

Лекция 3

Обследование зданий и сооружений (продолжение)

Учебные вопросы:

1. Сбор и анализ технической документации при обследовании;
2. Уточнение объёмно-планировочного и конструктивного решений здания и конструкций;
3. Предварительный осмотр объекта;
4. Отклонения действительного состояния конструкций;
5. Инструментальные измерения при натурном освидетельствовании конструкций;
6. Выявление трещин, дефектов и повреждений при натурном освидетельствовании конструкций;
7. **Уточнение нагрузок и воздействий на обследуемые конструкции**

Сбор и анализ технической документации при обследовании

Изучение проектной документации включает в себя:

- установление года проектирования объекта, норм проектирования, автора проекта;
- изучение рабочих чертежей здания или сооружения (планов, разрезов, архитектурно-строительных узлов);
- изучение рабочих чертежей конструкций, узлов их сопряжений и опираний; выяснение серий конструкций, марок конструктивных элементов;
- установление расчетных схем конструкций и нагрузок (включая паспортные данные о нагрузках и режиме работы подъёмно-транспортного оборудования);
- ознакомление с имеющимися расчётами конструкций;
- получение сведений о предполагаемых условиях эксплуатации и о технологических процессах, связанных с воздействием на несущие конструкции;
- ознакомление с материалами инженерно-геологических изысканий.

Иногда проектной документации у владельца недвижимости (заказчика) нет.

[В начало](#)

Сбор и анализ технической документации при обследовании

Изучение строительной (исполнительной) документации включает в себя:

- установление года (лет) строительства объекта, производителя работ, даты сдачи в эксплуатацию;
- установление заводов-изготовителей строительных конструкций;
- изучение паспортов и сертификатов на строительные материалы и конструкции;
- анализ актов на скрытые работы (позволяющих убедиться, например, в правильности армирования монолитных участков и поясов, укладке бетона необходимой прочности, надлежащем качестве сварки в замоноличенных позднее стыках, нанесении гидроизолирующих слоев, позднее скрытых под грунтом и т.д.), основного журнала производства работ, вспомогательных журналов (бетонных работ, сварочных работ, бетонирования стыков), специальных журналов (например, производства работ по монтажу дворового газопровода);
- рассмотрение материалов авторского и геодезического контроля; разрешений и согласований на отступления от проекта.

Иногда строительная документация у владельца недвижимости (заказчика) отсутствует.

[В начало](#)

Сбор и анализ технической документации при обследовании

Изучение эксплуатационной документации включает в себя:

- анализ изменений проектных объёмно-планировочных и конструктивных решений в процессе эксплуатации здания или сооружения (перестройки, перепланировки, надстройки);
- изучение результатов ранее проведенных обследований объекта, испытаний материалов и конструкций, вскрытий, рекомендаций по усилению и восстановлению конструкций, документации по ремонтам.

Иногда эксплуатационная документация у владельца недвижимости (заказчика) также отсутствует.

В начало

Сбор и анализ технической документации при обследовании

В случае отсутствия проектной, строительной или эксплуатационной документации Вам придётся нужную для успешного проведения обследования информацию добывать самостоятельно.

- Так, из разговоров со старыми работниками предприятия, старожилами, бывшими строителями Вам может быть удастся узнать, например, и размеры котлована, и глубину заложения фундамента, и в каком году был пожар, землетрясение или вода заливала подвал здания и т.п. Существуют и косвенные признаки возраста объекта - например, определенные виды и размеры стальных профилей и арматуры выпускались до определенного года.
- При отсутствии проектной документации, в частности планов и разрезов, Вы вынуждены будете при предварительном и основном обследовании произвести обмеры здания или сооружения и сами составить общие архитектурно-строительные чертежи на основе обмерочных эскизов.
- При отсутствии эксплуатационной документации Вами при основном обследовании обязательно должно быть выяснено, изменялась ли расчетная схема той или иной конструкции (например, из-за того, что владельцы объекта поставили непредусмотренную проектом перегородку или, что значительно хуже, убрали промежуточную опору).
- Не должно остаться незамеченным Вами и изменение нагрузки по сравнению с предполагаемой при проектировании нормируемой нагрузкой (например, из-за того, что владельцы объекта добавили или переставили в процессе эксплуатации на новые места оборудование, наложили дополнительные слои на кровле или на перекрытии, осела на конструкции технологическая пыль и т.п.). Самостоятельно Вами собираются данные о ремонтах, которые претерпело здание или сооружение, и произведённых усилениях конструкций.
- Даже если техническая документация имеется в полном объёме, не полагаясь на добросовестность строителей и эксплуатационщиков, при основном обследовании Вам обязательно следует выяснить, проектное ли армирование имеют конструктивные элементы, те ли у них геометрические размеры, той ли серии они принадлежат, элементы тех ли марок смонтированы, те ли прочностные характеристики имеют материалы, те ли условия эксплуатации наблюдались в течение «жизни» конструкций (максимальная и минимальная температуры снаружи и внутри здания, агрессивные выделения, пережитые пожары, землетрясения, наводнения, вибрация, поднятие уровня грунтовых вод и др).

Уточнение объёмно-планировочного и конструктивного решений здания и конструкций

В комплект чертежей архитектурно-строительной части проекта здания входят:

- планы подвала и фундаментов;
- планы неповторяющихся этажей;
- план типового этажа;
- планы полов, чердака и кровли;
- планы перемычек и схемы перегородок.
- на планах производственных зданий указано также расположение подъёмно-транспортного и технологического оборудования;
- чертежи деталей и узлов;
- разрезы;
- чертежи фасадов.

Если этот комплект у владельца объекта имеется, то знакомство с ним при предварительном обследовании здания даст Вам представление о его размерах и форме в плане, взаимном расположении отдельных помещений, их высоте и другую информацию об объёмно-планировочном решении. Вам останется лишь сравнить её с натурой.

Если же указанный комплект отсутствует, то, как указывалось выше, при предварительном и основном обследованиях Вам предстоит произвести **архитектурные обмеры** здания и составить общие архитектурно-строительные чертежи на основе **обмерочных эскизов**.

Уточнение объёмно-планировочного и конструктивного решений здания и конструкций

Досконально разобраться в объёмно-планировочном решении необходимо для того, чтобы знать пролёты и высоты конструкций, схемы их опирания, нагрузки на них.

Конструктивная схема здания или сооружения может быть совершенно очевидной, когда четко видны несущие конструкции, когда видно, какой вид напряжённого состояния имеет та или иная конструкция, каковы условия её опирания, вид стыков (неразрезность балок, шарнирное опирание, защемление или свободное опирание и т.п.).

А бывают, наоборот, весьма сложные схемы, характерные для производственных зданий и сооружений (различные балочные клетки, многоярусное нагромождение оборудования, неясные условия опирания и т.п.).

В процессе предварительного обследования определяются, а в процессе основного обследования уточняются схемы опирания всех конструкций, это даёт возможность при выполнении поверочных расчётов конструкций задаться их достоверными расчётными схемами.

[В начало](#)

Предварительный осмотр объекта

В процессе предварительного (рекогносцировочного) обследования определяется общее состояние конструкций, выявляется частичная или полная потеря их работоспособности из-за смещений, трещин, разрушения защитного слоя бетона, коррозии бетона и стали – то есть чисто **внешнее проявление ненормальной работы конструкций**. При этом выявляются наиболее поврежденные и аварийные участки здания или сооружения и конструкции.

[В начало](#)

Предварительный осмотр объекта

Используя результаты предварительного осмотра объекта, составляют **рабочую программу основного обследования**. Она включает в себя:

- цель и задачи основного обследования;
- состав конкретных работ по обследованию;
- методику выполнения работ;
- перечень необходимых приборов, инструментов, материалов;
- указания о способе безопасного доступа для обследования конструкций со схемами необходимых приспособлений;
- календарный план выполнения работ с указанием сроков временной остановки производственного оборудования;
- задания заказчику на очистку конструкций, изготовление подмостей, вскрытие кровли и т.п.

В **протоколе согласований**, подписываемом ответственными представителями заказчика и исполнителя и утверждённом руководителями обеих сторон, оговариваются условия безопасного проведения работ, сроки временной остановки производственного оборудования и возможности его использования в процессе обследования, перечисляются подготовительные работы, которые должен выполнить заказчик.

Работы, выполняемые в период между предварительным и основным обследованиями принято называть **подготовительными**.

В начало

Отклонения действительного состояния конструкций

- **Отклонения действительного состояния конструкций** - это отличие от предусмотренных проектом пространственного положения, геометрических размеров, формы и сплошности конструкций и их элементов, качества, сечения и размещения соединительных элементов и соединений.
- Отклонения действительного состояния, возникшие на стадии изготовления и монтажа конструкций, являются **дефектами**, а возникшие в результате действия нагрузок и условий эксплуатации конструкций - **повреждениями**.
- Отклонения являются **допустимыми**, если их наличие не препятствует нормальной эксплуатации конструкций, например, искривление оси и винтообразность растянутых элементов ферм, увеличенный строительный подъём стропильных ферм и пр. (в пределах, допускаемых нормами).
- Отклонения являются **недопустимыми**, если их наличие создаёт препятствия нормальной эксплуатации конструкций или вносит такие изменения в расчётную схему, учёт которых требует усиления конструкций.

Инструментальные измерения при натурном освидетельствовании конструкций

Натурное освидетельствование конструкций может быть **СПЛОШНЫМ** или **ВЫБОРОЧНЫМ**.

При **сплошном освидетельствовании** проверяют все конструкции и узлы сопряжения в пределах обследуемого участка.

Выборочный контроль планируют по результатам предварительного осмотра. Если общее состояние конструкций вызывает небезосновательную тревогу, то измеряется большее количество конструкций, если нет - то меньшее, но всегда не менее 20 % однотипных конструкций. В промышленных зданиях с однотипными несущими конструкциями обмеряются: каждая 10-я стропильная конструкция и колонна, но не менее трёх в каждом температурном отсеке; связи между двумя стропильными конструкциями; связи по колоннам в каждом ряду.

Обязательно обмеряются наиболее напряженные элементы и элементы в зонах с агрессивными выделениями.

Если имеются отклонения от проекта, резкая неравномерность свойств материала конструкций и условий их эксплуатации, то выборочное освидетельствование заменяется сплошным.

[В начало](#)

Инструментальные измерения при натурном освидетельствовании конструкций

С помощью инструментальных измерений определяются следующие **геометрические параметры** конструкций: длина (пролет) конструкции; величина опирания конструкции; размеры поперечных сечений, в том числе с учетом ослаблений дефектами и повреждениями; диаметр арматуры; шаг несущих конструкций. Инструменты для этого: рулетки разной длины (5, 10, 20 м и более), металлические и деревянные линейки, складные метры, стальные и тесмянные ленты, штангенциркули, микрометры, толщиномеры. Точность измерений бетонных и каменных конструкций - 1 см, стальных элементов и арматуры - 1 мм.

Линейные измерения здания в плане и по высоте (*архитектурные обмеры*) производят рулетками, складными метрами, лентами. Точность измерений - 1 см. Особо точные обмеры производят фотографическими способами - обычным фотографированием и ортогональным фотографированием.

[В начало](#)

Инструментальные измерения при натурном освидетельствовании конструкций

Ортогональное фотографирование - это **фотограмметрическая** и **стереофотограмметрическая съёмки**. Суть стереофотограмметрической съёмки (stereos (гр.) – пространство; gramma – запись и metro – измеряю) заключается в следующем.

С помощью фототеодолита или фотограмметрической камеры фиксируются с какого-то расстояния большое количество точек объекта в один физический момент. Для решения плоской задачи, когда наблюдаемые точки, перемещаясь, остаются в одной плоскости, т.е. расстояние от прибора до объекта не меняется, достаточно произвести съёмку до и после деформации объекта лишь с одной точки. Такая съёмка называется фотограмметрической.

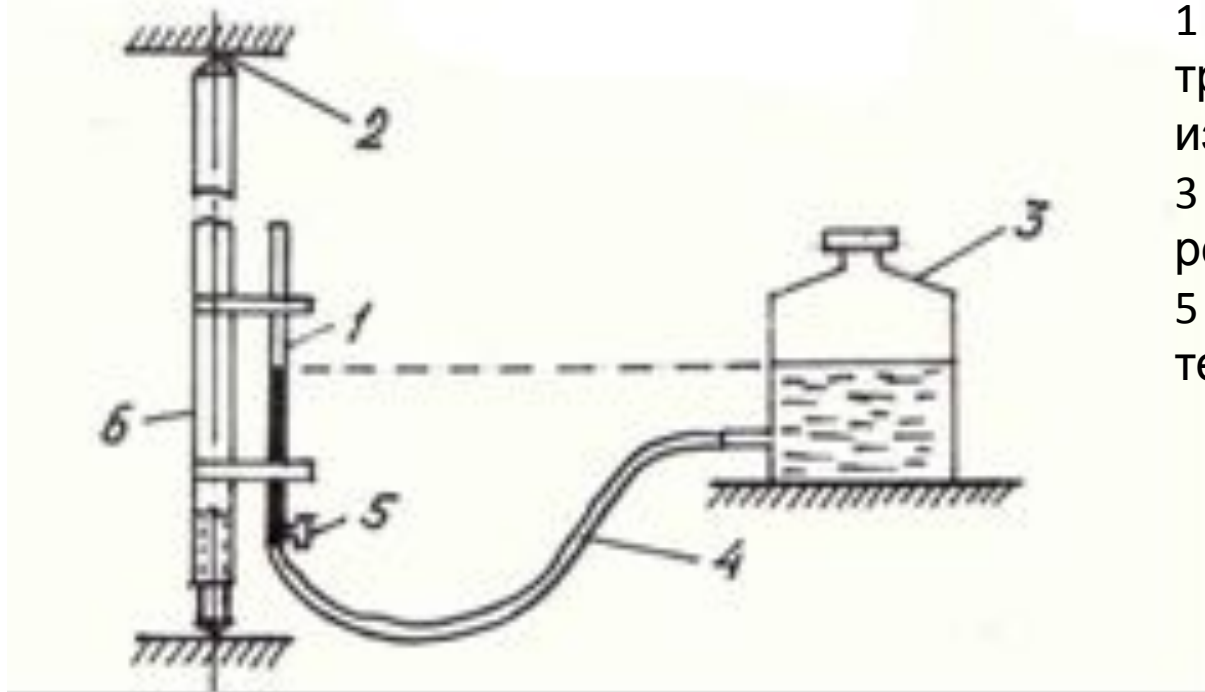
Для решения пространственной задачи, т.е. определения по выполненным снимкам и расстояния до наблюдаемого объекта, производят съёмку с двух точек - концов базиса съёмки. Такая съёмка называется стереофотограмметрической. Повторяя снимки во времени, можно определить сложные деформации объекта.

Таким образом, ортогональным фотографированием можно произвести не только бесконтактные обмеры здания или сооружения, но и определить перемещения и деформации их конструкций.

[В начало](#)

Инструментальные измерения при натурном освидетельствовании конструкций

Измерение вертикальных перемещений производится нивелированием по маркам и реперам с расстояния 30...120 м обыкновенными и прецизионными оптическими нивелирами Н-1, Н-3, Н-05, НЗ, НВ-1, НТ, НА-1, □КОН-007□ и др., оптическими теодолитами с накладным уровнем на трубе ТТ-4, ТОМ, ОТШ, а также гидростатическими нивелирами (уровнями).



- 1 – градуировочная трубка; 2 – точка измерения;
- 3 – сосуд с водой; 4 – резиновый шланг;
- 5 – краник; 6 – телескопическая стойка

[В начало](#)

Инструментальные измерения при натурном освидетельствовании конструкций

Простейшее приспособление для определения **вертикальных деформаций** (прогибов и выгибов) конструкций - три длинные рейки с рисками, нанесенными на одинаковом расстоянии от торцов; двумя рейками упираются в нижнюю грань конструкции непосредственно у опор, а третьей - в середине пролета (на ней нанесена миллиметровая шкала вниз и вверх от исходной риски); между крайними рейками натягивается в уровне рисков тонкая проволочная струна, по шкале средней рейки считывается величина прогиба (выгиба).

Измерение **горизонтальных перемещений** производят с помощью обыкновенных и прецизионных теодолитов с 20...40-кратным увеличением трубы и приборов вертикального проектирования ОЦП-2, «Зенит-ОЦП», «Зенит-Л07» «Карл Цейс Йена, ТБ-1, ТТ-5, ОТШ, ТОМ, ОТ-2 и др. с расстояния 20...40 м.

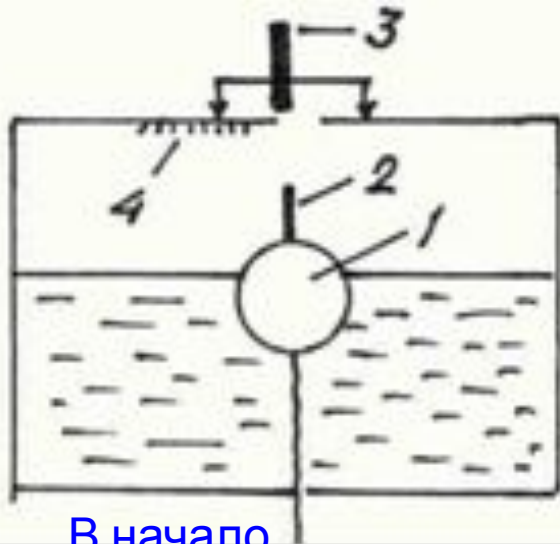
[В начало](#)

Инструментальные измерения при натурном освидетельствовании конструкций

При проверке вертикальности конструкций и зданий (возможные горизонтальные перемещения) используют **отвесы** – прямой и обратный.

В **прямом отвесе** груз во избежание раскачивания опускается в сосуд с вязкой жидкостью, а отсчёты снимаются по шкалам горизонтальных линеек, прикреплённых в проверяемых точках.

В **обратном отвесе**, используемом для контроля перемещений в горизонтальной плоскости конструкций подземных сооружений (например, шахтных стволов) нить поддерживается поплавком в сосуде с жидкостью, закреплённом над проверяемой точкой; а отсчёты



ого штифта и микрометра по шкале на
1 – поплавок; 2 – визирный штифт;
3 – микрометр; 4 – шкала

Для наблюдения за перемещением высотных конструкций (например, телебашни), в подземных галереях и др. случаях эффективно применение лазерных приборов ПИЛ-1, ЛЗЦ-1, лазерного теодолита ЛТ-75, радио- и светодальномеров.

Выявление трещин, дефектов и повреждений при натурном освидетельствовании конструкций

В процессе основного (технического) обследования производится *детальный осмотр конструкций*. Цель его: выявить конструкции и их элементы, изготовление, транспортиро-вание, монтаж или эксплуатация которых проводилась с отклонениями от проекта. Отклонения от проекта на доэксплуатационной стадии «жизни» конструкций вызывают, напомним, **дефектами**, а в процессе эксплуатации – **повреждениями** конструкций.

Элементы с дефектами и повреждениями делятся на две группы: элементы с отклонениями, не вызывающими видимых разрушений; элементы с локальными разрушениями.

- Первая группа: нарушения в опирании конструкций; ненадлежащее качество сварки; ослабление болтовых соединений; лишние монтажные швы; погнутость сжатых стержней; отсутствие горизонтальных или вертикальных связей.
- Вторая группа: ослабление элементов в виде среза болтов, надрезов, сколов, обрыва арматуры, коррозионного поражения стали и бетона, трещин в материале.

Для самостоятельного повторения:

- три категории требований к [трещиностойкости](#) железобетонных конструкций, предельные значения ширины длительного и кратковременного раскрытия трещин в бетоне при применении различных классов арматуры и для разных условий эксплуатации - то есть, одно из допустимых отклонений действительного состояния конструкций;
- виды и причинах коррозии бетона; коррозия стали;
- влияние на свойства материалов влажности, попеременного замораживания и оттаивания, солнечной радиации, химических сред, [температуры окружающего воздуха](#).

Выявление трещин, дефектов и повреждений при натурном освидетельствовании конструкций

Ширину раскрытия трещин в бетонных, железобетонных и каменных конструкциях измеряют с помощью градуировочных луп с 6...8-кратным увеличением; микроскопом МПБ-2 (трубкой Бринелля) с 24-кратным увеличением и ценой деления – 0,05 мм и 0,02 мм, предел измерения – 6,5 мм; микроскопом МБС-2 с 75-кратным увеличением и ценой деления – 0,05 мм; микроскопом МИР-2 (предел измерения 0,015...0,6 мм).

Возможно использование целлулоидных или бумажных трафаретов с нанесёнными на них линиями толщиной 0,05...2 мм путём совмещения линий с краями трещины; масштабных линеек при раскрытии трещин более 2 мм (точность измерений 0,3 мм).

Глубина трещин определяется: по следу на поверхности керна, высверленного из тела конструкции по трещине; с помощью стальных комбинированных щупов; ультразвуковым методом.

Характер трещин в **кладке каменных зданий** наряду с искривлением горизонтальных и вертикальных линий фасадов говорит об общем состоянии стен. Следует различать случаи, когда осадка здания прекратилась, причинённые ею деформации стабилизировались, а следы их исправлены. Более сложны случаи, если осадка или другие деформации стен по каким-то причинам продолжаются и даже возникли вновь. В этих случаях приходится проводить наблюдение за состоянием или поведением трещин во времени с помощью описанных далее способов.

[В начало](#)

Выявление трещин, дефектов и повреждений при натурном освидетельствовании конструкций

Кроме трещин, распространяющихся на всю толщину каменных стен, наблюдаются трещины поверхностные, свидетельствующие о степени износа и прочности материалов стены и самой стены в целом.

Небольшому износу (до 20 %), считающемуся хорошим, способствует монолитность кладки, при которой видимых изменений в ней не обнаруживается, камни и раствор сохраняют прочность, а сцепление камней с раствором не нарушено.

При износе стен от 20 до 40 %, характеризуемом как удовлетворительное их состояние, местами наблюдается разделение кладки на отдельные камни вследствие начинающейся потери сцепления камня с раствором, хотя сам раствор ещё сохраняет прочность. Признаком этого явления является выпадение раствора в швах между отдельными камнями.

Износ 40...60 % характеризует плохое состояние кладки, её прогрессирующее ослабление, признаком чего служит потеря раствором прочности, появление волосяных трещин, выпадение или разрушение некоторых камней, а иногда и выпучивание отдельных мест стены.

Трещины в вертикальных и горизонтальных швах при общем удовлетворительном состоянии кладки дают сигнал о перегрузке участков стен (при смене перекрытий, увеличении нагрузки, при надстройке). При худшем состоянии кладки трещины от перегрузки идут через камни. Особенно снижают несущую способность кладки горизонтальные трещины в простенках и вертикальные в перемычных конструкциях.

[В начало](#)

Выявление трещин, дефектов и повреждений при натурном освидетельствовании конструкций

Сварные швы в **металлоконструкциях** осматривают после их предварительной очистки металлическими щётками. Внешние дефекты сварки (подрезы, кратеры, неравномерность шва по длине и др.) определяют путём осмотра всей поверхности невооружённым глазом; для выявления мелких дефектов используют градуировочные лупы. Катеты швов измеряют универсальными шаблонами.

Мелкие трещины в металле и сварных швах выявляют при помощи индикаторного пенетранта люминесцентных дефектоскопов, а также промазкой керосином и мелом. Скрытые дефекты выявляют с помощью ультразвуковых и магнитных методов, а также методами ионизирующих излучений.

Коррозионный износ металлоконструкций устанавливают визуальной оценкой состояния противокоррозионной защиты предварительно очищенных от загрязнений конструкций и инструментальными замерами участков с повышенным коррозионным износом. Толщину повреждённых коррозией элементов измеряют штангенциркулями, измерительными скобами, толщиномерами с точностью измерений не менее 0,1 мм. Замеры производят после удаления с поражённых участков пластовой ржавчины и противокоррозионного покрытия.

Натяжение заклёпок и болтов контролируют молотком, а неплотность прилегания головок к пакету и зазоры между листами в пакете - с помощью щупов толщиной 0,1...0,5 мм.

[В начало](#)

Выявление трещин, дефектов и повреждений при натурном освидетельствовании конструкций

Результаты измерений размеров трещин, дефектов, повреждений и деформаций конструкций наносят на чертежи (планы, разрезы, развёртки) в масштабе 1:50...1:200. Планы и развёртки должны иметь координатную сетку (прямоугольную, полярную и т.п.), которая привязывается к характерным осям или точкам (реперам) здания.

Дефекты и повреждения узлов сопряжения и отдельных участков конструкций фотографируют или наносят на чертежи (эскизы) крупного масштаба (1:5...1:20). На чертежах указывают очертание и размеры дефектов, повреждений и деформаций конструкций, направление, длину, ширину и глубину трещин. Для краткости записывать результаты измерений на планах, развёртках и в таблицах рекомендуется в закодированном виде.

Результаты измерения деформаций горизонтальных или вертикальных поверхностей наносят на схемы, на которых для наглядности выявляют, наподобие горизонталей, линии равных отклонений от горизонтальной или вертикальной плоскостей. Сечения принимают равными 2...5 мм в зависимости от степени отклонения или нарушения положения или местных дефектов обследуемого элемента и его общих размеров.

Иногда дефекты и повреждения играют и положительную роль: позволяют выявить армирование железобетонных конструкций. Но чаще при обследовании приходится добавлять к существующим естественным ещё и искусственные повреждения - обнажать арматуру для определения её диаметра, класса стали, шага стержней и толщины защитного слоя бетона.

Положение и диаметр арматуры, расположенной с достаточно большим шагом и неглубоко в теле бетона, можно определить магнитным методом, при сложных схемах армирования и глубоко расположенной арматуре – с использованием ионизирующих излучений.

Уточнение нагрузок и воздействий на обследуемые конструкции

Постоянные нагрузки от собственной массы конструкций устанавливают по рабочим чертежам или по результатам обмеров с учётом коэффициентов надёжности по нагрузке согласно СНиП 2.01.07-85.

Постоянные нагрузки от стационарно установленного **оборудования**, трубопроводов и агрегатов определяют по паспортным данным или рабочим чертежам с учётом схемы их размещения и опирания на конструкции. Коэффициент надёжности по нагрузке для них принимается равным единице.

Постоянные нагрузки от **веса покрытий и перекрытий** принимают по результатам вскрытий кровли или пола с последующим определением толщины каждого слоя и плотности его материала. Если разделить слои не удаётся, вскрывают участки площадью 0,25 или 0,5 м² и взвешивают содержимое каждого участка.

Для участка покрытия одной очереди строительства площадью до 3000 м² вскрытия производят не менее чем в трёх местах; на каждые следующие 1000 м² производят дополнительные вскрытия. Результаты вскрытий обрабатывают по формулам математической статистики. Коэффициент надёжности по нагрузке принимают равным единице.

[В начало](#)

Уточнение нагрузок и воздействий на обследуемые конструкции

Нормативные вертикальные **крановые нагрузки** определяют по паспортным данным или путём взвешивания кранов гидравлическими домкратами.

Нормативные значения **атмосферных нагрузок** допускается определять по СНиП 2.01.07-85. Но в некоторых случаях требуется измерить снеговую нагрузку в тех частях кровель, где систематически из года в год скапливаются опасные для покрытий количества снега. С помощью трубчатого прибора, представляющего собой рычажные весы, вырезают образец и рассчитывают массу снежного покрова.

Степень агрессивности среды устанавливают по СНиП 2.03.11-85 в зависимости от температурно-влажностного состояния воздуха и содержащихся в нём химических реагентов. Температурно-влажностные параметры воздуха измеряют в тёплый и холодный периоды года в течение недели в дневное и ночное время при нормальной работе оборудования и систем вентиляции. Рекомендуется в этот же период отбирать пробы на содержание химических реагентов.

При анализе **запылённости воздушной среды** определяют химический состав пыли, её гигроскопические свойства и растворимость в воде; число проб из отложившейся на конструкциях пыли массой 100...250 г зависит от площади помещения и принимается не менее трёх с каждых 100 м².

[В начало](#)

Три категории требований к трещиностойкости железобетонных конструкций

Трещиностойкостью железобетонной конструкции называют ее сопротивление образованию трещин в стадии I напряженно-деформированного состояния или сопротивление раскрытию трещин в стадии II напряженно-деформированного состояния.

К трещиностойкости железобетонной конструкции или ее частей предъявляются при расчете различные требования в зависимости от вида применяемой арматуры. Эти требования относятся к нормальным и наклонным к продольной оси элемента трещинам и подразделяются на три категории:

- первая категория — не допускается образование трещин;
- вторая категория — допускается ограниченное по ширине непродолжительное раскрытие трещин при условии их последующего надежного закрытия (зажатия);
- третья категория — допускается ограниченное по ширине непродолжительное и продолжительное раскрытие трещин.

Непродолжительным считается раскрытие трещин при действии постоянных, длительных и кратковременных нагрузок; продолжительным считается раскрытие трещин при действии только постоянных и длительных нагрузок. Предельная ширина раскрытия трещин (непродолжительная и продолжительная), при которой обеспечиваются нормальная эксплуатация зданий, коррозионная стойкость арматуры и долговечность конструкции, в зависимости от категории требований по трещиностойкости не должна превышать 0,05— 0,4 мм.

Предварительно напряженные элементы, находящиеся под давлением жидкости или газов (резервуары, напорные трубы и т. п.), при полностью растянутом сечении со стержневой или проволочной арматурой, а также при частично сжатом сечении с проволочной арматурой диаметром 3 мм и менее должны отвечать требованиям первой категории. Другие предварительно напряженные элементы в зависимости от условий работы конструкции и вида арматуры должны отвечать требованиям второй или третьей категории. Конструкции без предварительного напряжения, армированные стержневой арматурой.

Порядок учета нагрузок при расчете по трещиностойкости зависит от категории требований по трещиностойкости: при требованиях первой категории расчет ведут по расчетным нагрузкам с коэффициентом надежности по нагрузке (как при расчете на прочность); при требованиях второй и третьей категорий расчет ведут на действие нормативных нагрузок с коэффициентом 1. Расчет по образованию трещин для выяснения необходимости проверки по кратковременному раскрытию трещин при требованиях второй категории выполняют на действие расчетных нагрузок с коэффициентом; расчет по образованию трещин для выяснения необходимости проверки по раскрытию трещин при требованиях третьей категории выполняют на действие нагрузок с коэффициентом.

В расчете по трещиностойкости учитывают совместное действие всех нагрузок, кроме особых. Особые нагрузки учитывают в расчете по образованию трещин в тех случаях, когда трещины приводят к катастрофическому положению.

Расчет по закрытию трещин при требованиях второй категории производят на действие постоянных и длительных нагрузок с коэффициентом. На концевых участках предварительно напряженных элементов в пределах длины зоны передачи напряжений с арматуры на бетон 1Р не допускается образование трещин при совместном действии всех нагрузок (кроме особых), вводимых в расчет с коэффициентом. Это требование вызвано тем, что преждевременное образование трещин в бетоне на концевых участках элементов может привести к выдергиванию арматуры из бетона под нагрузкой и внезапному разрушению.

Трещины, если они возникают при изготовлении, транспортировании и монтаже в зоне, которая, впоследствии под нагрузкой будет сжатой, приводят к снижению усилий образования трещин в растянутой при эксплуатации зоне, увеличению ширины их раскрытия и увеличению прогибов. Влияние этих трещин учитывается в расчетах конструкций. Для элементов, работающих в условиях действия многократно повторных нагрузок и рассчитываемых на выносливость, образование таких трещин не допускается.

Влияние температуры окружающего воздуха

В частности, в материалах с малой теплопроводностью (бетон) при колебаниях температуры возникают тепловые волны, плавно, постепенно проникающие вглубь элементов. Незначительные колебания не вызывают в конструкции существенных изменений, хотя в ней и возникает неравномерное поле напряжений. В материалах же с большой теплопроводностью (металл) тот же фактор вызывает существенные циклические деформации. Поэтому, например, железнодорожные и трамвайные рельсы пригоняются друг к другу с зазором.

[Назад](#)