнейшей эксплуатации (мероприятия по ограничению эксплуатации) _____

Выводы комиссии:

Деформации конструкций стабилизировались/продолжаются _____

Продолжить/остановить наблюдения _____

Возможность и условия дальнейшей эксплуатации _____

Дата следующего осмотра конструкций либо периодичность _____

Ответственный за следующий осмотр (лицо/организация) _____

Необходимо выполнить мероприятия (наименование, место, срок, ответственный) _____

Конкретные данные, полученные в ходе осмотра конструкций, указаны (указать номер и страницы журнала либо номер и количество листов приложения) _____

К Акту прилагаются фотографии на _____ листах

Подписи членов комиссии:

_____/_____/_____
_____/_____/_____
_____/_____/_____

Рис. 4. Форма акта результатов контроля состояния конструкций

1.5. Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. В каких конструкциях образование трещин не допускается?
2. В каких случаях трещину можно считать стабилизированной?
3. Какова периодичность заполнения графика хода раскрытия трещины?
4. Каковы характерные причины образования трещин в различных конструкциях?
5. Каков порядок оформления результатов выборочного контроля?

Лабораторная работа № 2 ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РЕСУРСА ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ

2.1. Цель и задачи лабораторной работы

Цель лабораторной работы: приобретение умений и навыков оценки технического состояния конструкций зданий, а также получение знаний о методах определения фактической прочности при эксплуатационном контроле.

Задачи лабораторной работы:

1. Ознакомиться с нормативными требованиями, существующими приборами и методиками неразрушающего контроля в натурных условиях.
2. Научиться применять методику измерения прочности конструкции.
3. Выполнить обработку результатов измерений и дать рекомендации по восстановлению ресурса конструкции.

2.2. Ознакомление с нормативными требованиями

Общей целью оценки технического состояния строительных конструкций являются выявление степени физического износа, причин, обуславливающих их состояние, фактической работоспособности конструкций и разработка мероприятий по обеспечению их эксплуатационных качеств.

Основным этапом оценки состояния несущих конструкций является определение соответствия фактической прочности проектному значению. В ходе повседневной эксплуатации, в случае возникновения аварийной ситуации, необходимо определять прочность в полевых условиях методами, не наносящими значительного ущерба конструкциям. Механические неразрушающие методы основаны на двух принципах:

1. Сопротивляемость материала конструкции проникновению в него более твердого тела (при использовании строительных молотков, зубила).
2. Зависимость величины упругого отскока бойка от поверхности материала при нанесении удара по поверхности (при использовании строительных pistolетов).

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться с ГОСТ 22690–88.

2.3. Ознакомление с приборами и методами измерений

Ориентировочную оценку прочности эксплуатируемой конструкции можно произвести по величине следа при простукивании молотком или ударом по зубилу, установленному «жалом» на поверхности бетона (табл. 3).

Таблица 3

Методика ориентировочной оценки прочности

Результаты одного удара средней силы молотком весом 0,4–0,8 кг		Прочность бетона, МПа
Непосредственно по поверхности бетона	По зубилу, установленному «жалом» на бетон	
На поверхности бетона остается слабый след, вокруг которого могут откалываться тонкие лещадки	Неглубокий след, лещадки не откалываются	Более 20
На поверхности бетона остается заметный след, вокруг которого могут откалываться тонкие лещадки	От поверхности бетона откалываются острые лещадки	20...10

Бетон крошится и осыпается, при ударе по ребру откалываются большие куски	Зубило проникает в бетон на глубину до 5 мм, бетон крошится	10...7
Остается глубокий след	Зубило забивается в бетон на глубину более 5 мм	Менее 7

При использовании строительных молотков замеряется отпечаток на бетоне (эталонный молоток Кашкарова, молоток Шмидта, молоток Физделя), при использовании pistolетов на шкале прибора фиксируется величина упругого отскока (pistolет ЦНИИСК, склерометр) (рис. 5).



Рис. 5. Инструменты для неразрушающего контроля прочности:

a — строительный молоток с угольником для измерения диаметров отпечатков; *б* — строительный pistolет (склерометр)

Таблица 4

Сравнение методик испытаний и погрешностей измерений

Характеристики метода	Название способа		
	Пластическая деформация	Ударный импульс	Упругий отскок
Число испытаний на участке	5	10	5
Расстояние между местами испытаний, мм	30	15	30
Расстояние от края конструкции до места испытаний, мм	50	50	50
Толщина конструкции, мм	70–100	50	100
Диапазон использования, МПа	5–50	10–70	5–50
Погрешность измерения	±30–40 %	±50 %	±50 %

2.4. Порядок выполнения работы

1. Получить у преподавателя исходные данные по варианту: данные о виде конструкции, расчетную величину прочности конструкции R_b .
2. Получить по данным виртуальной симуляции результаты замеров, фиксируемых прибором.
3. Выполнить обработку полученных результатов в форме табл. 5 с учетом градуировочной зависимости (рис. 6).

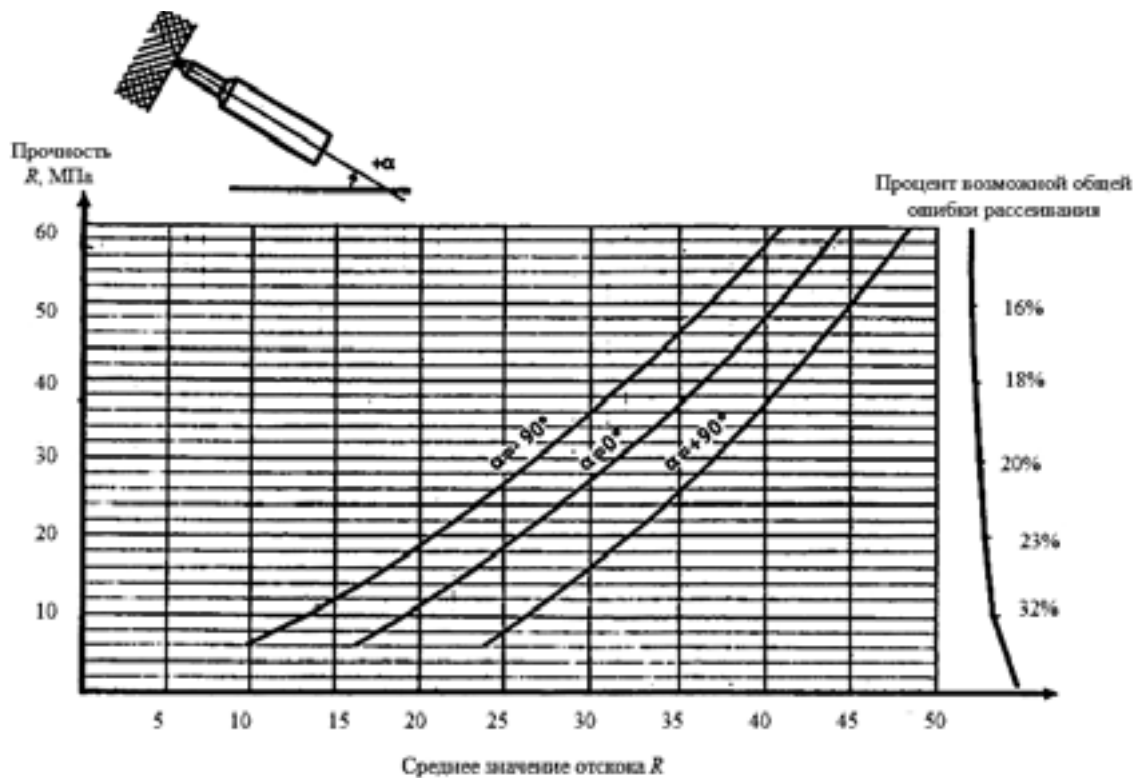


Рис. 6. График градировочной зависимости между прочностью бетона, величиной отскока по шкале склерометра, углом положения прибора по отношению к конструкции

Таблица 5

Оформление результатов испытаний

Номер испытания	Значение на приборе R	Значение по графику x_i

- Выполнить обработку данных методами математической статистики с вычислением степени достоверности получаемых результатов.

Определение среднего значения измеренного параметра:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (1)$$

где x_i — значение измеряемого параметра (прочности), МПа; n — количество измерений.

Определение выборочной дисперсии измерений:

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}}. \quad (2)$$

Определение среднеквадратичной ошибки измерений:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_n}{\sqrt{n}}. \quad (3)$$

- Оформить результаты обработки данных в соответствии с ГОСТ 22690–88.
- Дать рекомендации по режиму дальнейшей эксплуатации конструкции, по выбору способов восстановления конструкции (рис. 7).

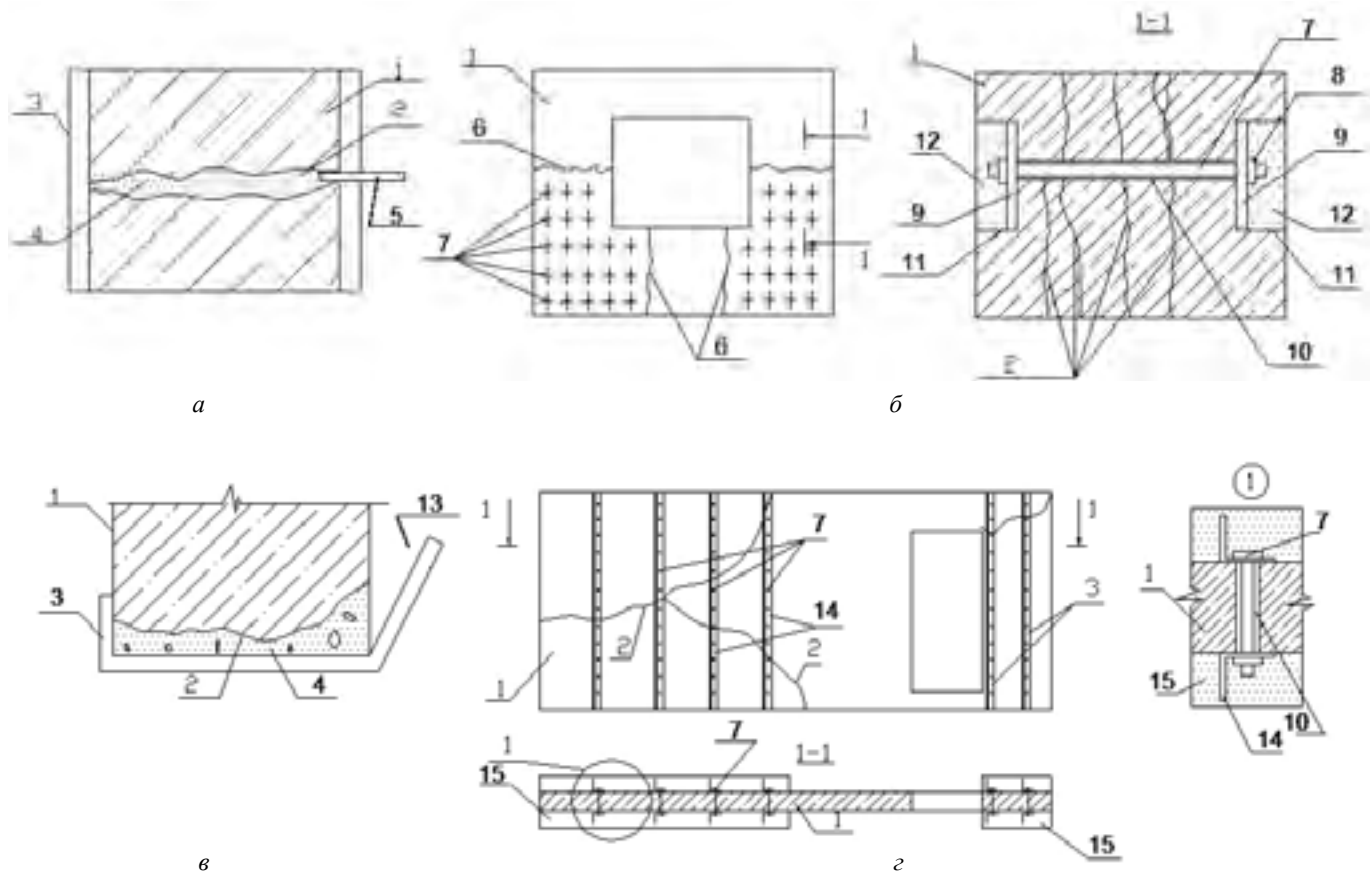


Рис. 7. Примеры вариантов восстановления технического состояния конструкции здания:

- а* — заделка сквозных раковин и внутренних пустот нагнетанием цементно-песчаного раствора;
б — установка стяжных болтов на участках расслоения бетона; *в* — восстановление повреждений поверхности бетонированием; *г* — устройство накладок из металлических уголков;

1 — восстанавливаемая конструкция; *2* — пустота (трещина, повреждение поверхности); *3* — опалубка;
4 — раствор (портландцемент); *5* — трубка для нагнетания раствора; *6* — граница расслоения; *7* — стяжные болты через 300–500 мм; *8* — гайка; *9* — шайбы; *10* — отверстие под стяжной болт; *11* — ниши для установки шайб;
12 — легкий бетон; *13* — карман для нагнетания раствора; *14* — металлические уголки с отверстиями;
15 — дополнительная отделка (штукатурка, обшивка)

2.5. Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. Какие методы натурального измерения прочности существуют?
2. По каким признакам оценивается ориентировочная прочность конструкции?
3. Каковы характерные причины изменения прочности конструкции в процессе эксплуатации?
4. Каков порядок обработки многократно повторяемых результатов испытаний?
5. Какова методика неразрушающего контроля прочности конструкции?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ВСН 57–88(р). Положение по техническому обследованию жилых зданий.
2. ГОСТ 31937–2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
3. Дементьева М. Е. Оценка и обеспечение эксплуатационных свойств конструкций зданий : учебное пособие / М. Е. Дементьева.— Москва : МГСУ, 2008.— 231 с.
4. Дементьева М. Е. Теоретические основы износа материалов и конструкций : конспект лекций / М. Е. Дементьева.— Москва : МГСУ, 2013.— 76 с.
5. Кириленко А. М. Диагностика железобетонных конструкций и сооружений / А. М. Кириленко.— Москва : Архитектура-С, 2013.— 367 с.
6. Классификатор основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов.— Москва : Госархстройнадзор, 1993.
7. Малахова А. Н. Оценка несущей способности строительных конструкций при обследовании технического состояния зданий : учебное пособие / А. Н. Малахова, Д. Ю. Малахов.— Москва : МГСУ, 2015.— 94 с.
8. Орлова А. М. Физико-химические методы анализа строительных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. М. Орлова, И. П. Романова.— Москва : МГСУ, 2016.— URL: <http://www.iprbookshop.ru/49873.html>