Методические указания

к выполнению курсовой работы (курсового проекта), контрольной работы

по дисциплине

***«*Инструментальные методы исследования*»***

для магистров «Судебная строительно-техническая и стоимостная экспертизы объектов недвижимости»

Методические указания к выполнению курсового проекта (курсовой работы) по дисциплине *«*Инструментальные методы исследования*»* для магистров «Судебная строительно-техническая и стоимостная экспертизы объектов недвижимости»

Содержит пример составления заключения о соответствии качества выполненных ремонтно-строительных работ с применением приборов неразрушающего контроля качества, требованиям СНиП и другой нормативно-технической документации, а также об определении перечня и стоимости работ по устранению выявленных нарушений.

Целью данной дисциплины является формирование системы знаний по инструментальным методам. В программе дисциплины предусматривается изучение наиболее распространенных приборов и методов оценки качества строительных конструкций.

Предполагается формировать у слушателей программы систему комплексных знаний по проблемам определения и формирования представления об испытаниях при проведении строительно- технической экспертизы

Методические указания предназначены для подготовки студентов к итоговой работе по на писанию курсового проекта.

Закрепление практических навыков специалистов осуществляется в процессе выполнения курсового проекта по инструментальным методам условного объекта, обследования и технической экспертизы реального объекта, практической адаптации слушателей на учебной фирме кафедры.

Далее приведен пример курсового проекта

**Форма и содержание заключения судебного эксперта-строителя**

В соответствии со ст. 294 УПК РФ, ст. 86 ГПК РФ, ст. 86 АПК РФ заключения судебного эксперта -строителя должно включать:

1. Вводная часть.
2. Исследовательская часть.

Выводы.

*Вводная часть.*

1. Место и время производства экспертизы (оформления заключения).
2. Основание производства судебной экспертизы (определение, (постановление) по делу, номер и наименование дела).
3. Должность, классный чин, специальное звание лица, назначившего экспертизу.
4. Сведения об экспертном учреждении, а также ф.и.о. эксперта, его образование, специальность, стаж работы, ученая степень, ученое звание, занимаемая должность.
5. Сведения и предупреждение эксперта об уголовной ответственности за дачу заведомо ложного заключения.
6. Вопросы, поставленные перед экспертом (приводятся в кавычках так, как они изложены в определении (постановлении). Если какой-то вопрос не ясен и нет возможности уточнить его у лица, назначившего экспертизу, эксперт самостоятельно формулирует вопрос так, как он его понимает и после всех перечисленных вопросов пишет: «Вопрос такой-то эксперт понимает в следующей редакции: (приводит свою редакцию вопроса)».
7. Объекты, представленные на исследование (после сверки наличия объектов, указанных в определении (постановлении), включаются в перечень объектов по определению (постановлению).
8. Материалы дела, относящиеся к производству (предмету) экспертизы, (Если предоставлено все дело, то указывается № дела, наименование, количество томов, количество листов в каждом томе. Если листы дела с материалами для эксперта не указаны, эксперт ограничивается вышеприведенным).
9. Лица, присутствовавшие при производстве экспертизы.
10. Если данная экспертиза дополнительная или повторная, то это указывается с приведением сведений: где, когда, кто провел первичную экспертизу и к каким выводам пришел.
11. Заявленные ходатайства (если были) и результаты.

*Исследовательская часть.*

1. *Осмотр и описание объектов исследования*. Изучение материалов дела, нормативная и справочная литература. (Эксперт осматривает и излагает общие и частные признаки объектов исследования, отбирая те, которые будут далее изучаться; обозначает материалы дела, приводит наименование документов и их содержание, акцентируя внимание на фактах, которые будут использованы в исследовании).
2. *Аналитическая часть*. (Эксперт реально или мысленно делит объекты на части, чтобы тщательно и подробно изучить каждую часть объекта).
3. *Синтезирующая часть*. (Эксперт соединяет части в единое целое для получения нового, более полного знания об объекте).
4. *Экспертный эксперимент* (описываются методы обследования и приборы).
5. *Результативная часть.* (Эксперт обобщает полученные результаты и в развернутом виде формулирует будущие выводы, приводя их обоснование).

При изложении  исследовательской части следует руководствоваться указанием закона (ст. 204 УПК РФ, ст. 86 АПК РФ): в исследовательской части должны  быть указаны «содержание и результаты исследования с указанием примененных методик (методов)».

*Выводы.*

(Лаконичное, четкое, однозначно трактуемое изложение ответа на поставленный вопрос).

Форма выводов:

* категорическая утвердительная;
* категорическая отрицательная;
* альтернативная (эксперту заданы две, три ситуации);
* условно-определенная (решается задача для сформулированных условий);
* решить не представляется возможным (НПВ) с указанием причины невозможности решения вопроса.

Курсовая работа должна содержать введение, проблему возникшую – вопросы поставленные перед исследователем, применяемые методы и приборы для контроля

Рассмотрим пример составления заключения:

При обследовании строительных конструкций одним из показателей их состояния является фактическая, или остаточная, прочность материалов, из которого они изготовлены. Как правило, фактическая прочность не совпадает с проектной и с начальной. Например, железобетон изменяет свои прочностные и деформационные характеристики под нагрузкой и во времени, кроме того, это может произойти под воздействием особых условий эксплуатации и случайных факторов.

Определение фактической прочности железобетона производится различными методами разрушающего и не разрушающего контроля, в зависимости от вида конструкции. Особую сложность представляет собой работа с сильно (густо) армированными конструкциями.

**ПРИМЕР**

**Содержание**

|  |  |
| --- | --- |
| Введение   1. Общие понятия неразрушающих методов контроля строительных конструкций |  |
| 1. Классификация неразрушающих методов контроля |  |
| 2.1 Акустический метод |  |
| 2.1.1 Описание |  |
| * + 1. Прибор «ПУЛЬСАР-2.1» |  |
| 2.2 Магнитный метод  2.2.1 Описание  2.2.2 Приборы «ИПА-МГ4», «ИПА-МГ4.01» |  |
| Заключение |  |

**Введение**

Обследование строительных конструкций зданий и сооружений неразрушающими методами контроля направлено на определение характеристик технического состояния всего строения, а также отдельных конкретных строительных конструкций сооружения, и выявление необходимости в дополнительном усилении или реконструкции составляющих его элементов.

Технические характеристики строительных конструкций зданий и сооружений с течением времени изменяются, и, как правило, не в лучшую сторону, что негативно сказывается на его эксплуатационных характеристиках. И эти перемены важно вовремя обнаружить, лучше всего на начальном этапе развития, до возможного возникновения критических дефектов и повреждений. Эти изменения возможно определить при выполнении обследования с применением специальных приборов.

Состояние строительных конструкций в процессе проведения обследования оценивается как визуально, так и с применением разрушающих и неразрушающих методов контроля.

Обследование конструкций не всегда сопровождается вскрытием, так как это может сказаться на целостности строительных конструкций. Для предотвращения подобных неприятных последствий применяют неразрушающие методы контроля.

Неразрушающие методы контроля позволяют сохранить целостность и внешний вид строительных конструкций в полном объёме. Время проведения обследования при этом значительно сокращается. Испытания можно проводить неоднократно, оценивая прочность материалов, их однородность, влажность и так далее.

**Общие понятия неразрушающих методов контроля строительных конструкций**

Для проведения технических экспертиз применяют две группы методов, различающихся между собой способами проведения необходимых исследований и измерения основных характеристик:

1. Неразрушающие методы - когда все измерения производятся непосредственно на объекте или на конструкции без повреждения элементов;

2. Разрушающие методы, связанные с отбором проб или образцов из конструкций и нарушением сплошности материала.

Разрушающие способы исследования строительных конструкций и сооружений, уже находящихся в процессе эксплуатации, не позволяют получить объективную оценку их состояния. Именно в таких случаях на помощь приходит неразрушающий контроль. Используя специальное оборудование, эксперты проводят все необходимые манипуляции, не повреждая объект и не нарушая его целостность.

При возведении любого современного здания применяются стальные, бетонные и железобетонные изделий. От их качества и прочностных характеристик зависит долговечность объекта. Однако даже качественные материалы с течением времени и под влиянием различных факторов меняют свои характеристики, могут появиться критические внутренние дефекты. Своевременное обнаружение повреждений позволяет предпринять меры по дополнительному усилению или реконструкции строений. Именно поэтому конструкционные элементы подвергаются испытаниям методом неразрушающего контроля как на этапе строительства, так и в процессе эксплуатации.

На сегодняшний день существует целый ряд методов неразрушающего контроля, направленных на решение определенной задачи. Самыми распространенными являются следующие способы:

1. Метод проникающих сред;
2. Механический метод;
3. Акустический, или ультразвуковой;
4. Магнитный;
5. Радиационный или рентгеновский;
6. Тепловой;
7. Электрический и др.

**Классификация неразрушающих методов контроля**

**1 Акустический метод**

**1.1 Описание**

Акустический метод основан на возбуждении в конструкции колебаний определенной частоты, амплитуды, скважности импульсов и анализе отклика конструкции на эти колебания. Интерпретация результатов с помощью специализированных компьютерных программ позволяет воссоздать двумерные сечения исследуемого объекта, не разрушая его. Различают две основных группы методик акустической дефектоскопии:

1. Активные — установка осуществляет излучение колебаний и последующий прием отклика от конструкции;
2. Пассивные — осуществляется только измерение колебаний и импульсов.

Звуковые колебания с частотой выше 20 килогерц называют ультразвуком. Ультразвук является одним из самых популярных способов акустической дефектоскопии в промышленности и позволяет проверять качество и пространственную конфигурацию практически любых материалов. Популярность ультразвука определяется его преимуществами перед другими методами: низкая цена оборудования; компактность установок; безопасность для персонала; высокая чувствительность и пространственное разрешение.

Акустический метод испытаний — *резонансный, ультразвуковой, ударный* — наиболее развиты и внедрены в практику строительства.

Акустические методы испытаний основаны на определении косвенных акустических характеристик объекта испытания, которые связаны с его физико-механическими свойствами.

*Ультразвуковой способ* мало применим к конструкциям, имеющим крупнозернистую структуру или сильно шероховатую поверхность.

*Ультразвуковой акустический метод* основан на пропорциональной зависимости плотности материала конструкции и скорости распространения в ней ультразвуковых волн. Этот метод применяется при проверке конструкций толщиной от 5 до 15 м, а ударный – конструкций значительной толщины и протяженностью до 100 м.

*Звук* – это колебательное движение частиц упругой среды, распространяющееся в виде волн в газообразной, жидкой и твердой средах.

Упругие волны подразделяются на инфразвуковые, частота которых находится в пределах от 20 Гц до 20 кГц, и ультразвуковые с частотой от 20 кГц до 1000 МГц. При испытании бетона и керамики применяют ультразвуковые колебания с частотой от 20 до 200 кГц. При испытании металлов и пластмасс – с частотой от 30 кГц до 10 МГц.

Для получения точных отсчетов в показатели приборов вносят поправки на перечисленные факторы.

*Ультразвуковой прибор «Пульсар»* служит для определения прочности бетона, кирпича, осуществляет поиск дефектов (трещин, пустот), позволяет определить пористость, трещиноватость, степень анизотропии и текстуру композитных материалов.

*Ударно-импульсные приборы «Оникс – 2.4» и «Оникс –ОС»* служат для определения прочности и однородности бетона.

На практике существует несколько методов использования ультразвука. Наибольшее распространение получили:

· ультразвуковой импульсный метод;

· резонансный метод;

· импедансный метод;

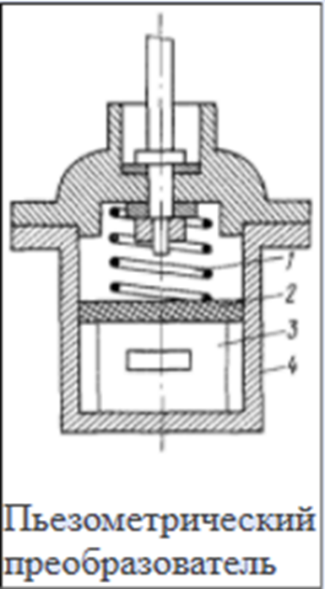
· метод акустической эмиссии.

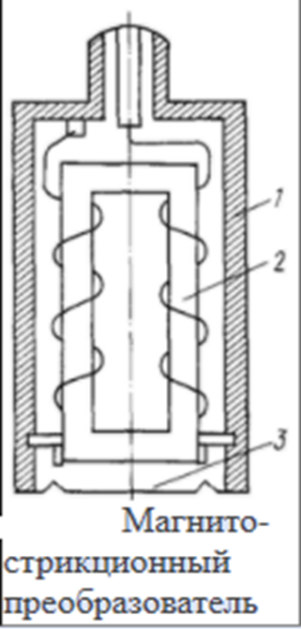
*Ультразвуковым импульсным методом* решаются задачи дефектоскопии строительных конструкций и определяются физико-механические свойства материалов: прочность, упругость, пористость. При этом применяют прибор с электроакустическими преобразователями.

В этот прибор входят излучатель и приемник колебаний. Щуп-излучатель и щуп-приемник (преобразователь звукового импульса в электрический сигнал) располагают на одной поверхности или с двух сторон конструкции.

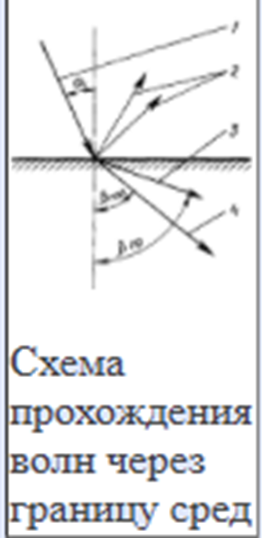
В первом случае получают сведения о свойствах материала на глубине 30 – 50 мм, а во втором – достигают сквозного прозвучивания.

Излучатели и приемники – ультразвуковые преобразователи могут быть *пьезоэлектрическими* и *магнитострикционными*.

*Пьезоэлектрический преобразователь* состоит из металлического корпуса 4, внутри которого располагается материал 3, обладающий пьезоэлектрическим эффектом. К числу таких материалов относятся кристаллы кварца, турмалина, титаната бария и сегнетовой соли. Кристалл, преобразующий электрическую энергию в механическую и наоборот, приклеивается или прижимается к прокладке 2 с помощью пружины 1, предназначенной для демпфирования свободных колебаний.

*Магнитострикционный преобразователь* состоит из магнитостриктора 2, который собирается из тонких изолированных друг от друга пластинок никеля или другого материала, обладающего под действием магнитного поля возможностью сжиматься и растягиваться. Пакет пластинок помещается в катушку, по которой пропускается переменный ток. В торце расположена металлическая мембрана 3, которая жестко прикреплена к корпусу 1.

Указанные преобразователи возбуждают продольные волны. Для получения поперечных волн используется явление трансформации продольной волны на границе раздела двух сред

На границу раздела под углом а падает продольная волна 1, которая трансформируется в проходящие и отраженные 2 продольные и поперечные волны причем угол преломления Впр продольной волны 3больше угла Впо п преломления поперечной волны 4. Увеличивая угол а, можно достичь такого положения, что проходящая продольная волна будет распространяться только по поверхности и во второй среде будут распространяться лишь поперечные волны. Практически описанная трансформация волн достигается применением призматического преобразователя, который состоит из преломляющей призмы и излучателя.

Применительно к металлическим конструкциям с помощью ультразвука осуществляется контроль дефектов в металле и контроль качества швов. При контроле качества сварных швов обнаруживаются шлаковые включения, газовые поры, трещины и непровары.

Ультразвуковой контроль является единственным методом, позволяющим выявлять в тавровых и нахлесточных соединениях внутренние трещины с раскрытием менее 0,2 мм и непровары в корне шва. При контроле сварных швов необходимо пользоваться эталонами – предварительно сваренными фрагментами соединений с искусственно сделанными дефектами. Отражение (эхометод) или ослабление (теневой метод) сигнала при наличии дефекта в конструкции сравнивается с эталонным.

Применительно к испытанию бетона ультразвуковой импульсный метод позволяет не только проводить дефектоскопию изделий, но и определять физико-механические характеристики бетонов. Так как бетон является неоднородным материалом, то при его дефектоскопии возможно выявить лишь дефекты, размеры которых превышают характерный размер заполнителя.

Наибольшее распространение получили два метода импульсной ультразвуковой дефектоскопии бетона:

- метод сквозного прозвучивания;

- метод продольного профилирования (метод годографа).

Оба метода основаны на изменении скорости распространения ультразвука на дефектных участках.

*Резонансный метод* связан с воздействием на конструкции с изменяющейся частотой. При проведении резонансных испытаний используют образцы: призмы размером 20х20х80; 15х15х60; 10х10х40; 7,07х7,07х28,3 см, а также цилиндры диаметром 15; 7,14 см при высоте образца соответственно 60 и 28,56 см. Проведенные при этом испытания позволяют определить динамические модули упругости и сдвига.

*Импедансный метод* основан на регистрации величины акустического импеданса участка контролируемого изделия. Изменение входного импеданса может быть обнаружено по изменению амплитуды или фазы силы, действующей на датчик, возбуждающий в изделии упругие колебания.

*Метод акустической эмиссии* основан на регистрации акустических волн в твердых телах при пластическом деформировании и при возникновении трещин. Регистрируя скорость движения волн эмиссии, можно обнаружить опасные дефекты и прогнозировать работоспособность элементов конструкций: зон концентрации напряжений в металлических конструкциях, эволюцию развития трещин в железобетонных конструкциях, появление расслоев в клееных деревянных конструкциях и т.д.

При изучении основных проблем, связанных с применением ультразвука для дефектоскопии строительных конструкций и определения физико-механических свойств материала, необходимо остановиться еще на одном методе испытаний – *импульсном*.

При испытании массивных конструкций применение ультразвука оказывается неэффективным в связи с затуханием волн при прохождении среды, однако, если использовать звуковой диапазон, характеризуемый большей длиной волны, то можно добиться определенного эффекта.

При *ударном методе* возмущения возбуждаются механическим ударом по изделию, и исследуется распространение волн напряжений в среде.

**1.2 Прибор «ПУЛЬСАР-2.1»**

*Основные области применения*

Ультразвуковой прибор для контроля прочности «ПУЛЬСАР-2.1» (рис.1) предназначен для:

- контроля прочности, однородности и класса бетона (ГОСТ 17624, Методические рекомендации МДС 62-2.01), кирпича (ГОСТ 24332) и других материалов на основании измерения в них времени и скорости распространения ультразвука;

- обнаружения пустот, трещин и других дефектов, при технологическом контроле и обследовании объектов, измерение глубины поверхностных трещин;

- оценки степени зрелости бетона при монолитном бетонировании;

- определения плотности и модуля упругости материалов, звукового индекса абразивов;

- оценки пористости, трещиноватости и анизотропии материалов.



Рис.1. Ультразвуковой прибор «Пульсар-2.1»

*Устройство прибора*

Прибор состоит из электронного блока и ультразвуковых преобразователей – раздельных или объединенных в датчик поверхностного прозвучивания (датчик поверхностного прозвучивания в сборе). На лицевой панели электронного блока расположены 12-ти клавишная клавиатура и графический дисплей. В верхней торцевой части корпуса установлены разъёмы для подключения датчика поверхностного прозвучивания или отдельных УЗ преобразователей для сквозного прозвучивания. На правой торцевой части прибора расположен разъем USB интерфейса. Доступ к аккумуляторам осуществляется через крышку батарейного отсека на нижней стенке корпуса.

*Принцип работы*

Работа прибора основана на измерении времени и скорости прохождения ультразвукового импульса в материале изделия от излучателя к приемнику. Скорость ультразвука вычисляется делением расстояния между излучателем и приемником на измеренное время. Для повышения достоверности в каждом измерительном цикле автоматически выполняется 6 измерений и результат формируется путем их статистической обработки с отбраковкой выбросов. Оператор выполняет серию измерений (задается в серии от 1 до 10 измерений), которая также подвергается математической обработке с отбраковкой выбросов и определением среднего значения, коэффициента вариации, коэффициента неоднородности.

Скорость распространения ультразвуковой волны в материале зависит от его плотности и упругости, от наличия дефектов (трещин и пустот), определяющих прочность и качество. Следовательно, прозвучивая элементы изделий, конструкций и сооружений можно получать информацию о:

- прочности и однородности;

- модуле упругости и плотности;

- наличии дефектов и их локализации.

Прибор осуществляет запись принимаемых УЗ импульсов, имеет встроенные цифровые и аналоговые фильтры, улучшающие соотношение «сигнал-помеха». Пользователь имеет возможность вручную изменять усиление измерительного тракта.

*Технические характеристики прибора «Пульсар-2.1»:*

|  |  |
| --- | --- |
| Диапазон измерения/показаний времени, мкс | 10...100  10...20000 |
| Разрешающая способность, мкс | 0,05 |
| Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения времени, мкс | ±(0,01t + 0,1) |
| Диапазон измерения скорости, м/с | 1000....10000 |
| Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения скорости, м/с | ±(0,01v + 10) |
| Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерения скорости и времени при отклонении температуры окружающей среды на каждые 10 °С в пределах рабочего диапазона, в долях от основной погрешности, | не более 0,5 |
| Напряжение возбуждения, В | 500 |
| Рабочие частоты УЗК, кГц | 60±10 |
| Объем памяти, Гбайт | до 4 |
| Разрешение дисплея TFT | 320х240 |
| Габаритные размеры электронного блока, мм, не более | 215х100х35 |
| Масса электронного блока / датчика поверхностного прозвучивания, кг, не более | 0,44 / 0,58 |

**2.Магнитный метод**

**2.1 Описание**

Магнитный метод основан на регистрации магнитных полей рассеяния, возникающих над дефектами, или на определении магнитных полей изделий. Магнитные методы испытаний можно классифицировать по способам регистрации магнитных полей рассеяния или определения магнитных свойств контролируемых изделий.

Основными являются следующие методы: *магнитопорошковый, магнитографический, феррозондовый и индукционный*.

*Магнитопорошковый метод*

Этот метод применяют для контроля деталей из ферромагнитных материалов. Данный способ проверяет наличие дефектов, в качестве которых могут выступать пустоты, трещины, шлаковые включения, расслоения и т.д. Наличие дефекта в намагниченном металле выявляется по магнитному полю рассеяния ферромагнитных частиц вокруг дефекта. Этот метод отличается своей простотой и надежностью. Он позволяет обнаружить дефекты как на поверхности арматуры, так и на небольшой глубине.

Если деталь не имеет дефектов, то магнитный поток проходит по ней без каких-либо отклонений. Если же в изделии есть какой-то дефект, то при встрече с ним магнитные линии выходят из детали и образуются в местные магнитные полюса и поле.

После снятия магнитных полей местные поля и полюса остаются из-за наличия остаточной индукции. Обнаружить участки, где магнитные линии выходили из ЖБ-конструкции можно по поведению ферромагнитных частиц. Они притягиваются один к одному, тем самым образуя цепочные структуры. Благодаря этому можно выявить наличие трещин с шириной до 0,001 миллиметра и глубиной до 0,01 миллиметра.

Данный метод состоит из двух основных этапов:

*- намагничивание испытуемого изделия;*

*- нанесение порошка.*

В качестве магнитных порошков могут использоваться только измельченные ферромагнитные порошки, которые обладают высокой магнитной проницаемостью. Их можно получить из отходов стали, феррита, магнетита и других металлов. Использовать порошки можно в сухом виде либо в виде суспензий. Перед нанесением порошка на изделие его поверхность очищается. Чаще всего для этих целей используют шлифовальный либо пескоструйный аппарат. В некоторых случаях можно использовать обычную металлическую щетку.

После этого в зоне поверхностного дефекта возникают парамагнитные полюса, которые, словно маленькие магниты, задерживают магнитный порошок по контуру дефекта, образуя его видимое изображение. Если же дефект на поверхности изделия, то рисунок всегда получается плотным, т.к. металлические частицы порошка хорошо сцепляются друг с другом. Если же дефект находится на какой-то глубине, то рисунок получается менее плотным. Но даже в таком случае можно определить характер дефекта.

*Магнитографический метод*

Данный способ основан на обнаружении магнитных полей рассеяния, которые возникают в местах дефектов при намагничивании испытуемых изделий. Магнитное поле создается при помощи электромагнита. Поле рассеяния фиксируется в виде магнитных отпечатков на специальной магнитной ленте. Данный процесс состоит из двух основных этапов:

*- намагничивание изделия;*

*- воспроизведение или считывание записи с ленты. Осуществляется данная операция при помощи дефектоскопа.*

Магнитографический метод можно использовать для проверки целостности арматуры, труб, стыков на сварных швах ил различных изделий, которые изготовлены из металлов и имеют толщину стенки от 1 до 16 миллиметров.

Перед проверкой изделие нужно очистить от грязи, ржавчины, остатков шлака или металлических брызг. В ходе проверки используются магнитные ленты типа МК-1 или МК-2. Они изготовлены из целлюлозы или другой эластичной основы и из магнитного слоя.

Ленту магнитным слоем прикладывают к контролируемому изделию и плотно прижимают к нему резиновым поясом. После этого изделие одновременно намагничивается и записываются поля рассеяния. После этого лента снимается со шва, наматывается на кассету и воспроизводится на магнитографическом дефектоскопе.

*Феррозондовый метод*

Данный способ проверки относится к неразрушающим методам контроля металлоизделий. Он основан на выявлении феррозондовым преобразователем магнитного поля рассеяния дефекта в намагниченных изделиях. После того, как прибор обнаруживает эти поля, он преобразует их в электрический сигнал. Феррозондовый метод можно использовать для обнаружения поверхностных и подповерхностных дефектов: трещин, сколов, закатов, ужимов и так далее.

Подвергать испытаниям можно изделия любых размеров и форм, если отношение их длины к наибольшему размеру в поперечном направлении и их магнитные свойства позволяют выполнить намагничивание до степени, которой будет достаточно, чтобы создавать магнитные поля рассеяния дефекта, обнаруживаемого при помощи магнитного преобразователя.

Феррозондовый метод контроля предусматривает выполнение следующих операций:

*- подготовка изделия (очистка поверхности от загрязнений);*

*- намагничивание;*

*- сканирование изделия и получение сигнала от дефекта (если он есть);*

*- разбраковка;*

*- размагничивание.*

Изделия, которые прошли испытания, нужно обязательно размагнитить, если они имеют трущиеся поверхности. В противном случае погрешность измерений будет очень большая.

Стоит отметить, что данный способ получил наибольшее распространение при проверке качества сварных швов и стыков трубопроводов.

*Индукционный метод*

Он основан на выявлении полей рассеяния в намагниченном металле с помощью катушки с сердечником, которая является элементом мостовой схемы. Данную катушку необходимо расположить между полосами электромагнита. Потоки рассеяния возбуждают ЭДС, которая усиливается и подаётся на осциллограф либо преобразуется в звуковые сигналы. Чаще всего данный метод используют при проверке кабеля, проводов, арматуры и других металлических изделий небольшого диаметра.

**2.2 Приборы «ИПА-МГ4», «ИПА-МГ4.01»**

*Область применения приборов*

Измерители защитного слоя бетона «ИПА-МГ4», «ИПА-МГ4.01» (рис.2) предназначены для оперативного производственного контроля толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры в железобетонных изделиях и конструкциях магнитным методом в соответствии с ГОСТ 22904. Приборы позволяют, также, определять диаметр арматуры по известной толщине защитного слоя бетона согласно методике ГОСТ 22904.

Область применения приборов – контроль толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры в железобетонных изделиях и конструкциях на предприятиях стройиндустрии и объектах строительства, а также при обследовании эксплуатируемых зданий и сооружений.



Рис.2. Общий вид приборов «ИПА-МГ4», «ИПА-МГ4.01»

*Устройство прибора*

1. На лицевой панели блока электронного размещены цифровой дисплей и клавиатура, предназначенная для управления прибором.

2. Клавиатура приборов содержит 6 функциональных кнопок и отдельную кнопку включения и выключения питания: используется только для включения и выключения прибора. Прибор выключается автоматически через 10 минут, если не нажимались кнопки и не проводились измерения.

3. В верхней части блока электронного находится гнездо для подключения преобразователя и кабеля связи с ПК.

4. На нижней стенке блока электронного расположена крышка батарейного отсека. Крепление крышки осуществляется одним винтом М2,5×8.

*Принцип работы прибора*

Принцип работы приборов основан на регистрации изменения комплексного сопротивления преобразователя при взаимодействии электромагнитного поля преобразователя с арматурным стержнем.

Приборы оборудованы выносным щупом, который плавно перемещают по поверхности контролируемого объекта, добиваясь минимального значения цифрового кода нижней строки индикатора и максимального тона звукового сигнала.

Также, зная расположение оси и диаметр арматурного стержня, определяется толщина защитного слоя и, соответственно, наоборот, зная величину защитного слоя, определяется диаметр арматуры.

*Технические характеристики приборов «ИПА-МГ4», «ИПА-МГ4.01»:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Наименование характеристики* | *ИПА-МГ4* | *ИПА-МГ4.01* |
| Контролируемые диаметры арматуры, мм | 3...40 | |
| Диапазон измерения толщины защитного слоя бетона, мм: |  | |
| - при диаметре стержней арматуры 3…5 мм | 3...70 | |
| - при диаметре стержней арматуры 6…10 мм | 3...90 | |
| - при диаметре стержней арматуры 14…20 мм | 5…120 | |
| - при диаметре стержней арматуры 22…40 м | 5...140 | |
| Диапазон определения расположения арматурных стержней, мм: | 3…80 | 3…140 |
| Погрешность измерения толщины защитного слоя бетона hзс , не более, мм | Δh =±(0,05 hзс + 0,5 мм) | |
| Погрешность определения оси арматурного стержня (для всех диаметров), не более, мм | ± 10 | |
| Объем памяти результатов измерений | 200 | 999 |
| Количество групп индивидуальных градуировочных зависимостей | 9 | |
| Габаритные размеры, мм:  - блока электронного  - преобразователя | 175х90х30  160х33х40 | |
| Масса с преобразователем, не более, кг | 0,72 | |

**Заключение**

Неразрушающие методы контроля широко применяются в процессе проведения технических экспертиз зданий и сооружений. Суть этих методов видна уже из самого названия: объект исследования не повреждается и остается пригодным к эксплуатации.

В этом же заключается и главное преимущество неразрушающего контроля. Он позволяет специалистам инспектировать объект, не нарушая его целостности и работоспособности. Более того, эта процедура при необходимости может иметь непрерывный характер, что дает возможность вовремя выявить и устранить дефекты.