



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технологии вяжущих веществ, бетонов и
строительной керамики»

Методические указания
к лабораторной работе № 8
по дисциплине
«Неразрушающие методы контроля»

**«Трещины, их виды.
Приборы для измерения.
Методы наблюдения»**



Автор
Романенко Е.Ю.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания предназначены для бакалавров всех форм обучения направления подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология», профиль «Метрология, стандартизация и сертификация».

Методические указания предназначены для обучающихся, изучающих дисциплину «Неразрушающие методы контроля» для разработки заданий по материалам теоретического курса.

Методические указания разработаны в соответствии с образовательным стандартом, содержат информацию для лабораторных работ направленных на развитие творческого подхода к изучению дисциплины с учетом требований национальной базы по стандартизации и Федерального закона «О техническом регулировании».

Целью выполнения лабораторной работы является овладение навыками лабораторных методов определения размера и характера трещин на конструкциях зданий и сооружений. Изучение приспособлений и приборов для определения величины раскрытия и глубины трещин, а также правил ведения наблюдений за ними.

Автор

к. техн. наук, доц. кафедры «Технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики» Романенко Е.Ю.





Оглавление

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 ТРЕЩИНЫ, ИХ ВИДЫ. ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ. МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЯ	4
Контрольные вопросы	14
Литература	15

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

ТРЕЩИНЫ, ИХ ВИДЫ. ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ. МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЯ

Трещины в конструкциях служат внешним признаком их перегрузки и деформации. Они могут быть вызваны разными причинами, иметь различные последствия, а потому подразделяются на *опасные* в настоящее время или в перспективе и *неопасные*. При обнаружении трещин важно выяснить причину их возникновения и дать правильную им характеристику, установить, продолжается ли их развитие или прекратилось.

Мелкие трещины в виде сетки неправильного очертания и одинаковой ширины возникают вследствие недоброкачества цемента или нестандартной температурно-влажностной обработки бетона при его твердении; это усадочные трещины. Они опасны, ибо могут привести к раскрытию арматуры, а тем самым к доступу агрессивной среды. Такие трещины возникают на крупных панелях из-за температурных воздействий.

Трещины в растянутой зоне армокаменных и железобетонных изгибаемых конструкций, направленные перпендикулярно ребру и затухающие к нейтральной оси, обычно образуются в результате перегрузки конструкции. Наклонные трещины на вертикальных гранях у опор изгибаемых элементов, затухающие также к нейтральной оси, нередко возникают вследствие неправильного армирования хомутами и отгибами.

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

1. Трещины неопасные, ухудшающие только качество лицевой поверхности.

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

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

В металлических конструкциях появление трещин в большинстве случаев определяется явлениями усталостного характера, что часто наблюдается в подкрановых балках и других конструкциях, подверженных переменным динамическим нагрузкам.

Возникновение трещин в железобетонных или каменных конструкциях определяется локальными перенапряжениями,

увлажнением бетона и расклинивающим действием льда в порах материала, коррозией арматуры и действием многих труднопрогнозируемых факторов.

Следует различать трещины, появление которых вызвано напряжениями, проявившимися в железобетонных конструкциях в процессе изготовления, транспортировки и монтажа, и трещины, обусловленные эксплуатационными нагрузками и воздействием окружающей среды.

В железобетонных конструкциях к трещинам, появившимся в доэксплуатационный период, относятся: усадочные трещины, вызванные быстрым высыханием поверхностного слоя бетона и сокращением объема, а также трещины от набухания бетона; трещины, вызванные неравномерным охлаждением бетона; трещины, вызванные большим гидратационным нагревом при твердении бетона в массивных конструкциях; трещины технологического происхождения, возникшие в сборных железобетонных элементах в процессе изготовления, транспортировки и монтажа.

Трещины, появившиеся в эксплуатационный период, разделяются на следующие виды: трещины, возникшие в результате температурных деформаций из-за нарушений требований устройства температурных швов или неправильности расчета статически неопределимой системы на температурные воздействия; трещины, вызванные неравномерностью осадок грунтов основания; трещины, обусловленные силовыми воздействиями, превышающими способность железобетонных элементов воспринимать растягивающие напряжения.

При наличии трещин на несущих конструкциях зданий и сооружений необходимо организовать систематическое наблюдение за их состоянием и возможным развитием с тем, чтобы выяснить характер деформаций конструкций и степень их опасности для дальнейшей эксплуатации.

Ширина раскрытия трещин измеряется отсчетным микроскопом «Мир-2» или трещиномером, микроскопа МПБ-2 с ценой деления 0,02 мм, пределом измерения 6,5 мм и микроскопа МИР-2 с пределами измерений от 0,015 до 0,6 мм, а также лупы с масштабным делением (лупы Бринеля) или других приборов и инструментов, обеспечивающих точность измерений не ниже 0,1 мм (рис. 1, 2).

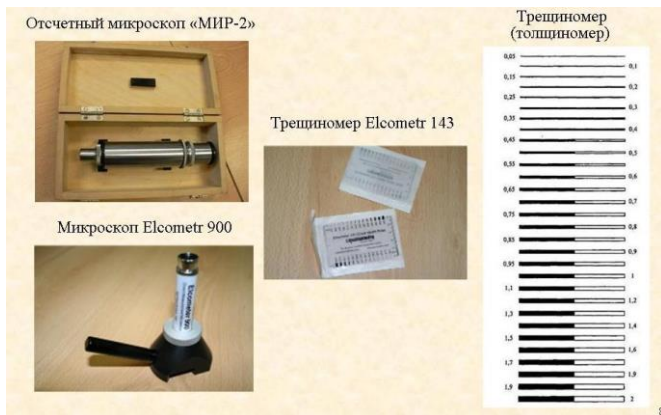


Рис. 1. Средства наблюдения за трещинами

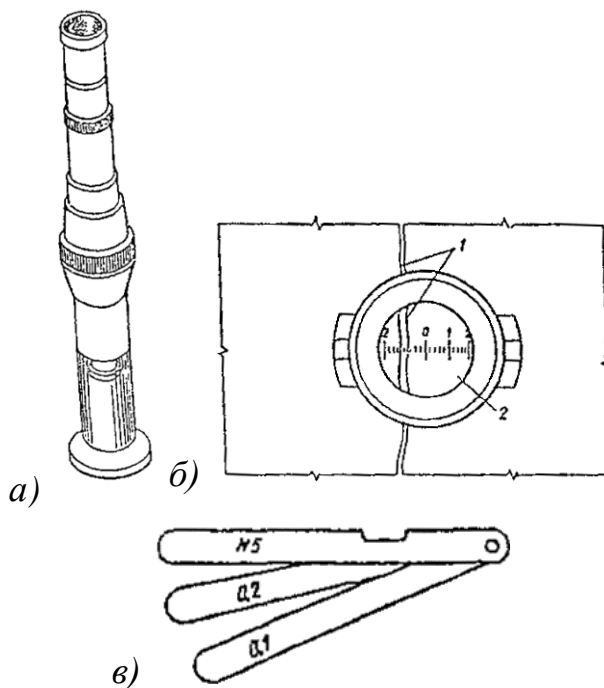


Рис. 2. Приборы для измерения раскрытия трещин
 а – отсчетный микроскоп МПБ-2, б – измерение ширины раскрытия трещины лупой: 1 – трещина; 2 – деление шкалы лупы; в – щуп

Глубину трещин устанавливают, применяя иглы и проводочные щупы (рис.1) , а также при помощи ультразвуковых приборов типа УК-14 ПМ, Бетон-32, Пульсар-1.0, Пульсар-1.1, Пульсар-1.2.

При применении ультразвукового метода глубина трещины устанавливается по изменению времени прохождения импульсов как при сквозном прозвучивании, так и методом продольного профилирования при условии, что плоскость трещинообразования перпендикулярна линии прозвучивания (рис. 3). Глубина трещины определяется из соотношений:

$$h = \frac{V}{2} \sqrt{t_e - t_a} \quad (1)$$

$$V = \frac{a}{t_a} \quad (2)$$

где h – глубина трещины;
 V – скорость распространения ультразвука на участке без трещин, мк/с;
 t_a, t_e – время прохождения ультразвука на участке без трещины и с трещиной, с;
 a – база измерения для обоих участков, см.

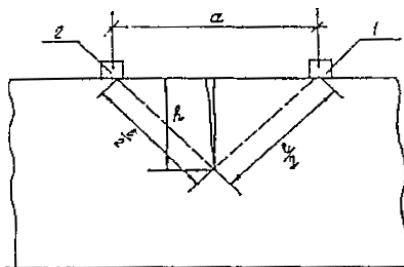


Рис.3. Определение глубины трещин в конструкции
 1 – излучатель; 2 – приемник

Важным средством в оценке деформаций конструкций, в частности трещин, являются маяки: они позволяют установить качественную картину деформации (а рычажные маяки – и их величину). Маяк представляет собой пластинку длиной 200-250 мм, шириной 40-50 мм, высотой 6-10 мм, из гипса или цементно-песчаного раствора, наложенную поперек трещины, или две стеклянные или металлические пластинки, с закрепленным одним

концом. каждая по разные стороны трещины, или рычажную систему. Разрыв маяка или смещение пластинок по отношению друг к другу свидетельствуют о развитии деформаций.

Маяки ставятся на очищенную поверхность конструкции перпендикулярно трещине: цементные и алебастровые – не менее двух на трещину и на каждый метр по одному маяку, остальные – на каждые 3 метра по одному маяку, но не менее одного маяка на трещину. Осмотр маяков производится через неделю после их установления, а затем один раз в месяц. При интенсивном трещинообразовании обязателен ежедневный контроль.

На конструкции и в специальном журнале отмечается номер и дата установки маяка; в журнале, кроме того, записывается ширина раскрытия трещины и приводится схема установки маяков.

При разрыве цементного или алебастрового маяка, что свидетельствует о развитии трещины, ставятся новые маяки, и в журнале указывается дата появления разрыва.

Наблюдение за маяками и установка новых маяков продолжается до прекращения развития трещины.

Наблюдение за развитием трещин проводится по графику, который в каждом отдельном случае составляется в зависимости от конкретных условий.

Трещины выявляются путем осмотра поверхностей конструкций, а также выборочного снятия с конструкций защитных или отделочных покрытий.

Следует определить положение, форму, направление, распространение по длине, ширину раскрытия, глубину, а также установить, продолжается или прекратилось их развитие.

На каждой трещине устанавливают маяк, который при развитии трещины разрывается. Маяк устанавливают в месте наибольшего развития трещины.

При наблюдениях за развитием трещин по длине концы трещин во время каждого осмотра фиксируются поперечными штрихами, нанесенными краской или острым инструментом на поверхности конструкции. Рядом с каждым штрихом проставляют дату осмотра.

Расположение трещин схематично наносят на чертежи общего вида развертки стен здания, отмечая номера и дату установки маяков. На каждую трещину составляют график ее развития и раскрытия.

Трещины и маяки в соответствии с графиком наблюдения периодически осматриваются, и по результатам осмотра составляется акт, в котором указываются: дата осмотра, чертеж с рас-

$$S = F - klt, \quad (3)$$

где F – отсчет по мессуре, мм;
 k – коэффициент линейного расширения металла плеча мессуры;
 t – температура воздуха в момент отсчета; l – длина плеча мессуры, мм.

Щелемер для длительных наблюдений показан на рис. 8. Он состоит из двух марок, каждая из которых представляет собой цилиндр из некорродирующего металла с полушаровой головкой, укрепленной на квадратном фланце из листовой стали. Для закрепления фланца в бетоне к нему приваривается анкерная скоба. Пара таких марок устанавливается по обе стороны трещины. Измерение расстояния между марками во время каждого осмотра производится штангенциркулем дважды: в обхват цилиндров и в обхват полушаровых головок с упором ножек штангенциркуля в торцы цилиндров. Однозначность изменений расстояний по обоим измерениям между циклами укажет на отсутствие ошибок при производстве замеров. Щелемер для измерения деформаций широких швов схематически показан на рис. 9. Он состоит из двух отрезков уголкового железа (100 100 100 мм), прикрепленных к обеим сторонам шва при помощи анкерных болтов. К концам уголков прикрепляются две фасонные пластинки из некорродирующего металла. При деформациях шва пластинки скользят одна по другой. Деформацию шва определяют как разность расстояний между вертикальными плоскостями пластинок в отдельных циклах измерений.

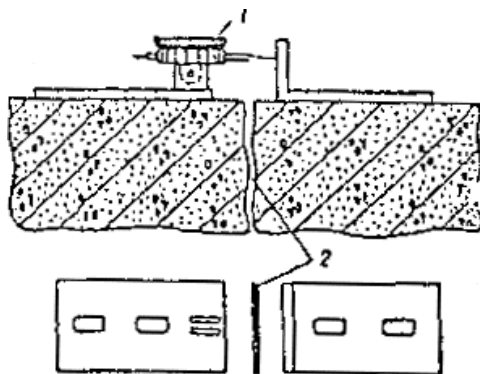


Рис. 7. Щелемер с мессурой
 1 – мессура; 2 – трещина

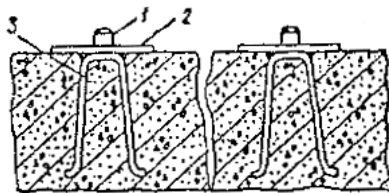


Рис. 8. Щелемер для длительных наблюдений
1 – марка; 2 – фланец; 3 – анкерная плита

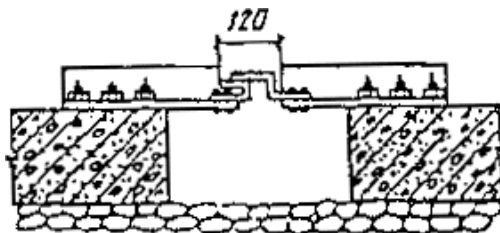


Рис. 9. Щелемер для измерения широких трещин и швов

Для наблюдений за трещинами и осадками в стенах применяют стрелочно-рычажное устройство (рис. 10). Оно состоит из деревянной или металлической стрелки длиной 0,7-1 м, шарниров и мерной шкалы. Шарниры, закрепляющие стрелку на стене, расположены по обе стороны от трещины. Длина остальной свободной части стрелки в 10 раз больше расстояния между указанными шарнирными креплениями. Таким образом, вертикальному смещению одного шарнира относительно другого соответствует в 10 раз большее смещение вверх или вниз конца стрелки над мерной шкалой (металлической или деревянной рейкой). В этих условиях величина осадок по обе стороны трещины в 1 мм соответствует смещению конца стрелки на 10 мм. При установке прибора на стене свободный конец стрелки помещается над нулевым делением мерной шкалы.

В журнале наблюдений фиксируются: номер и дата установки маяка или щелемера, место и схема их расположения, первоначальная ширина трещины, изменение со временем длины и глубины трещины.

По данным измерений строят график хода раскрытия трещин (рис. 11).

В случае деформации маяка рядом с ним устанавливается

новый, которому присваивается тот же номер, но с индексом. Маяки, на которых появились трещины, не удаляют до окончания наблюдений.

Если в течение 30 суток изменение размеров трещин не будет фиксировано, их развитие можно считать законченным, маяки можно снять и трещины заделать.

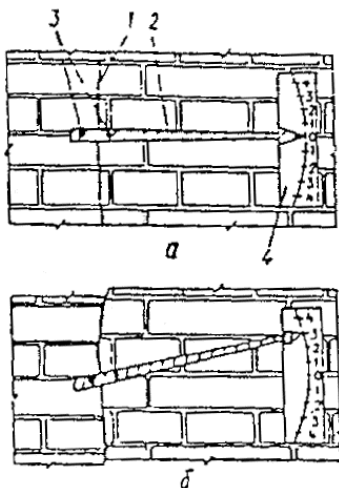


Рис. 10. Стрелочный рычажный прибор для определения интенсивности неравномерной осадки стены
 а – положение прибора до осадки стены;
 б – положение прибора после осадки стены; 1 – трещина;
 2 – указательная стрелка; 3 – шарнирное крепление стрелки на стене;
 4 – мерная шкала

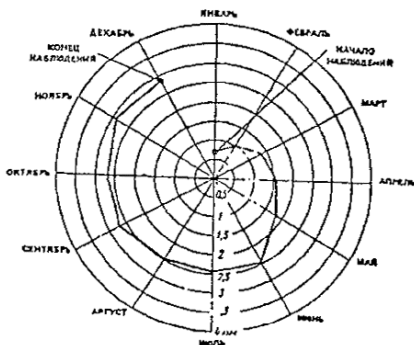


Рис. 11. График хода раскрытия трещин

Контрольные вопросы

- 1 Какие виды трещин вы знаете?
- 2 Перечислите приборы для измерения глубины и величины раскрытия трещин.
- 3 Как определить глубину трещины ультразвуковым прибором?
- 4 Какие виды маяков вы знаете?
- 5 Что такое щелемер и какие конструкции щелемеров вы знаете?
- 6 Для чего устанавливается стрелочный рычажный прибор и как строится график хода раскрытия трещин.
- 7 Как ведется и содержание журнала наблюдения за трещинами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин В. М., Сокова С. Д. Обследование и испытание конструкций зданий и сооружений: учебник; М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014.
2. Ушаков И. И., Бондарев Б. А. Основы диагностики строительных конструкций: Учебное пособие для студентов строит. спец.; Ростов н/Д: Феникс, 2008.
3. Ткаченко Г. А. Нормативно-техническое обеспечение и управление качеством в промышленности строительных материалов: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению "Строительство"; Ростов н/Д: Ростовский государственный строительный университет, 2003.
4. Электронная библиотечная система: www.znaniium.com.
5. Электронная библиотечная система РГСУ: <http://lib.rgsu.ru/MegaPro/ Web>.
6. Комплект лазерных дисков с примерами испытаний конструкций неразрушающими методами.
7. Проспекты на приборы и системы контроля качества.
8. ГОСТ 29167-91. «Бетоны. Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении».
9. ГОСТ Р 53778-2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»;
10. СП 13-102-2003. «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений».
11. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. АО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ», М., 2004.
12. Рекомендации по обследованию и мониторингу технического состояния эксплуатируемых зданий, расположенных вблизи нового строительства или реконструкции. НИИОСП, М., 1998.