

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

Кафедра "Основания и фундаменты"

Конспект лекций

по дисциплине:

"Обследование фундаментов, надземных строительных конструкций и оценка их технического состояния"

для аспирантов по направлению

**08.06.01 - Техника и технология строительства,
профиль подготовки:**

"Основания и фундаменты, подземные сооружения"

Лектор:

д-р техн. наук, профессор

А.И. Полищук

Краснодар, 2015 г.

Лекция 1. Основные положения по обследованию и испытанию сооружений

1.1 Основные положения по обследованию и испытанию сооружений

Обследование технического состояния здания (сооружения) - комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений

контролируемых параметров, характеризующих работоспособность объекта обследования и определяющих возможность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или необходимость восстановления, усиления, ремонта, и включающий в себя обследование грунтов основания и строительных конструкций на предмет выявления изменения свойств грунтов, деформационных повреждений, дефектов несущих конструкций и определения их фактической несущей способности.

Цель комплексного обследования технического состояния здания (сооружения) заключается в определении действительного технического состояния здания (сооружения) и его элементов, получении количественной оценки фактических показателей качества конструкций (прочности, сопротивления теплопередаче и др.) с учетом изменений, происходящих во времени, для установления состава и объема работ по капитальному ремонту или реконструкции.

1.2 Цели и задачи испытаний в строительстве: испытания вновь запроектированных конструкций.

Основная задача испытаний сооружений заключается в установлении соответствия между реальным поведением строительной конструкции и ее расчетной схемой. Инженерные сооружения представляют собой достаточно сложные механические системы, состоящие из большого числа элементов, работающих в условиях сложного напряженно-деформированного состояния и образующих пространственные конструкции. Несмотря на существенное развитие современной строительной механики, на широкое привлечение к расчетам ПК, при рассмотрении конкретных объектов, в том числе и строительных конструкций, возникает необходимость идеализации расчетных схем, которые учитывают лишь главные, основные свойства, характеризующие состояние реальной конструкции. Кроме того, поведение строительных конструкций связано с рядом факторов, носящих случайный характер, например, прочностные характеристики даже такого однородного материала, как сталь, подвержены разбросу. Так, анализ пределов текучести для стали марки Ст.3 – предел текучести может изменяться от 200 до 320 МПа. Еще больший разброс прочности имеют бетон и древесина. Значительной изменчивостью характеризуются нагрузки, действующие на строительные конструкции, здания и сооружения: собственный вес, ветер и снег, крановые нагрузки и др.

1.3 Испытания новых построенных конструкций, испытание эксплуатируемых конструкций и сооружений

В настоящее время существуют четыре разновидности испытаний; приемочные испытания, испытания эксплуатируемых объектов, испытания конструкций и деталей при их серийном производстве, научно-исследовательские испытания.

1. При *приемочных испытаниях* (при передаче законченных сооружений в эксплуатацию и промежуточных приемах в процессе строительства) проверяются состояние объекта и соответствие показателей его работоспособности проектным и нормативным требованиям.

2. *Испытания уже эксплуатируемых сооружений* проводятся:

- для проверки возможности продолжения нормальной службы объекта под эксплуатационной нагрузкой;
- для проверки эксплуатационной надежности объекта при появлении значительных повреждений, например, после пожара и в других аналогичных случаях, ставящих под сомнение работоспособность сооружения;
- для выяснения возможности повышения эксплуатационной нагрузки при реконструкции объекта или изменении характера его использования.

3. *Испытания конструкций и деталей* при их серийном изготовлении выполняются путем выборочных испытаний отдельных образцов (продукции) с доведением до разрушения. Задачей испытаний в данном случае является установление фактической несущей способности и других характеристик испытываемых образцов либо продукции с распространением полученных результатов на всю изготовленную партию.

4. *Научно-исследовательские испытания* и испытания опытных объектов проводятся:

- при применении новых конструктивных решений и при апробации новых методов расчета;
- при использовании новых строительных материалов с характеристиками, требующими проверки под действием нагрузки;
- при особых режимах эксплуатации, например в полярных или субтропических условиях, под действием волн и морской воды и т.д. Такие испытания могут производиться непосредственно в натуре или лабораторным путем с искусственным обеспечением необходимого режима.

1.4 Техническая документация. Действия проектировщиков при отсутствии документации.

Техническая документация — набор документов, используемых при проектировании (конструировании), создании (изготовлении) и использовании (эксплуатации) каких-либо технических объектов: зданий, сооружений, промышленных товаров, программного и аппаратного обеспечения.

Техническую документацию разделяют на несколько видов:

- конструкторская документация;

- эксплуатационная документация;
- ремонтная документация;
- технологическая документация;
- документы, определяющие технологический цикл изделия;
- документы, дающие информацию, необходимую для организации производства и ремонта изделия;

Технической документацией также может называться технический паспорт, техническое руководство или техническая литература.

При отсутствии технической документации лицо, выполняющее работы по обследованию обязано указать в техническом задании работы по обмерам строительных конструкций, определению армирования и прочностных характеристик конструкций.

Лекция 2. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений по ГОСТ 31937-2011

2.1 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений по ГОСТ 31937-2011.

Основным документом, регламентирующим работы по обследованию зданий и сооружений, а также оценке их технического состояния, является международный государственный стандарт ГОСТ 31937-2011.

Термины и определения, используемые при формировании исполнительной документации по обследованию зданий и сооружений:

оценка технического состояния: Установление степени повреждения и категории технического состояния строительных конструкций или зданий и сооружений в целом, включая состояние грунтов основания, на основе сопоставления фактических значений количественно оцениваемых признаков со значениями этих же признаков, установленных проектом или нормативным документом.

поверочный расчет: Расчет существующей конструкции и (или) грунтов основания по действующим нормам проектирования с введением в расчет полученных в результате обследования или по проектной и исполнительной документации: геометрических параметров конструкций, фактической прочности строительных материалов и грунтов основания, действующих нагрузок, уточненной расчетной схемы с учетом имеющихся дефектов и повреждений.

нормативное техническое состояние:

Категория технического состояния, при котором количественные и качественные значения параметров всех критериев оценки технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений, включая состояние грунтов основания, соответствуют установленным в проектной документации значениям с учетом пределов их изменения.

работоспособное техническое состояние:

Категория технического состояния, при которой некоторые из числа оцениваемых контролируемых параметров не отвечают требованиям проекта

или норм, но имеющиеся нарушения требований в конкретных условиях эксплуатации не приводят к нарушению работоспособности, и необходимая несущая способность конструкций и грунтов основания с учетом влияния имеющихся дефектов и повреждений обеспечивается.

ограниченно-работоспособное техническое состояние:

Категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая: состояние грунтов основания, при которой имеются крены, дефекты и повреждения, приведшие к снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения, потери устойчивости или опрокидывания, и функционирование конструкций и эксплуатация здания или сооружения возможны либо при контроле (мониторинге) технического состояния, либо при проведении необходимых мероприятий по восстановлению или усилению конструкций и (или) грунтов основания и последующем мониторинге технического состояния (при необходимости).

аварийное состояние:

Категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая состояние грунтов основания, характеризующаяся повреждениями и деформациями, свидетельствующими об исчерпании несущей способности и опасности обрушения и (или) характеризующаяся кренами, которые могут вызвать потерю устойчивости объекта.

2.2 Изучение проектной документации. Полное и выборочное обследование. Назначение объема выборки. Этапы обследования и виды проводимых работ. Выявление дефектов и повреждений. Инструментальное измерение геометрических и физических параметров конструкций.

Перед началом работ необходимо внимательно изучить имеющуюся по объекту проектную документацию (при ее наличии).

Виды проектной документации, необходимые для проведения обследования и оценки технического состояния зданий (сооружений):

- технический паспорт;
- рабочие проекты архитектурных решений, конструктивных решений, инженерных сетей и коммуникаций;
- данные о ранее проведенных обследованиях на объекте;
- данные о грунтовых условиях площадки строительства.

На основании изученной документации формируются разделы отчета по оценке грунтовых условий площадки строительства, общие данные об объекте.

Полное (сплошное) обследование характеризуется обследованием всех строительных конструкций, входящих в состав объекта изысканий.

Выборочное обследование назначается в случае, когда во время предпроектного обследования предварительное техническое состояние (на основании визуального осмотра строительных конструкций) в целом

оценивается как ограниченно-работоспособное, работоспособное либо нормативное.

Объем выборки назначается в зависимости от степени повреждения конструкций на объекте.

Лекция 3. Состав работ по обследованию конструкций зданий, сооружений

3.1 Состав работ по обследованию конструкций зданий, сооружений.

Обследование строительных конструкций осуществляется на основе задания и включает в себя следующие этапы:

1. Предварительный визуальный осмотр с целью ознакомления с объектом исследования, выявления возможных аварийных участков, а также определения действительного возраста, наличия технической документации, предполагаемых изменений в эксплуатации объекта.

2. Составление программы обследования с обязательными мероприятиями по технике безопасности при проведении работ.

3. Изучение всей имеющейся по объекту технической документации: рабочих и исполнительных чертежей, актов на скрытые работы, журналов производства работ, заключений предшествующих обследований, паспортов на оборудование и т. д.

4. Изучение условий эксплуатации, технологии производства, температурно-влажностного режима, агрессивности среды. Взятие проб воздуха, пыли, воды и т. д. для химического анализа.

5. Геологические и гидрогеологические исследования, позволяющие оценить состояние грунтов основания, наличие и агрессивность грунтовых вод. Проводят бурение скважин или отрывают шурфы вблизи стен подвала или фундаментов и проводят лабораторные исследования фунтов.

6. Геодезические работы по определению положения здания и его частей (отметки, крены и т. д.), в том числе и определение размеров труднодоступных частей здания или сооружения, например: башен, мостов, эстакад и т. д.

7. Обмер конструкций, узлов и элементов с целью проверки соответствия фактических размеров проектным. При отсутствии проектной документации — составление обмерочных чертежей конструкций, узлов, планов, разрезов, фасадов здания или сооружения, фотографирование их.

8. Детальный осмотр элементов объекта с выявлением износа, дефектов, повреждений конструкций, составлением дефектных ведомостей. Анализ причин. При этом возможны работы по вскрытию полов, чердачных перекрытий, заделанных в стены опорных узлов балок и т. д.

9. Оценка прочностных свойств материалов, примененных в конструкциях: включающая отбор образцов (проб) материала, химический анализ, испытания образцов, статистическую обработку данных и выводы о классе бетона, арматуры, марок кирпича и раствора и т. д.

10. Уточнение нагрузок, действующих на конструкции: массы конструкций и оборудования, временных нагрузок, влияние температур, осадков и т. д.

11. Выявление действительной расчетной схемы здания в целом и его отдельных конструкций. Определяют характер закрепления концов стержней, неразрезность, тип опор, возможность совместной пространственной работы ряда конструкций, пространственной работы здания в целом.

12. Проверочные расчеты конструкций, узлов, стыков, соединений с учетом реальных расчетных схем, нагрузок, ослаблений сечений, кривизны элементов и других дефектов конструкций и уточненных расчетных сопротивлений материала конструкций.

13. Испытание конструкций пробной нагрузкой. Проводят редко, только когда неясна работа конструкции из-за недостаточности (неполноты) результатов обследования.

14. Составление заключения о техническом состоянии конструкций или технического паспорта на объект исследования.

15. Разработка рекомендаций по дальнейшей нормальной эксплуатации конструкций и, при необходимости, разработка вариантов усиления конструкций или узлов и здания в целом.

Представленная методика обследования зданий и сооружений может быть сокращена или расширена при обследовании конкретных объектов, с учетом поставленных задач и намеченных сроков.

3.2 Обследование подземной части здания. Состав работ при обследовании оснований и фундаментов из шурфов. Назначение мест отрывки шурфов. Назначение мест бурение разведочных скважин при реконструкции зданий. Глубина бурения скважин. Основные физико-механические характеристики, получаемые в процессе проходки шурфов (в лабораториях).

Обследование оснований и фундаментов является наиболее сложным и ответственным видом работ ввиду многообразия скрытых факторов, влияющих на них, а также потому, что надежность фундаментов во многом определяет состояние наземных конструкций. Обследование оснований и фундаментов включает следующие этапы работ:

- подготовительный, в котором изучается имеющаяся проектно-изыскательская документация, и уточняются задачи обследования;
- натурный (полевой), предназначенный для получения или уточнения физико-механических свойств оснований и конструкций фундаментов и характеристик грунтовых вод;
- лабораторный, необходимый для получения истинных характеристик свойств оснований и фундаментов;
- камеральный, предназначенный для определения состава мероприятий, обеспечивающих требуемые эксплуатационные свойства оснований и

фундаментов.

3.3 Статическое и динамическое зондирование грунтов (пенетрация). Графики динамического и статического зондирования. Привязка графиков зондирования.

Статическое зондирование является одним из самых эффективных методов испытания грунтов в условиях их естественного залегания. Испытания статическим зондированием основано на вдавливании испытательного зонда в грунт. При помощи таких испытаний можно определить положения границ между слоями грунта различного состава и состояния, степени однородности грунтов, а также характеристик грунта и сопротивления под острием и по боковой поверхности забивных свай.

Статическое зондирование выполняется путем непрерывного вдавливания зонда в грунт, соблюдая порядок операций, предусмотренный инструкцией по эксплуатации установки.

Перерывы в погружении зонда допускаются только для наращивания штанг зонда.

В процессе зондирования осуществляется постоянный контроль за вертикальностью погружения зонда.

Показатели сопротивления грунта регистрируются непрерывно или с интервалами по глубине погружения зонда не более 0,2 м.

Скорость погружения зонда в грунт должна быть $(1,2 \pm 0,3)$ м/мин.

Испытание заканчивают после достижения заданной глубины погружения зонда или предельных усилий. По окончании испытания зонд извлекается из грунта, а скважина тампонируется.

Регистрация показателей сопротивления грунта внедрению зонда производится в журнале испытания, на диаграммной ленте или в блоке памяти системы регистрации.

Динамическое зондирование осуществляют погружением зонда, забиваемого молотом постоянного веса, падающим с постоянной высоты с постепенно возрастающим количеством ударов. Этот метод наиболее эффективен для выявления характера напластований, определения слоев с однородными физико-механическими характеристиками и для их сравнения, а также для определения плотности песчаных и консистенции глинистых грунтов.

Динамическое зондирование выполняют непрерывной забивкой зонда в грунт свободно падающим молотом или вибромолотом, соблюдая порядок операций, предусмотренный инструкцией по эксплуатации установки.

Перерывы в забивке зонда допускаются только для наращивания штанг зонда.

При ударном зондировании фиксируют глубину погружения зонда h от определенного числа ударов молота (залога), а при ударно-вибрационном

зондировании производят автоматическую запись скорости погружения зонда v .

Число ударов в залоге при ударном зондировании принимают в зависимости от состава и состояния грунтов в пределах 1—20 ударов, исходя из глубины погружения зонда за залог 10—15 см, определяемой с точностью $\pm 0,5$ см.

В процессе зондирования необходимо осуществлять постоянный контроль за вертикальностью погружения зонда.

При наращивании звеньев колонну штанг поворачивают вокруг оси по часовой стрелке с помощью штангового ключа. Сопротивление повороту штанг, возникающее в результате трения штанг о грунт, при крутящем моменте до 15 кН×см учитывают при обработке результатов испытания. В случае значительного сопротивления повороту колонны штанг (при крутящем моменте более 15 кН×см), вызванного искривлением скважины, зонд извлекают из грунта и повторяют испытание в новой точке зондирования на расстоянии 2—3 м от прежней.

Испытание заканчивают после достижения заданной глубины погружения зонда или в случае резкого уменьшения скорости погружения зонда (менее 2—3 см за 10 ударов или менее 1 см/с). По окончании испытания зонд извлекают из грунта, а скважину тампонируют.

Регистрацию результатов испытания производят в журнале испытания.

3.4 Прогиб; выгиб (перегиб); перекос; крен зданий. Маяки, цель установки, материалы для изготовления маяков.

Внешний вид и характер трещин в фундаментах и стенах здания позволяют достаточно точно выяснить природу их возникновения. К наиболее распространенным дефектам относятся:

- прогиб здания, возникающий в том случае, если под средней частью фундамента по сравнению с крайними грунт более слабый. В этом случае стена работает на изгиб как балка на двух опорах. При этом наибольшее растягивающее усилие возникает в нижней части стены, что определяет характер трещин: наибольшая ширина их раскрытия в нижней части стены. По высоте здания наблюдается уменьшение ширины раскрытия трещин и участка стены, где они выявляются. Как правило, трещины «угасают» к подоконникам первого (реже второго) этажа;

- выгиб здания, наблюдаемый в том случае, если наиболее прочный участок расположен в центральной части стены. В этом случае стена работает как двухконсольная балка на изгиб. Наибольшие растягивающие усилия возникают в верхней части здания над краем ослабленного или более прочного участка. Характер трещин на участке стены, имеющей выгиб, представляется в виде треугольника с вершиной в нижней части. Наибольшая ширина раскрытия трещин и их количество наблюдаются в верхней части здания, у нижней части стены характеристики трещин

уменьшаются. Следует иметь в виду, что выгиб стены здания значительно опаснее прогиба, так как при последнем здание не теряет общей связи и не разваливается. Для зданий старой постройки выгиб может быть вызван перегрузкой продольных стен наиболее тяжелыми торцевыми (часто глухими) стенами или устройством арочных проездов у торцов здания.

Лекция 4. Геодезические виды диагностики зданий и сооружений **Проверка основных геометрических размеров**

При *освидетельствовании* должны быть проверены главнейшие размеры конструктивной схемы: длина пролетов, высоты колонн и другие геометрические параметры, от соблюдения заданных величин которых зависит напряженно-деформированное состояние элементов конструкций в процессе их службы. В отдельных случаях (если это важно с точки зрения эксплуатации или при наличии обнаруженных при осмотре отклонений) проверяются также горизонтальность перекрытий, соблюдение заданных уклонов, вертикальность несущих элементов и ограждений и т.д.

Для относительно небольших сооружений эти контрольные измерения не являются сколько-нибудь сложными и выполняются с помощью стальных рулеток, отвесов, нивелиров и т.п.

При освидетельствовании же крупных сооружений и объектов сложной конфигурации применяют специальные инструменты для ускорения процесса съемки и обеспечения ее точности. Так, проверки по вертикали производятся *инструментами вертикального вилурования*, позволяющими производить сноску точек по высоте на 100 м и более с погрешностью, не превышающей ± 2 мм.

Для нивелирования в тесных и труднодоступных местах целесообразно применять *гидравлические нивелиры*, обеспечивающие высокую точность измерений.

При необходимости проверки больших пролетов (100 м и более), как например, расстояния между центрами опорных площадок уже возведенных мостовых опор, применяются новейшие *светодальномеры*, ускоряющие процесс съемки и обеспечивающие точность порядка 1/25000 определяемой длины.

Для быстрой и надежной фиксации наружного очертания и размеров освидетельствуемого объекта целесообразно применять *стереофотограмметрическую съемку*.

Проведение замеров с применением указанных специализированных инструментов, требующих тщательной предварительной выверки и учета ряда поправок, осуществляется квалифицированными геодезическими группами. В тех случаях, когда проверяемые элементы доступны для измерений, замеры сечений и проверка очертаний достаточно просты и выполняются обычно средним техническим персоналом. Для ускорения и об-

легчения измерений в последнее время предложен ряд приспособлений, например *шаблоны с автоматической фиксацией отклонений* от заданных размеров, чем в значительной степени уменьшается возможность ошибок при проведении контроля.

Более сложной является задача определения толщин в конструкциях, доступных для измерений лишь с одной стороны. Наиболее грубым (и, сравнительно ещё недавно, единственным) способом измерения толщин было просверливание или, что хуже, пробивка отверстий в соответствующих местах проверяемых конструкций. Способ этот трудоемок и в большинстве случаев крайне неудобен, даже при условии последующей заделки отверстий, так как связан с нарушением сплошности материала и возможностью повреждений. При освидетельствованиях же конструкций, требующих сохранения герметичности (как, например, в уже эксплуатируемых резервуарах) даже самое аккуратное сверление каких-либо отверстий вообще недопустимо.

Все эти затруднения отпадают при использовании современных *неразрушающих методов контроля*. Применение этих методов требует наличия соответствующей аппаратуры и подготовленного для работы с ней персонала.

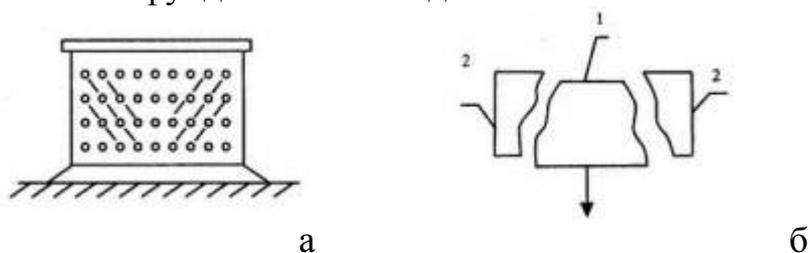
Выявление и регистрация осадков, деформаций и повреждений

Сведения об осадках и взаимных смещениях отдельных частей сооружений должны быть получены перед их освидетельствованием геодезической службой. Эти данные проверяются на месте выборочными контрольными измерениями.

В случае отсутствия или недостаточности указанной документации и выявленных при осмотре признаков осадков и смещений для их уточнения должна быть организована геодезическая съемка.

Надежным признаком, позволяющим судить о наличии неравномерных осадков, является развитие легко отличаемых по их внешнему виду *осадочных трещин* в сооружениях. В качестве примера на рис.1 показаны трещины, появляющиеся в перемычках многоэтажного кирпичного здания при осадках середины фасада (рис.1,б) и при оседании краев здания (рис.1,г).

При установлении наличия осадков и смещений необходимо выявить причины их возникновения и решить вопрос о требуемых профилактических мерах, например усилении фундаментов и т. д.



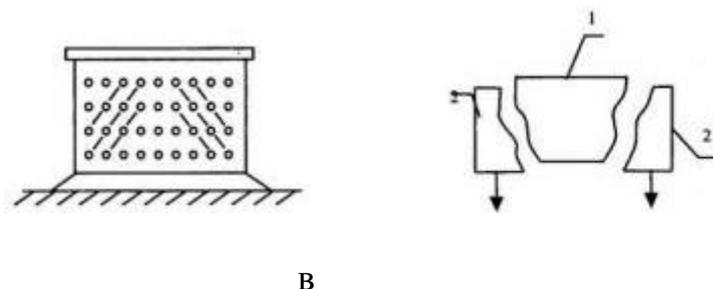


Рис.1. Формализованные схемы возможных осадок кирпичных зданий и линейно-протяженных сооружений:

a - при преимущественных осадках краев здания; *в* - при осадках средней части здания; *б* и *г* - упрощенные схемы перемещений;
 1 - середина здания. 2 - края здания

Наблюдения за осадками ответственных сооружений должны вестись с начала их строительства.

Реперы для нивелировки должны быть расположены в местах, обеспечивающих неизменность отметки репера в течение всего срока наблюдений (т.е. до прекращения нарастания осадок). На самом объекте устанавливаются марки, т. е. геодезические знаки, меняющие свое положение по высоте вместе с сооружением. В промышленном и гражданском строительстве применяются марки *стенные* и *плитные*. Примеры их конструктивного выполнения приведены на рис.2.

Эффективной проверкой данных нивелировки является проведение повторных стереофотограмметрических съемок сооружения.

Обнаруженные при осмотре сооружения трещины, сколы, раскрытие швов и другие аналогичные дефекты, не подлежащие немедленному устранению, должны быть тщательно измерены и отмечены как на самом объекте, так и на соответствующих схемах. Все эти данные передаются затем эксплуатационникам для дальнейших наблюдений за состоянием сооружения.

В строительной практике наиболее распространенным (но несовершенным) способом наблюдения за трещинами является перекрытие их маяками. При продолжающемся расширении трещины маяк рвется и по ширине образовавшейся в нем щели можно судить об интенсивности раскрытия трещины под маяком. Однако уменьшение трещины может быть выявлено с трудом. Надлежащую сохранность самих маяков трудно гарантировать, и способ этот в настоящее время не может быть рекомендован.

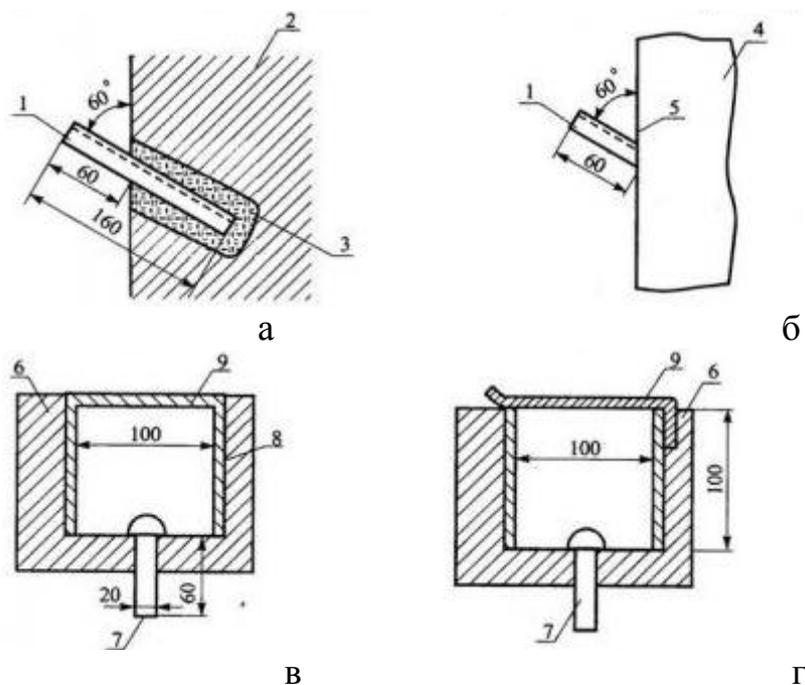


Рис.2. Нивелирные марки стенные (а и б) и в фундаментных плитах (в и г):
 а - в каменных стенах; б - на стальных колоннах; в - с ввинчивающейся
 крышкой; г - с откидной крышкой;

1 - стальные уголки 30x5; 2 - каменная стена; 3 - цементный раствор; 4 -
 стальная колонна; 5 - сварной шов; 6 - бетонная плита; 7 - стальная заклёпка; 8
 - патрубок; 9 - ввинчиваемая крышка; 10 - съёмная крышка

Классические геодезические методы. Под геодезическими мето-
 дами понимают обычно совокупность приемов для измерения перемещений в
 исследуемых конструкциях с помощью геодезических приборов - теодолитов
 и нивелиров.

Измерение вертикальных перемещений отдельных элементов со-
 оружений производится на основе нивелирования - либо технического, либо
 высокоточного. Нивелирование во время испытания может производиться по
 маркам и реперам, установленным для длительных наблюдений за
 деформационным поведением обследуемых сооружений. При использовании
 нивелиров с приспособлением для оптического смещения линии визирования
 возможна оценка определенных перемещений сооружения с точностью до
 0,01мм.

Измерение горизонтальных перемещений сооружений или отдельных
 элементов несущих и ограждающих конструкций производят на практике с
 использованием теодолитов.

На практике теодолит центрируют под неподвижной точкой, вы-
 бранной на расстоянии 25...40м от сооружения в зависимости от его высоты.
 При этом на необходимых точках сооружения прикрепляют временные марки;
 при определении горизонтальных перемещений наиболее часто используются
 2 способа.

1. *Способ измерения углов* при повторных наведениях теодолита на
 наблюдаемые марки. При этом, зная расстояние от теодолита до наблюдаемой

марки и абсолютную величину приращения измеряемых горизонтальных углов, находят расчетным путем линейные горизонтальные перемещения наблюдаемых точек.

2. Способ так называемого «*бокового*» нивелирования, в котором при каждом отсчете рабочую трубу теодолита сначала наводят на наблюдаемую марку, а затем поворотом в вертикальной плоскости на 180° - на горизонтальную рейку с миллиметровой шкалой, закрепленной так, чтобы она заведомо всегда оставалась неподвижной во время испытаний. Разность последовательных отчетов, взятых по рейке, и дает искомое перемещение наблюдаемых точек в горизонтальном направлении.

Однако на практике имеют место случаи отсутствия прямой видимости для наблюдаемых точек, что не позволяет широко использовать геодезические методы для глобальной оценки деформационного поведения обследуемого сооружения.

Гидростатическое нивелирование. Гидростатическое нивелирование нашло широкое применение в геодезии и машиностроении при построении различных профилей местности и установке в проектное положение оборудования различных технологических линий.

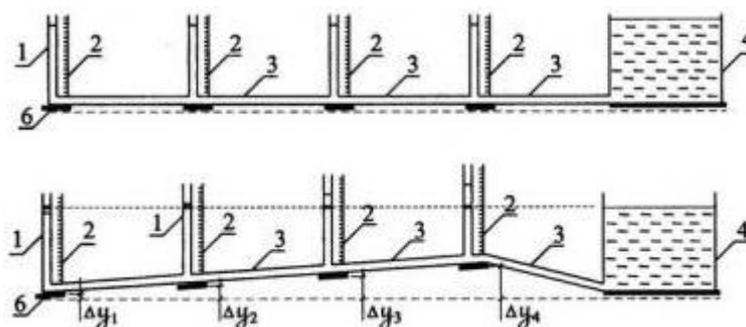


Рис. 24. Схема измерения вертикальных перемещений сооружений с помощью системы гидростатического нивелирования: 1 - стеклянная трубка; 2 - рабочая шкала; 3 - гибкие шланги; 4 - уравнильный бак; 5 - измеряемые перемещения; 6 - базовая (нулевая) линия измерения

Этот способ основан на определении взаимного превышения проверяемых точек на уровне стояния жидкости в сообщающихся сосудах. Схема установки показана на рис.24. Чувствительность метода может быть значительно повышена установкой в трубках с внутренним диаметром порядка 5 см специальных микрометрических головок, оканчивающихся специальным коническим острием. При этом уровень жидкости в рассматриваемом случае определяется путем световой, либо звуковой сигнализации в момент касания острия головки поверхности жидкости. Рабочие отчеты берутся по шкале головки с точностью 0.01 мм.

Отвесы. Применяют для определения взаимных горизонтальных смещений точек сооружения, расположенных на одной вертикали. Различают два типа отвесов: прямой и обратный.

Конструктивная схема прямого отвеса показана на рис.25, а обратного отвеса - на рис.26.

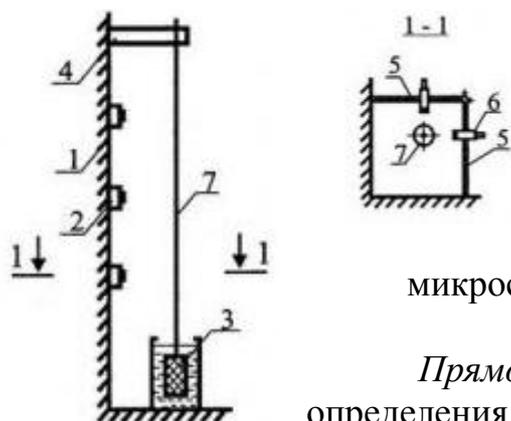


Рис 25. Конструктивная схема прямого отвеса: 1 –исследуемое сооружение; 2 - марка с горизонтальной шкалой; 3 - отвес в сосуде с маслом; 4 - кронштейн для отвеса; 5 - линейная шкала; 6 - микроскоп; 7 –струна.

Прямой отвес используют наиболее часто для определения горизонтальных смещений наземных частей зданий и сооружений, возникающих при неравномерных деформациях грунтовых оснований, а также от крановых горизонтальных нагрузок либо от копровых установок.

Обратный отвес используют для выноса на дневную поверхность через вертикальную шахту положения рабочей марки заложенной, например, в основании гидротехнической плотины.

Метод натянутой нити. Для точек, расположенных по прямой (в горизонтальном «створе»), перемещения, перпендикулярные направлению створа, могут измеряться с помощью натянутой проволоки. Это целесообразно при отсутствии прямой видимости или при большой длине створа, т.е. в случаях, требующих переноса оптических геодезических инструментов на промежуточные марки, что на практике снижает точность получаемых результатов. На рис.27 показана конструктивная схема метода натянутой нити.

Горизонтальные перемещения, перпендикулярные направлению створа, возникающие в сооружении, определяются с точностью до 0,1мм соответственно по изменению положения поплавков относительно корпуса их ванночек. Отчеты на практике берутся по линейкам с нониусами.

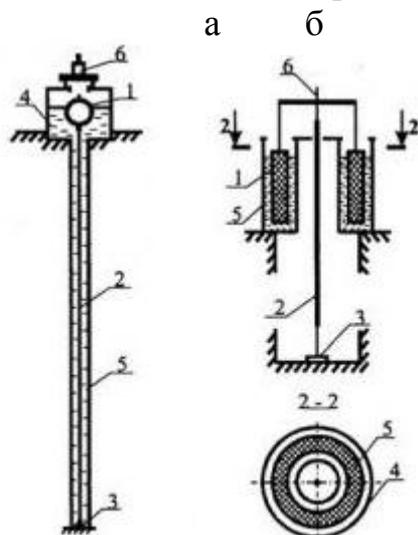


Рис. 26. Конструктивная схема обратного отвеса:

а - схема, требующая полкой герметизации и большого объема масла; б - усовершенствованная схема;

1- поплавок,
2- струна;
3- марка;
4- корпус;
5- рабочая жидкость;
6- отсчетное устройство

а б

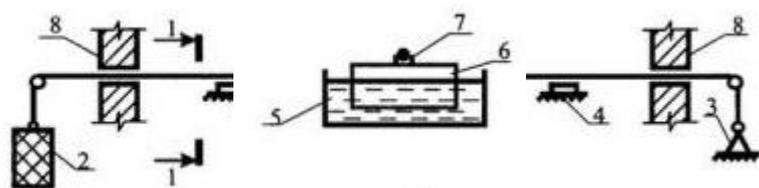


Рис. 27. Конструктивная схема метода натянутой нити для определения горизонтальных смещений обследуемых строительных объектов: а - общая схема; б - схема плавающих опор; 1 - стальная проволока; 2 - натягивающий груз; 3 - неподвижная опора; 4 - плавающая опора; 5 - ванночки; 6 - поплавок; 7 - вилка фиксатора проволоки; 8 - ограждающие конструкции объекта

Рассматриваемый метод разработан для наблюдений перемещений в гидротехнических сооружениях. В ходе обследования плотин при длине створов, например, до 600 м разброс показаний при повторных отсчетах не превышает $\pm 0,2$ мм.

Фотометрические методы

Фотометрические методы условно подразделяются на классическую фотограмметрическую и стереофотограмметрическую съемки с последующей специальной камеральной обработкой полученных снимков.

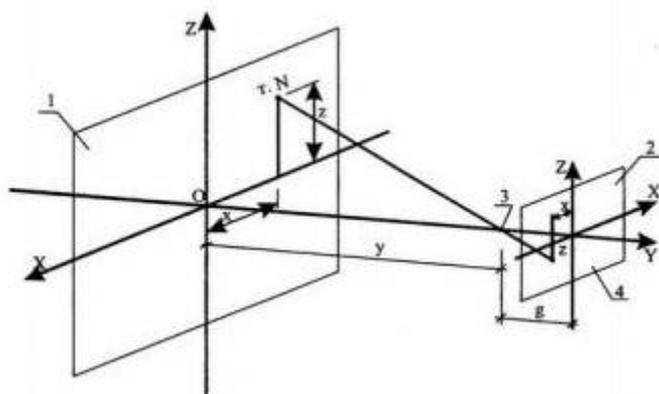


Рис. 28- Схема прохождения световых лучей при фотометрической съемке: 1 - исследуемый объект; 2 - фототеодолит или фотокамера; 3 - оптический центр фотокамеры; 4 - фото пленка

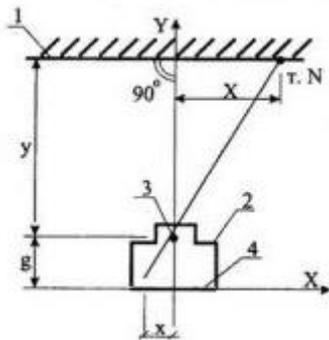
В настоящее время эти съемки все шире используются как в натуральных испытаниях сооружений, так и при испытаниях, выполняемых в лабораторных условиях, в том числе и при испытаниях строительных моделей.

Пространственная схема прохождения световых лучей при фотограмметрической съемке представлена на рис.28.

Па практике при фотограмметрической съемке (рис.29) на выбранном расстоянии Y от объекта устанавливается фототеодолит и выполняется съемка до и после деформации обследуемого объекта. В результате координаты точки N по оси X и Z можно определить путем обработки полученных фотоснимков с использованием следующих формул:

$$X = \frac{Y}{f} x; \quad Z = \frac{Y}{f} z$$

где X и Z - соответственно координаты точки N на объекте; Y - расстояние до фототеодолита; f - фокусное расстояние фототеодолита; x и z - координаты точки N на фотоснимке.



Для решения пространственной задачи с помощью стереофотограмметрической съемки возможно дополнительное определение по выполненным фотоснимкам значения координаты Y , т.е. удаления рассматриваемой точки N от фототеодолита. Для решения данной проблемы необходима съемка обследуемого объекта с двух точек согласно рис.30.

Рис.29. Горизонтальная проекция рабочей схемы фотограмметрической съемки

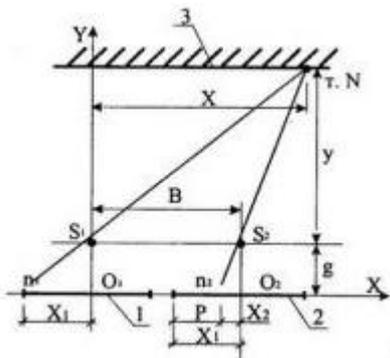


Рис. 30. Схема стереофотограмметрической съемки с двух позиций:

1- левый снимок; 2 - правый снимок; 3 -объект;

S_1, S_2 - местонахождения фокуса фототеодолита; B - база съемки

При этом в ходе обработки полученных двух снимков с двух позиций необходимо определить разность абсцисс X_1 и X_2 , на указанных фотоснимках, используя следующую формулу:

$$p = X_1 - X_2,$$

где p - горизонтальный параллакс фототеодолита.

Зная значения f , p , B можно определить значение Y до и после деформирования обследуемого объекта по формуле:

$$Y = B \frac{f}{p},$$

где f - фокусное расстояние фототеодолита;

p - горизонтальный параллакс;

B - база съемки.

Обработка полученных фотоснимков на практике и нахождение параллаксов исследуемых точек производится с помощью специально предназначенного для этой цели оптического прибора - *стереокомпаратора*. Предложенные методы имеют следующие *преимущества*.

1. Одновременность фиксирования всех точек сооружения, отраженных на снимке.

2. Возможность определения перемещений в неограниченно большом числе точек, выделенных на снимке.

3. Комфортность обработки снимка, производимой в спокойных лабораторных условиях с возможностью неоднократной проверки полученных данных. Сами же фотографии одновременно являются надежным документом, отражающим фактическое состояние обследуемого объекта в момент съемки.

Одновременно данный метод имеет и *недостатки*.

1. На практике требуется применение специальной аппаратуры.

2. Обслуживающий персонал должен иметь соответствующую квалификацию и подготовку.

3. Сама съемка ограничена пределами прямой видимости.

4. До начала работы необходимо выполнить специальные подготовительные работы.

5. Большое сооружение необходимо снимать с нескольких позиций, что нарушает одновременность съемки и усложняет контрольную обработку полученных снимков.

Проведенная экспериментальная проверка показывает, что при удалении объекта от фототеодолита на 10 метров погрешность в определении перемещений в плоскости сооружения не превышает ± 1 мм, а погрешность в определении перемещений из плоскости сооружения достигает 13 мм.

При более близких расстояниях точность результатов измерения повышается.

Для наблюдения за перемещениями в высотных сооружениях и подземных штольнях гидротехнических сооружений эффективно используют лазерные приборы, а также современные высокоточные радио- и светодальномеры.

Лекция 5. Требования к конструкциям. Подходы к понятию о работе конструкций

5.1 Требования к конструкциям. Подходы к понятию о работе конструкций.

К любым сооружениям предъявляются следующие *требования*:

- все сооружения, а также отдельные их элементы должны быть прочны и устойчивы;

- перемещения элементов не должны выходить за пределы, обусловленные возможностью и удобством эксплуатации;

- не должны возникать трещины и повреждения, нарушающие возможность нормальной эксплуатации или снижающие долговечность сооружений.

В то же время не должны допускаться и излишние запасы как в отношении классов и марок применяемых материалов, так и в отношении сечений отдельных элементов, а также и в конструктивной системе сооружения в целом.

Наблюдения за состоянием построенных зданий и сооружений, уроки аварий и катастроф, опытные данные, получаемые в лабораториях и при натурных испытаниях конструкций, помогли понять, что принимаемые при проектировании теоретические расчетные схемы в той или иной мере не всегда соответствуют действительной работе возведенных объектов.

Несоответствия, характерные для стадии проектирования, сохраняются в течение всего срока эксплуатации сооружения, дополняясь и преобразовываясь под влиянием новых факторов, возникающих на различных этапах существования сооружения.

Надежность и долговечность строительных конструкций сооружений обеспечивается в том случае, когда поперечные сечения, узлы сопряжений, соединения, назначенные при проектировании с учетом генеральных размеров и действия всевозможных нагрузок, обладают достаточной прочностью, устойчивостью, трещиностойкостью, а также обеспечивают развитие деформаций не более чем в допустимых пределах и необходимую коррозионную стойкость.

Дифференцированно с большой точностью учесть влияние каждой из этих факторов на работу конструкций при проектировании обычно не удастся. Поэтому проектировщики составляют конструктивную схему здания и оперируя комплексом нормативных нагрузок, прочностных характеристик материалов, системой частных коэффициентов запаса, принятых в СНиП, назначают расчетную схему, наиболее соответствующую, по их представлению, действительной работе конструкций. Заложенные в СНиП требования, параметры постоянно уточняются опытными данными и, соответственно, исправляются.

При оценке состояния и работы сооружений, находящихся в эксплуатации, *необходимо учитывать:*

- условность статических расчетных схем и возможные отклонения вычисленных по ним усилий от действительного распределения их в конструкциях сооружений;
- условность применяемых расчетных характеристик материалов;
- возможные отклонения нагрузок от расчетных значений;
- фактическое влияние внешней среды.

Оценить влияние всего комплекса перечисленных факторов только через экспериментальное исследование материалов и конструкций.

5.2 Предельные деформации конструкций (стен, колонн, несущих балок, плит перекрытий (покрытий) фундаментов.

Предельными деформациями называются пространственные изменения конструкций под влиянием внешних воздействий, приводящими к потере устойчивости либо разрушению конструкций.

Предельные отклонения от вертикали и горизонтали стен и перекрытий приведены в СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции»

Значения предельно допустимых прогибов железобетонных конструкций:

Элементы конструкций	Предельно допустимые прогибы
1. Подкрановые балки при кранах: ручных электрических	$l/500$ $l/600$
2. Перекрытия с плоскими ж/б плитами и плоским потолком и элементы покрытия, при пролетах, м: $l < 6$ $6 \leq l \leq 7,5$ $l > 7,5$	$l/200$ 3 см $l/250$
3. Перекрытия с ребристыми плитами и элементы лестниц при пролетах, м: $l < 5$ $5 \leq l \leq 10$ $l > 10$	$l/200$ 2,5 см $l/400$
4. Элементы покрытий сельскохозяйственных зданий производственного назначения при пролетах, м: $l < 6$ $6 \leq l \leq 10$ $l > 10$	$l/150$ 4 см $l/250$
5. Навесные стеновые панели (при расчете из плоскости) при пролетах, м: $l < 6$ $6 \leq l \leq 7,5$ $l > 7,5$	$l/200$ 3 см $l/250$
Примечание. При действии постоянных, длительных и кратковременных нагрузок прогиб балок и плит не должен превышать $l/150$ пролета и $l/75$ вылета консоли.	

5.3 Обследование надземной части здания: несущих и ограждающих конструкций: кирпичных и бетонных стен, бетонных и кирпичных колонн, балок и плит перекрытий.

Натурные обследования бетонных и железобетонных конструкций включают в себя следующие виды работ:

- осмотр и определение технического состояния конструкций по внешним признакам;
- инструментальное или лабораторное определение прочности бетона и арматурной стали;
- определение степени коррозии бетона и арматуры.

Оценка технического состояния конструкций по внешним признакам производится на основе определения следующих факторов:

- геометрических размеров конструкций и их сечений;
- наличия трещин, отколов и разрушений;
- состояния защитных покрытий (лакокрасочных, штукатурок, защитных экранов и др.); прогибов и деформаций конструкций;
- нарушения сцепления арматуры с бетоном;
- наличия разрыва арматуры;

- состояния анкеровки продольной и поперечной арматуры;
- степени коррозии бетона и арматуры.

Лабораторное определение прочности бетона конструкций производится путем испытания образцов, взятых из этих конструкций.

Отбор образцов производится путем выпиливания кернов диаметром от 50 до 150 мм на участках, где ослабление элемента не оказывает существенного влияния на несущую способность конструкций. Этот метод дает наиболее достоверные сведения о прочности бетона в существующих конструкциях. Недостатком его является большая трудоемкость работ по отбору и обработке образцов.

При определении прочности по образцам, отобранным из бетонных и железобетонных конструкций, следует руководствоваться указаниями ГОСТ 28570.

Сущность метода состоит в измерении минимальных усилий, разрушающих выбуренные или выпиленные из конструкции образцы бетона при их статическом нагружении с постоянной скоростью роста нагрузки.

Степень раскрытия трещин сопоставляется с нормативными требованиями по предельным состояниям второй группы в зависимости от вида и условий работы конструкций.

В железобетонных конструкциях наиболее часто встречаются следующие виды трещин:

а) в изгибаемых элементах, работающих по балочной схеме (балки, прогоны), возникают трещины, перпендикулярные (нормальные) продольной оси, вследствие появления растягивающих напряжений в зоне действия максимальных изгибающих моментов и трещины, наклонные к продольной оси, вызванные главными растягивающими напряжениями в зоне действия существенных перерезывающих сил и изгибаемых моментов.

б) нормальные трещины имеют максимальную ширину раскрытия в крайних растянутых волокнах сечения элемента. Наклонные трещины начинают раскрываться в средней части боковых граней элемента - в зоне действия максимальных касательных напряжений, а затем развиваются в сторону растянутой грани.

Образование наклонных трещин на опорных концах балок и прогонов свидетельствует о недостаточной их несущей способности по наклонным сечениям.

Вертикальные и наклонные трещины в пролетных участках балок и прогонов свидетельствуют о недостаточной их несущей способности по изгибающему моменту.

Раздробление бетона сжатой зоны сечений изгибаемых элементов указывает на исчерпание несущей способности конструкции;

В изгибаемых элементах, как правило, к появлению трещин более 0,5 мм приводит увеличение прогибов и углов поворота.

5.4 Методы разрушающих и неразрушающих испытаний и испытаний строительных конструкций и контроля качества

строительных материалов и элементов конструкций.

Ознакомление с основными приборами для измерений прогибов, перемещений, деформаций, для получения объективной информации о качестве материала и состоянии основных несущих конструкций при обследовании зданий (Согласно ГОСТ 22690.2-77, ГОСТ 22904-78 ГОСТ 17624-87.) представлены в таблице 5.1, 5.2.

Таблица 5.1

Обмерочные работы

Линейные измерения здания и конструкций		ГОСТ 26433.0 ГОСТ 26433.1	Рулетки металлические, штангенциркуль, микрометры, измеритель длины «БОШ DHS-20», лазерный дальномер «Disto-basic-set» и др.
7	Измерение вертикальных отметок и перемещения	ГОСТ 24846	Теодолиты Т-1, ЧТЗОП, нивелиры НВ-1, НО-5, НЗ, лазер «LM200», трехлучевой лазерный нивелир «PLS3-set»
8	Угловые отклонения	ГОСТ 24846	Теодолит Т-1, оптический квадрант КО-1, КО-1М, углономер «БОШ DNM-6»
9	Измерение прогибов		Миссуры, прогибомер П-1, уровни
10	Ширина и глубина раскрытия трещин		Микроскопы МИР-2, МПБ, щупы, лупы, ультразвуковые приборы УКБ-1, УК-10П,
Обследование несущих строительных конструкций			
11	Определение прочности материала железобетонных и каменных (кирпичных конструкций)	ГОСТ 22690	Склерометр КМ, молоток Кашкарова, молоток Физделя, ОНИКС-2.5, ОНИКС-2.6, молотки Шмидта РМ, ЛВ. Ультразвуковые приборы Бетон-12, Бетон-22, УКБ-1, УКБ-1М, УКБ-10П, УКБ-16П, УКБ-10ПМ, УК-ПМ, УК-14П, УК-1401. Пульсар 1.1., Пульсар 1.2
12	Определение прочности раствора в каменной кладке	ГОСТ 22640	Молоток Шмидта ЛВ, «ОНИКС-2.5» Пульсар 1.1.
13	Определение твердости и прочности металла		Твердомер ТЭМП-2
14	Расположение арматуры и определение толщины защитного слоя	ГОСТ 22904	Магнитные приборы ИЗС-10Н, ИЗС-2, ИПМ, ИСМ и др., «ПОИСК-2.5», «БОШ DMF-10»
15	Качество сварных швов	ГОСТ 3242	Дефектоскопы магнитографические, гаммаграфические, ультразвуковые

16	Коррозия строительных конструкций		Микроскопы, измерительные инструменты, индикаторы pH
17	Толщина и качество защитных покрытий		Толщиномеры ИТП-1, МТ-300, дефектоскопы ЛКД-1, ЛКД-2

Таблица 1

Измеряемые величины	Измерительные приборы и их обозначения	Цена деления шкалы прибора, мм	База t мм
Деформации растянутой арматуры	Тензомер Гугенбергера	0,001	10-20
Прогиб балки	Индикатор И-1	0,01	
Деформации бетона в сжатой зоне	Индикатор И-2 тензометры Гугенбергера	0,001	150
Деформации бетона в растянутой зоне	Индикатор И-3; И-4	0,001	150
Момент появления трещин и ширина их раскрытия	отсчётный микроскоп МПБ-2	0,05; 0,1	
Величина нагрузки	Манометр	По тарифовочному графику	

Таблица 4.2. Средства неразрушающего контроля состояния конструкции

¹	Средства контроля	Контролируемые параметры	Принципы контроля Завод- изготовитель
Ударный метод			
1	Молоток Физделя	Прочность бетона, раствора, естественного камня, изверженных пород (гранит, сиенит, диабаз и пр.)	По тарифовочной кривой по среднему значению диаметра 10-12 отпечатков при ударе по поверхности конструкций. Точность ± 50 %
2	Молоток Кашкарова	Тоже	По тарифовочной кривой по среднему значению отношений из 10-12 отпечатков на испытательном и эталонном материалах. Точность ± 70 %
3	Пистолет ЦНИИСКА склерометр КМ, склерометр Шмидта	Тоже	По тарифовочной кривой по величине энергии отскока с начальной энергией 50 кг/см или 12,5 кг/см ² в зависимости от прочности испытываемого материала. Точность. ± 65 % ЭЗ ЦНИИСК
Метод вырыва			
4	Прибор ГПНВ-5	Прочность бетона и других связанных каменных материалов	По усилию вырыва стержня из тела испытываемого материала по тарифовочной кривой определяется прочность бетона. Точность ± 65 % Промстройпроект
Метод контроля за трещинами			
5	Рычажный маяк	Скорость развития трещин	Поворот стрелки относительно шкалы благодаря двум сводным шарнирам по обе стороны трещин

6	Пластинчатый маяк	Скорость развития трещины	Смещение двух пластин относительно друг друга, закрепленных по обе стороны трещины
	Гипсовый маяк	Скорость развития трещины	Измерение раскрытия трещин через каждый месяц
Ультразвуковой метод			
7	Электронные приборы УКБ-1М, УК-14П Пульсар.1.1., Пульсар 1.2	Прочность материала; статический модуль упругости; размеры структурных дефектов (трещины каверны и пр.)	Прочность определяется по тарировочной кривой «прочность-скорость распространения волн», «прочность - акустическое сопротивление». Точность $\pm 60\%$. Модули упругости определяются аналитически по значениям скоростей распространения волн. Наличие дефектов и габариты устанавливаются по изменению скорости распространения волн
Магнитный метод			
10	Магнитометрические приборы ИМП (измеритель магнитной проницаемости), ИПА (измеритель параметров аппаратуры), ИНТ-М2 (измеритель напряжений и трещин)	Размещение арматуры в каменных и железобетонных конструкциях, толщины защитного слоя, напряженное состояние арматуры	По отклонению стрелки амперметра со специальной градуировкой при перемещении по поверхности конструкций фиксируется расположение арматуры (ИМП). Измерение толщины защитного слоя основано на изменении магнитного сопротивления датчика при нахождении его вблизи арматурного стержня (ИПА). (Точность до 1 мм). Измерение напряжений в металле основано на зависимости магнитной проницаемости от величины максимальных напряжений (ИНТ-М2. Точность $\pm 2\%$
Геодезический метод			
15	Прогибомеры Максимова, Аистова, ЛИСИ, Муссуры	Местные деформации конструкций сдвиги и повороты в узлах конструкций	Деформации определяются в результате перемещения подвижного стержня прибора относительно неподвижного при плотном их прижиге к поверхности конструкции
16	Проволочные тензометры сопротивления	Местные деформации	Деформации определяются по изменению сопротивления проводников, наклеенных на поверхность конструкций, при их сжатии или растяжении
17	Нивелиры НА-1, с оптической насадкой	Измерение абсолютных осадок зданий и сооружений	Нивелирование с постоянной точки при перемещении геодезической рейки. Средняя квадратичная ошибка ± 1 мм ($\pm 0,3$ мм для нивелиров с оптической насадкой)
19	Нивелир Н-1, Н-3, Теодолит 1-2, Клинометры КП-2	Измерение кранов сооружения	Способность измерения горизонтальных углов. Точность $\pm 5-10$

Лекция №6. Основы методики натуральных испытаний

Основы методики натуральных испытаний. Испытание конструкций. Методы определения полных напряжений в несущих конструкциях эксплуатируемых

сооружений. Уточнение расчетной модели конструкций по результатам испытаний пробными нагружениями.

Выделяют несколько методов испытаний строительных конструкций. Испытания конструкций можно разделить по назначению, характеру внешних воздействий, видам испытаний и теоретической схеме. Рассмотрим каждый из методов более подробно.

По назначению испытания конструкций подразделяются на:

- испытания вновь построенных сооружений или изготовленных конструкций с целью проверки их соответствия проектным и нормативным требованиям в отношении несущей способности, жесткости, трещиностойкости и возможности приемки в эксплуатацию;
- испытания эксплуатируемых сооружений с целью выявления фактической несущей способности, жесткости и трещиностойкости для заключения о работоспособности или в связи с усилением;
- испытания строительных конструкций, связанные с научными исследованиями, которые являются, как правило, составной частью экспериментально-теоретических исследований;
- испытания опытных строительных конструкций перед внедрением их в массовое производство;
- испытания периодически отбираемых образцов конструкций, которые выпускаются на заводах в больших количествах, с целью проверки качества применяемых материалов и выполнения правил по изготовлению конструкций.

Имеются следующие виды испытаний конструкций:

- натурные испытания (выполняются в процессе строительства, после возведения и во время эксплуатации);
- испытания моделей. Этот вид занимает важное место при создании новых конструкций и сооружений;
- лабораторные испытания образцов материалов.

По теоретической схеме испытание конструкций можно подразделить на:

- линейные (растяжение, сжатие);
- плоские (изгиб);
- пространственные.

По характеру внешних воздействий испытания строительных конструкций различаются на:

- испытания статической нагрузкой;
- испытания динамической нагрузкой.

В первом случае конструкции загружаются неподвижными нагрузками в определенном порядке с нарастающим увеличением этих нагрузок.

Динамические испытания проводят при переменных или пульсирующих (вибрационных) нагрузках, создаваемых с помощью специальных вибромашин, перемещающихся грузов или ударных нагрузок.

При испытании строительных конструкций могут быть поставлены следующие задачи:

- определение несущей способности конструкции;
- определение напряженного состояния;
- определение действительных деформаций;
- изучение работы новой конструкции;
- установление влияния дефектов и отступлений от проекта на действительную работу сооружения;
- изучение работы существующей конструкции с целью выявления объемов усиления при реконструкции или ремонте;
- разработка методов расчета;
- установление расчетной схемы или скрытых резервов прочности.

Организация проведения испытаний конструкций.

Выполнение экспериментальных работ обычно поручается специальным лабораториям и станциям. Лишь несложные испытания выполняются силами строительных, эксплуатирующих или изготовляющих организаций. Испытаниями руководит подготовленный работник. Цели и задачи излагаются в техническом задании на проведение экспериментальных работ. В нем же указывается, сколько и каких конструкций испытывается, на что следует обратить особое внимание.

В состав подготовительных работ испытаний конструкций входят:

- отбор испытываемых конструкций и образцов при проведении технического обследования;
- изучение технической документации;
- освидетельствование конструкции перед испытаниями;
- составление рабочей программы и проекта испытаний;
- подготовка испытываемой конструкции, оборудования и приборов.

Программа испытания строительных конструкций

Программа испытаний конструкций - основной методический документ, в котором излагаются цели и методика испытаний, включая план и порядок их проведения, используемая аппаратура. Программа испытания конструкций зданий непременно должна включать:

- обмерные чертежи испытываемой конструкции с фактическими геометрическими размерами, жесткостными характеристиками, ведомостями дефектов и повреждений;
- результаты поверочного расчета конструкции на испытательные нагрузки с учетом фактических размеров элементов. При этом необходимо вычислить ожидаемые величины перемещений, усилий, моментов и

деформаций в точках измерения, определить значение нагрузки, при которой меняется характер работы конструкции, величину разрушающей нагрузки;

- определение количества ступеней нагружения и разгрузки и величин приращения измеряемых при испытании параметров;

- установление сечений, узлов и конкретных точек, в которых будут выполняться измерения;

- определение требуемой точности измерения и подбор измерительной аппаратуры с необходимыми параметрами точности и диапазона.

В программе испытаний конструкций должны быть также предусмотрены мероприятия по технике безопасности, которые обязательно должны включать:

- инструкцию по проведению испытаний с четким распределением обязанностей членов бригады и их взаимодействия;

- план испытательного стенда с указанием размещения агрегатов, опасных зон, пульта управления;

- наличие и размещение страхующих устройств, предотвращающих обрушение испытываемой конструкции и падение грузов, устройств аварийного сброса нагрузки;

- нагружения и разгрузки, исключая возможность травмирования персонала.

Программу испытаний строительных конструкций составляют для получения достоверных результатов испытаний, сравнимых с проектными данными, а также для использования единой методики в выполнении испытаний с тем, чтобы иметь возможность обобщения результатов испытаний конструкций, проведенных в разное время.