**Структура практического занятия**

**Дисциплина:** Техническое обслуживание и ремонт автомобиля.

**Тема:** «Дефектоскопия деталей».

**Цели:**

*Образовательная:* после выполнения практических заданий студенты должны обладать профессиональными компетенциями:

* организовывать и проводить работы по техническому обслуживанию и ремонту автотранспорта;
* осуществлять технический контроль при хранении, эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте автотранспортных средств;
* разрабатывать технологические процессы ремонта узлов и деталей.

*Воспитательная:*

* воспитание дисциплинированности.
* воспитание аккуратности и ответственности в работе с оборудованием по дефектоскопии;
* воспитание коммуникативных качеств – умение сочетать работу в команде и самостоятельность в решение проблем по дефектации и комплектованию.

*Развивающая:*

* способствовать развитию профессиональной речи посредством устного изложения и раскрытия студентами сущности выполнения дефектации деталей и сопряжений;
* способствовать развитию механической памяти через запоминание учащимися основных характеристик методов дефектоскопии;
* способствовать развитию профессионального мышления.

**Форма организации работы студентов:** бригадная нефронтальная.

**Средства и оборудование, применяемое на занятие:** прибор для циркуляционного намагничивания; магнитный дефектоскоп М-217; ртутно-кварцевая лампа типа ПРК; светофильтр типа УСФ; ультразвуковой дефектоскоп УД2-12; ванна с флюоресцентным раствором; ванна с трансформаторным маслом; порошок силикагель; волосяная кисть; деревянный или бронзовый молоток, лупа 5…10-кратного увеличения; детали (шатун, коленчатый вал, поршневой палец); практикум по ремонту машин/ Под ред. Е.А. Пучина; надёжность и ремонт машин/ Под ред. В.В. Курчаткина (учебник).

**Содержание занятия:**

**І. Вводная часть.** Проверка наличия студентов и их готовности к занятию, вводный инструктаж.

**ІІ. Основная часть.** Выполнение заданий «кейсов».

**Кейс №1.** (Заключает в себе описание сущности и порядок использования метода капиллярной дефектоскопии).

*Задание:*

1) Напишите термин определяющий состояние деталей, характеризуемое:

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ - нарушением сплошности или однородности материала, отклонения от заданного химического состава или структуры, а также от заданных размеров. (Правильный ответ: *дефект*).

2) Напишите термин, характеризующий:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ - процесс выявления состояния деталей и сопряжений путем сравнения фактических показателей с данны­ми технической документации, где приведены нормальные, допусти­мые и предельные значения размеров деталей, зазоров и натягов сопряжений, а также отклонения от нормы и от взаимного располо­жения поверхностей деталей и другие параметры их состояния. (Правильный ответ: *дефектация*).

3) Назовите и письменно зафиксируйте группы сортировки деталей при дефектации и их маркировку.

4) Проведение дефектоскопии детали двигателя.

4.1. Выявите на основе анализа материала метод дефектоскопии соответствующий приведённым ниже признакам:

а) выявляет поверхностные и сквозные трещины;

б) трещины раскрытием 0,001 мм, глубиной 0,01 мм, длинной более 0,1мм.

4.2. Далее необходимо подробно описать выявленный метод дефектоскопии (определение, сущность, классификация и т.п.).

4.3. Проведение дефектоскопии шатуна выявленным методом дефектоскопии.

Контрольный вопрос:

5) Как определяется чувствительность методов рентгеноскопии?

**Кейс №2.** (Заключает в себе описание сущности и порядок использования метода магнитной дефектоскопии).

*Задание:*

1) Напишите термин, определяющий:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ - комплекс методов и средств неразрушающего контроля материалов и изделий с целью обнаружения дефектов. (Правильный ответ: *дефектоскопия*).

2) Назовите и письменно зафиксируйте задачи дефектации.

3) Назовите и письменно зафиксируйте операции, которые включает в себя дефектоскопия.

4) Проведение дефектоскопии детали двигателя.

4.1.Выявите на основе анализа материала метод дефектоскопии соответствующий приведённым ниже признакам:

а) обнаружение трещин на глубине до 2 мм;

б) обнаружение дефектов на глубине до 20 мм.

4.2. Далее необходимо подробно описать выявленный метод дефектоскопии (определение, сущность, классификация и т.п.).

4.3. Проведение дефектоскопии поршневого пальца выявленным методом дефектоскопии.

Контрольный вопрос:

5) Назовите недостатки импульсного метода ультразвуковой дефектоскопии.

**Кейс №3.** (Заключает в себе описание сущности и порядок использования метода ультразвуковой дефектоскопии).

*Задание:*

1) Напишите термин, определяющий:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ - устройство для обнаружения дефектов в изделиях из различных металлических и неметаллических материалов методами неразрушающего контроля. (Правильный ответ: *дефектоскоп*).

2) Назовите и письменно зафиксируйте методы контроля в процессе дефектации деталей.

3) Назовите и письменно зафиксируйте стадии выявления деталей.

4) Проведение дефектоскопии детали двигателя.

4.1. Выявите на основе анализа материала метод дефектоскопии соответствующий приведённым ниже признакам:

а) обнаружение дефектов, отражающая поверхность которых имеет площадь около 1- 2 мм.

б) метод широко применяют для контроля сварных швов, рельсов и др.

4.2. Далее необходимо подробно описать выявленный метод дефектоскопии (определение, сущность, классификация и т.п.).

4.3. Проведение дефектоскопии коленчатого вала выявленным методом дефектоскопии.

Контрольный вопрос:

5) Назовите достоинства капиллярных методов дефектоскопии.

**Вспомогательный материал для выполнения заданий каждого «кейса»** (прилагается к каждому «кейсу»).

**ІІІ. Заключительная часть**. Отчёт о выполнение работ, подведение итогов.

Практическая часть занятия подкрепляется описанием работы с кейсами.

Целью работы является изучение способов выявления трещин и скрытых дефектов в деталях двигателя,приобретение навыков выполнения операций дефектоскопии,изучение устройства средств технологического оснащения для дефектоскопии деталей и овладение приёмами их использования. Работа на занятии организована по бригадам.

Каждый «кейс» содержит четыре задания. Все задания выполняются письменно, на чистых листах, вложенных в «кейс». У каждого студента бригады в конце занятия должен быть листок с выполненными заданиями. Первые три задания выполняются с опорой на знания, полученные на прошлом занятии по теме «Дефектовочно-комплектовочные работы», они более простые. Четвёртое задание содержит в себе ещё три задания, и выполняется оно на основе вспомогательного материала, вложенного в каждый «кейс». В задании 4.1. необходимо выявить метод дефектоскопии по приведённым признакам, у каждой бригады будет свой метод дефектоскопии. В задании 4.2. необходимо описать выявленный метод. В задание 4.3. необходимо провести дефектоскопию детали выявленным методом, порядок проведения дефектоскопии по каждому методу подробно изложен во вспомогательном материале. После проведения дефектоскопии нужно дать письменное заключение о годности детали. На эту работу даётся 45 минут. Далее после выполнения всех заданий необходимо представить свой отчёт о проделанной работе, (то есть результаты выполнения всех заданий) в устной форме. Каждая бригада отвечает по очереди в соответствии с номером полученного «кейса». Отвечать должны все члены бригады, помогая, и дополняя друг друга. По окончанию ответа каждой бригаде задаётся дополнительный (контрольный) вопрос. По итогам ответов на все пять вопросов «кейса» работа каждой бригады оценивается.

Литература:

1. Буланова-Торпокова М.В. Педагогика и психология высшей школы: учебное пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 544 с.

2. Панфилова А.П. Инновационные педагогические технологии: Активное обучение: учеб. Пособие для студ. высш. учеб. Заведений / А.П. Панфилова. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 192 с.

3. Практикум по ремонту машин/Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский и др.; Под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолосС, 2012. – 327 с.

Приложение 1

**Вспомогательный материал для выполнения заданий каждого «кейса»**

**Магнитная дефектоскопия**

*Магнитная дефектоскопия* основана на исследовании искажений магнитного поля, возникающих в местах дефектов в изделиях из ферромагнитных материалов. Индикатором может служить магнитный порошок (закись-окись железа) или его суспензия в масле с дисперсностью частиц 5—10 мкм. При намагничивании изделия порошок оседает в местах расположения дефектов. Поле рассеяния можно фиксировать на магнитной ленте, которую накладывают на исследуемый участок намагниченного изделия. Используют также малогабаритные датчики, которые при движении по изделию в месте дефекта указывают на изменения импульса тока, регистрирующиеся на экране осциллоскопа (феррозондовый метод).

Чувствительность метода магнитной дефектоскопия зависит от магнитных характеристик материалов, применяемых индикаторов, режимов намагничивания изделий и др. Методом магнитного порошка можно обнаруживать трещины и др. дефекты на глубине до 2 мм, магнитографическим методом контролируют главным образом сварные швы трубопроводов толщиной до 10—12 мм и обнаруживают тонкие трещины и непровар. Феррозондовый метод наиболее целесообразен для обнаружения дефектов на глубине до 10 мм и в отдельных случаях до 20 мм в изделиях правильной формы. Этот метод позволяет полностью автоматизировать контроль и разбраковку. Намагничивание изделий производится магнитными дефектоскопами, создающими магнитные поля достаточной напряжённости. После проведения контроля изделия тщательно размагничивают.

Методы магнитной дефектоскопия применяют для исследования структуры материалов (магнитная структурометрия) и измерения толщины (магнитная толщинометрия). Магнитная структурометрия основана на определении основных магнитных характеристик материала (коэрцитивной силы, индукции, остаточной намагниченности, магнитной проницаемости). Эти характеристики, как правило, зависят от структурного состояния сплава, подвергаемого различной термической обработке. Магнитную структурометрию применяют для определения структурных составляющих сплава, находящихся в нём в небольшом количестве и по своим магнитным характеристикам значительно отличающихся от основы сплава, для измерения глубины цементации, поверхностной закалки и т.п. Магнитная толщинометрия основана на измерении силы притяжения постоянного магнита или электромагнита к поверхности изделия из ферромагнитного материала, на которую нанесён слой немагнитного покрытия, и позволяет определять толщину покрытия.

**Порядок выполнения работы магнитным методом.**

1. Выбрать способ намагничивания, схему намагничивания и рассчитать силу тока с учётом характеристики детали.

2. Подготовить магнитный дефектоскоп М-217 к работе: включить прибор в сеть, установить переключатель «характера намагничивания» в положение «длительно намагничивание», установить при помощи ручки автотрансформатора, расположенной на передней части прибора, расчётную силу тока.

3. Намагнитить деталь, для этого:

переводят переключатель «характер намагничивания» в положение «кратковременное намагничивание»;

устанавливают деталь между стационарными (ручными) контактами дефектоскопа или внутри соленоида;

нажимают на педаль дефектоскопа и тем самым намагничивают деталь.

4. Посыпают деталь магнитным порошком или суспензией. Выявить наличие и характер дефектов. Дать заключение остепени годности детали.

5. Удалить с поверхности детали магнитный порошок (суспензию).

6. Размагнитить деталь.

По окончании работы тщательно убирают рабочее место. Заносят в отчёт данные о дефектоскопии.

**Рентгенодефектоскопия**

*Рентгенодефектоскопия*основана на поглощении рентгеновских лучей, которое зависит от плотности среды и атомного номера элементов, образующих материал среды. Наличие таких дефектов, как трещины, раковины или включения инородного материала, приводит к тому, что проходящие через материал лучи ослабляются в различной степени. Регистрируя распределение интенсивности проходящих лучей, можно определить наличие и расположение различных неоднородностей материала.

Интенсивность лучей регистрируют несколькими методами. Фотографическими методами получают снимок детали на плёнке. Визуальный метод основан на наблюдении изображения детали на флуоресцирующем экране. Более эффективен этот метод при использовании электронно-оптических преобразователей. При ксерографическом методе получают изображения на металлических пластинках, покрытых слоем вещества, поверхности которого сообщён электростатический заряд. На пластинах, которые могут быть использованы многократно, получают контрастные снимки. Ионизационный метод основан на измерении интенсивности электромагнитного излучения по его ионизирующему действию, например на газ. В этом случае индикатор можно устанавливать на достаточном расстоянии от изделия, что позволяет контролировать изделия, нагретые до высокой температуры.

Чувствительность методов рентгенодефектоскопии определяется отношением протяжённости дефекта в направлении просвечивания к толщине детали в этом сечении и для различных материалов составляет 1-10%. Применение рентгенодефектоскопии эффективно для деталей сравнительно небольшой толщины, т.к. проникающая способность рентгеновских лучей с увеличением их энергии возрастает незначительно. Рентгенодефектоскопию применяют для определения раковин, грубых трещин, ликвационных включений в литых и сварных стальных изделиях толщиной до 80 мм и в изделиях из лёгких сплавов толщиной до 250 мм. Для этого используют промышленные рентгеновские установки с энергией излучения от 5—10 до 200—400 кэв (1 эв = 1,60210 · 10-19 дж). Изделия большой толщины (до 500 мм) просвечивают сверхжёстким электромагнитным излучением с энергией в десятки Мэв, получаемым в бетатроне.

**Ультразвуковая дефектоскопия**

*Ультразвуковая дефектоскопия* основана на использовании упругих колебаний, главным образом ультразвукового диапазона частот. Нарушения сплошности или однородности среды влияют на распространение упругих волн в изделии или на режим колебаний изделия. Основные методы: эхо-метод, теневой, импульсный, резонансный, велосимметрический (собственно ультразвуковые методы), импедансный и метод свободных колебаний (акустические методы).

Наиболее универсальный эхо-метод основан на посылке в изделие коротких импульсов ультразвуковых колебаний и регистрации интенсивности и времени прихода эхосигналов, отражённых от дефектов. Для контроля изделия датчик эходефектоскопа сканирует его поверхность. Метод позволяет обнаруживать поверхностные и глубинные дефекты с различной ориентировкой. Созданы промышленные установки для контроля различных изделий. Эхосигналы можно наблюдать на экране осциллоскопа или регистрировать самозаписывающим прибором. В последнем случае повышаются надёжность, объективность оценки, производительность и воспроизводимость контроля. Чувствительность эхометода весьма высока: в оптимальных условиях контроля на частоте 2 - 4 Мгц можно обнаруживать дефекты, отражающая поверхность которых имеет площадь около 1- 2 мм.

При теневом методе ультразвуковые колебания, встретив на своём пути дефект, отражаются в обратном направлении. О наличии дефекта судят по уменьшению энергии ультразвуковых колебаний или по изменению фазы ультразвуковых колебаний, огибающих дефект. Метод широко применяют для контроля сварных швов, рельсов и др.

Импульсный метод дефектоскопии базируется на явлении отражения УЗК от границы раздела веществ. Высокочастотный генератор импульсного дефектоскопа формирует импульсы определенной длины, которые посылаются преобразователем в контролируемую деталь. После отражения импульс возвращается к преобразователю, который в это время переключается на прием, оттуда отраженный импульс через усилитель поступает на экран электронно-лучевой трубки (ЭЛТ).

Синхронизатор формирует частоту следования импульсов. Он выполняет важную роль — управляет работой высокочастотного генератора. Кроме того, синхронизатор запускает блок развертки. В зависимости от размеров детали отраженный импульс должен приходить к преобразователю раньше посылки следующего импульса. Для этого особым образом устанавливается частота следования высокочастотных импульсов. Длительность импульса должна составлять не менее одного периода колебаний.

В случае, если дефект в детали отсутствует, на экране ЭЛТ будет два импульса (зондирующий и донный), расстояние между которыми равняется толщине детали. Если внутри детали присутствуют дефекты или дефект, то между зондирующим и донным импульсами появится импульс, отраженный от дефекта. Расстояние глубины расположения дефекта определяется расстоянием между зондирующим импульсом и отраженным от дефекта. Чем больше дефект, тем больше акустической энергии от него отразится, тем больше будет амплитуда импульса, отраженного от дефекта. Относительный размер дефекта можно определить по этой амплитуде.

Достоинства метода:

 односторонний доступ к детали;

 возможность определения размеров и расположения дефекта по глубине;

 высокая чувствительность.

Недостаток метода — это наличие «мертвой» зоны, которая представляет собой неконтролируемый поверхностный слой, из-за которого на экране ЭЛТ отраженный от дефекта импульс совпадает с зондирующим импульсом.

Резонансный метод основан на определении собственных резонансных частот упругих колебаний (частотой 1—10 Мгц) при возбуждении их в изделии. Этим методом измеряют толщину стенок металлических и некоторых неметаллических изделий. При возможности измерения с одной стороны точность измерения около 1%. Кроме того, этим методом можно выявлять зоны коррозионного поражения. Резонансными дефектоскопами осуществляют контроль ручным способом и автоматизированным с записью показаний прибора.

Велосиметрический метод эходефектоскопии основан на измерении изменения скорости распространения упругих волн в зоне расположения дефектов в многослойных конструкциях, используется для обнаружения зон нарушения сцепления между слоями металла.

Импедансный метод основан на измерении механического сопротивления (импеданса) изделия датчиком, сканирующим поверхность и возбуждающим в изделии упругие колебания звуковой частоты. Этим методом можно выявлять дефекты в клеевых, паяных и др. соединениях, между тонкой обшивкой и элементами жёсткости или заполнителями в многослойных конструкциях. Обнаруживаемые дефекты площадью от 15 – 20 мм и более отмечаются сигнализатором и могут записываться автоматически.

Метод свободных колебаний основан на анализе спектра свободных колебаний контролируемого изделия, возбуждённого ударом; применяется для обнаружения зон нарушения соединений между элементами в многослойных клеёных конструкциях значительной толщины из металлических и неметаллических материалов.

Наиболее часто используемыми на сегодняшний день являются дефектоскопы УДМ-3, УДЦ-100, УДЦ-105М, ДУК-66, УЗД-НИИМ-5, УЗД-7Н, УД-10П, УД-ЦПУ и др.

Ультразвуковая дефектоскопия, использующая несколько переменных параметров (частотный диапазон, типы волн, режимы излучения, способы осуществления контакта и др.), является одним из наиболее универсальных методов неразрушающего контроля.

**Порядок выполнения работы ультразвуковым методом.**

1. Подготовить дефектоскоп к работе.

2. Включить дефектоскоп.

3. Выбрать частоты следования зондированных импульсов и тип ПЭП.

4. Провести контроль деталей на наличие дефектов и измерить глубину их нахождения.

5. Записать в отчёт данные об ультразвуковом методе дефектоскопии.

**Капиллярная дефектоскопия**

*Капиллярные методы дефектоскопии.* Они базируются на принципе проникновения жидкостей в скрытые области невидимых поверхностных нарушений сплошности и выявлении дефектов путем формирования индикаторных оптически контрастных рисунков, копирующих месторасположение и форму дефектов.

Выявление невидимой трещины с шириной раскрытия осуществляется путем проявления и увеличения индикаторного следа от дефекта до размера и создания высокого оптического контраста между поверхностью детали и индикаторным рисунком.

Метод позволяет производить обнаружение поверхностных трещин раскрытием 0,001 мм, глубиной 0,01 мм и длиной более 0,1 мм. Капиллярные методы используются для выявления поверхностных и сквозных трещин в магнитных и немагнитных материалах.

Достоинства методов:

 высокая чувствительность и разрешающая способность;

 наглядность результатов контроля и возможность определения направления, протяженности и размеров дефекта;

 возможность контроля изделий из любых материалов;

 высокая степень обнаружения дефектов.

Недостатки методов:

 высокая трудоемкость;

 большая длительность процесса (0,5—1,5 ч на одно измерение);

 громоздкость применяемого оборудования.

Различают следующие методы капиллярной дефектоскопии (по характеру следов проникающих жидкостей и особенностям их обнаружения):

1) яркостный (ахроматический),

2) цветной (хроматический),

3) люминесцентный,

4) люминесцентно-цветной.

Простейшие методы керосиновой или керосино-масляной пробы, где в качестве пенетранта используют керосин, жидкие масла или их смесь, а в качестве проявителя применяют мел в виде порошка или суспензии, можно отнести к яркостным методам капиллярной дефектоскопии. Пенетрант, попадая в слои мела, приводит к его потемнению, которое легко находится визуально при дневном свете.

В результате проявления проникающей жидкости над дефектом при цветной дефектоскопии возникает красный индикаторный след, который четко выявляется на светлом фоне проявителя.

При люминесцентных методах в состав пенетранта вводят вещества, люминесцирующие в ультрафиолетовом свете при облучении контролируемой поверхности, с целью улучшения выявления его следов.

Технология контроля включает следующие основные этапы:

 подготовку объекта к контролю;

 обработку контролируемой поверхности дефектоскопическими материалами;

 проявление дефектов;

 обнаружение, измерение дефектов и расшифровку результатов контроля;

 очистку объекта от материалов, применяемых при контроле.

Заполнение полостей дефектов индикаторным пенетрантом, удаление его избытка и нанесение проявителя — все это обработка контролируемых объектов дефектоскопическими материалами. Избыток индикаторного пенетранта убирается протиркой салфетками, промывкой очищающими составами при погружении и т.д.

*Индикаторный пенетрант* — это люминесцентный или цветной состав, химически активный по отношению к проявителю.

*Проявитель пенетранта* — это состав, предназначенный для извлечения пенетранта из полости дефекта и формирования индикаторного следа для визуального восприятия дефекта. Проявитель может быть: в жидком состоянии, в порошкообразном состоянии, в виде пленки.

Процесс образования рисунков от дефектов на контролируемой поверхности — это *проявление следов дефектов.*

Очистка контролируемых поверхностей с использованием протирки, промывки, обдувки и т.д. является обязательно процедурой после расшифровки и анализа результатов контроля.

Существуют специальные комплекты, применяемые для массового использования:

 для люминесцентного метода — ЛЮМ, ЛЮМ-А, ЛЮМ-Б ЛЮМ-В, ДК-2 и ДК-5;

 для цветного метода — К-М, ДК-1, ДК-3, ДК-4, ДК-6 и ДК-7;

 для люминесцентно-цветного метода — Аэро-12А;

 для цветной и люминесцентной дефектоскопии — аэрозольные баллоны КД-40ЛЦ.

Для освещения контролируемых поверхностей и возбуждения люминесцентных пенетрантов используют: ртутно-кварцевые газозарядные лампы низкого и высокого накаливания и высокого давления типов ПРК-2, ПРК-7, ДРШ-500-3; люминесцентные ртутные лампы типа ЛУФЧ-1; обычные источники освещения.

Наиболее часто для капиллярного контроля применяют:

 дефектоскопы (ДМК-4 У-ДМК-5, КД-31-Л, КД-32-Л, КД-40-ЛЦ, ЛДА-3),

 установки для нанесения пенетрантов, проявления, очистки и освещения контролируемых поверхностей (КД-21Л, КД-20Л, ЦКД, УКЛ-1).

**Порядок выполнения работы люминесцентным методом капиллярной дефектоскопии.**

1. Обезжирить деталь ацетоном или растворителем.

2. Промыть деталь горячей водой и просушить её.

3. Погрузить деталь на 5…10 минут во флюоресцирующую жидкость (дизельное топливо, керосин или другие средства).

4. Протереть деталь насухо ветошью или тряпкой.

5. Нанести на деталь дисперсионный порошок (силикагель, окись магния, тальк).

6. Готовят к работе люминесцентный дефектоскоп.

7. Освещают деталь ультрафиолетовым светом ртутно-кварцевой лампы ПРК-4 со светофильтром УСФ-3.

8. Определить наличие и форму дефекта по результатам осмотра детали.

9. Дают заключение о годности детали.