

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЕРИФИКАЦИИ ДЕТАЛИ
«ПОДДОН КАРТЕРА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА
КЕРОСИНОВОЙ ПРОБЫ**

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по
отраслям)

профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Сертификация, метрология и управление качеством в
машиностроении»

Идентификационный код ВКР: 379

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н. Гузанов
« ____ » _____ 2019 г.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЕРИФИКАЦИИ ДЕТАЛИ
«ПОДДОН КАРТЕРА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА
КЕРОСИНОВОЙ ПРОБЫ**

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по
отраслям)
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Сертификация, метрология и управление качеством в
машиностроении»

Исполнитель:
студентка группы КМ-401п

О.В. Игольник

Руководитель:
доцент, канд. пед. наук,
доцент кафедры ИММ

Т.Б. Соколова

Нормоконтролер:
доцент, канд. пед. наук,
доцент кафедры ИММ

Ю.И. Категоренко

Екатеринбург 2019

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 130 листов печатного текста, 17 иллюстраций, 4 таблицы, 30 использованных источников, 8 приложений на 26 листах, графическую часть на 2 листах А1 (четёж и аксонометрия детали) и 1 компакт-диск.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЯ ВЕРИФИКАЦИИ, МЕТОД КЕРОСИНОВОЙ ПРОБЫ, НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ, МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАНЯТИЯ.

Пример: Игольник О.В. Разработка технологии верификации детали «Поддон картера»: выпускная квалификационная работа / О.В. Игольник; Рос. гос. проф.-пед. ун-т; Институт инж.-пед. образования, каф. инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии – Екатеринбург, 2019. – 130 с.

Цель работы: разработать технологию верификации детали «ПОДДОН КАРТЕРА» для предприятия ООО «Уральский дизель-моторный завод».

В результате работы разработаны: технологическая карта входного контроля детали «Поддон картера» и инструкция для его проведения методом керосиновой пробы, обоснован выбранный метод неразрушающего контроля детали, для визуализации контролируемых зон разработана 3D модель детали «Поддон картера».

В методической части проекта проанализирован профессиональный стандарт «Специалист по неразрушающему контролю», разработан план теоретического и лабораторного занятий для студентов проходящих практику на предприятии.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	Разработка технологии верификации детали «поддон картера» с использованием метода керосиновой пробы Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Игольник О.В.					2	130
Пров.		Соколова Т.Б.				ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО, КАФ. ИММ, ГРУППА КМ-401п		
Н. контр		Категоренко Ю.И.						
Зав. каф.		Гузанов Б.Н.						

СОДЕРЖАНИЕ	
ВВЕДЕНИЕ	5
1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	8
1.1. Цели и задачи организации и разработки процесса контроля.....	14
1.2. Классификация видов и методов неразрушающего контроля	18
1.3. Особенности контроля качества деталей, на герметичность	32
1.4.Описание физических явлений и сущности капиллярного контроля методом керосиновой пробы.....	37
1.5. Документирование процесса контроля на предприятии.....	47
2. РАЗРАБОТКА ОПЕРАЦИЙ ПРИ ВЕРИФИКАЦИИ ДЕТАЛИ «ПОДДОН КАРТЕРА».....	52
2.1. Назначение и краткое техническое описание детали.....	52
2.2. Выбор контролируемых зон при входном контроле.....	57
2.3. Последовательность контрольных операций при верификации детали «Поддон картера»	61
2.4. Разработка технологической инструкции входного контроля детали «Поддон картера»	68
3. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	71
3.1. Особенности подготовки дефектоскопистов	71
3.2. Анализ профессионального стандарта «Специалиста по неразрушающему контролю»	80
3.3.Разработка программы обучения практикантов.....	88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	98
ПРИЛОЖЕНИЕ А - ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА РАЗРАБОТКУ ТЕХНОЛОГИИ ВЕРИФИКАЦИИ КОНТРОЛЯ.....	102
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – РАБОЧИЙ ЧЕРТЁЖ ДЕТАЛИ «ПОДДОН КАРТЕРА»..	103
ПРИЛОЖЕНИЕ В – «ЖУРНАЛ ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ НА ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ И РЕЗУЛЬТАТОВ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ»	104

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Г – «ЖУРНАЛ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ».....	105
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ВЕРИФИКАЦИИ ДЕТАЛИ «ПОДДОН КАРТЕРА».....	106
ПРИЛОЖЕНИЕ Е – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ КЕРОСИНОВОЙ ПРОБЫ ДЛЯ ПОДДОНА 0431-02-010-2СБ	119
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ.....	124

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время ни один технологический процесс производства и эксплуатации деталей не обходится без входного контроля, и самый распространенный метод контроля – это неразрушающий контроль.

Неразрушающий контроль качества сварных соединений – важнейшая технологическая операция, выполняющая функцию подтверждения соответствия качества сварочных работ требованиям нормативной документации, где капиллярный метод неразрушающего контроля является одним из основных. Многообразие средств неразрушающего контроля требует рационального выбора способов, в зависимости от примененной технологии сварки и, в целом, от организации сварочно-монтажных работ на объекте.

Ответственность герметизируемых объектов, их высокая стоимость, не позволяет допускать экономические потери, происходящие в следствии нарушение герметичности, что приводит к дефектам - протечкам. Зависимость их работоспособности от качества герметизации, определяет значимость правильного организованного контроля герметичности – контроля течеисканием.

Данная выпускная квалификационная работа посвящена конкретной практической разработке технологии верификации для детали «Поддон картера» на основе жидкостного метода капиллярного неразрушающего контроля.

Использование неразрушающего контроля при верификации детали «Поддон картера» позволит вовремя выявить ошибки, чтобы затем оперативно исправить дефекты, нарушающие герметичность, что предотвратит возможный ущерб, а значит, приведёт к минимальными потерями в процессе производства.

Актуальность темы: в связи со сменой предприятия – поставщика, от ООО «Уральский дизель–моторный завод», была поставлена задача, в виде технического задания, разработать технологию верификации для детали «Поддон картера» на основе жидкостного метода капиллярного

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

неразрушающего контроля, а именно: технологическую карту контроля и технологическую инструкцию проведения контроля методом керосиновой пробы для детали «Поддон картера» мощных дизелей (самосвалы БЕЛАЗ), которые поступают в качестве поставок запчастей для завода ООО «УДМЗ».

Цель: Разработать технологическую карту входного контроля детали «Поддон картера» и инструкцию для его проведения методом керосиновой пробы для предприятия ООО «Уральский дизель-моторный завод».

Объект исследования – неразрушающий контроль изделий на предприятии.

Предмет исследования – разработка технологической инструкции и технологической карты для выполнения контроля деталей с использованием метода керосиновой пробы.

Задачи работы:

1. Привести описание и служебное назначение детали, проанализировать технологичность детали при входном контроле;
2. Изучить сущность метода керосиновой пробы.
3. Выявить требования к контролируемым параметрам детали «Поддон картера» при входном контроле.
4. Сформировать содержание операционной карты и инструкции.
5. Проанализировать профессиональный стандарт «специалист по неразрушающему контролю», разработан комплект методических материалов для студентов, проходящих практику на предприятии.

Метод «Керосиновая проба» контроля детали «Поддон катера» был выбран для разработки, так как сочетает в себе ценные для производственного и эксплуатационного контроля качества: наглядность результатов с большой универсальностью технологических операций при проверке поверхности деталей любой сложности из различных материалов. Имеет низкую чувствительность, поэтому при подготовке поверхности детали не возникнут

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

трудности, отличается простотой и доступностью, не требует сложного оборудования, высокой квалификации специалистов и дефицитных материалов.

Так как на верификацию поступает небольшая партия «Поддонов картеров», нет необходимости ускорять процесс входного контроля на данную деталь. Будет рациональнее подождать, пока керосин высохнет естественным путем. А значит закупать специальное оборудование, которое необходимо для керосинопневматического, керосиновакуумного и керосиновибрационного методов, пневматических испытания сварных изделий – экономически невыгодно.

Главное преимущество метода, он надёжен, с наименьшими затратами и высокой точностью позволяет производить контроль поставок, что является приоритетом для любого предприятия.

Керосиновая проба – абсолютно безопасный метод неразрушающего контроля, применяющийся во многих технологиях, отраслях производства и техническом обслуживании, особенно в исследовании сварных швов и конструкционных металлов.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Общие сведения о предприятии и выпускаемой продукции

ООО «Уральский дизель-моторный завод» («УДМЗ») — ведущее российское машиностроительное предприятие по выпуску дизелей и дизель-генераторов различных типов для судостроения, тепловозостроения, в малой энергетике. Предприятие образовано в 2003 году при разделении производственного комплекса ОАО «Турбомоторный завод» (г. Екатеринбург). В Группу «Синара» завод вошел в 2008 году, в состав холдинга СТМ — в феврале 2010 года.



Рисунок 1 – Логотип ООО «УДМЗ»



Рисунок 2 здание ООО «УДМЗ»

История дизелестроения на ООО УДМЗ начинается с 1941 года, когда на площадку Уральского Турбинного завода были эвакуированы дизельмоторное производство Кировского завода г. Ленинград и Харьковский дизельный завод №75. Уже в октябре 1941 года был изготовлен первый дизель В2-34 для танка Т-34. 13 декабря моторное производство формируется в моторный завод № 76.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

В феврале 2012 года Уральский дизель-моторный завод выиграл конкурс Минпромторга РФ на включение в федеральную целевую программу «Национальная технологическая база», став участником ее подпрограммы «Создание и организация производства в Российской Федерации в 2011-2015 годах дизельных двигателей и их компонентов нового поколения».

Для реализации поставленных задач «УДМЗ» заключил два контракта на выполнение НИОКР с государственным заказчиком работ - Минпромторгом РФ. Первый госконтракт «Энергодизель» предусматривал разработку базовых образцов модельного ряда высокооборотных V-образных дизельных двигателей для дизель-генераторных установок магистральных тепловозов, пропульсивных комплексов морских и океанских судов, транспортно-технологических средств, контейнерных электростанций малой энергетики (в диапазоне мощностей 1000-3000 кВт).

Второй госконтракт «Дизельстрой» — предполагал создание конструкций специализированных экспериментальных стендов для высокооборотных дизельных двигателей с частотой вращения от 1500 до 3000 оборотов в минуту для дизелестроительных производств. В результате выполнения НИОКР завод должен был представить научно-технические отчеты, конструкторско-технологическую документацию и опытные образцы продукции, полностью соответствующие техническому заданию заказчика и не уступающие по своим техническим характеристикам передовым зарубежным аналогам.

Федеральная целевая программа осуществлялась на условиях совместного финансирования работ: порядка 49% составили средства государственного бюджета, 51% — собственные или привлеченные средства исполнителя.

В ходе реализации проектов Уральский дизель-моторный завод привлекал в качестве консультантов и партнёров передовые компании в этой области: FEV GmbH (Германия), Центральный научно-исследовательский

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

дизельный институт «Автоматизированные системы и комплексы», МГТУ им. Баумана.

Реализация проектов по разработке нового семейства дизельных двигателей и испытательных стендов - новый этап в истории уральского и российского дизелестроения.

Задачи:

- занять передовые позиции на рынке высокооборотных дизельных двигателей различного применения;
- создать современное дизелестроительное производство в России;
- расширить продуктовый портфель промышленных дизельных двигателей и дизель-генераторных установок;
- создать условия для развития современного производства у российских поставщиков комплектующих изделий для дизельных двигателей.

Ход реализации проектов:

Первый этап завершен в декабре 2012 года.

Проект «Энергодизель»:

- проведены аналитические и патентные исследования;
- подготовлены девять эскизных проектов на дизели и семь эскизных проектов на дизель-генераторы;
- проведены работы по сборке и испытанию двух образцов.

Проект «Дизельстрой»:

- проведены научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы по созданию специализированных экспериментальных стендов;
- разработаны эскизные, технические проекты, конструкторская документация, создана технология изготовления компонентов стендового оборудования.

Второй этап работ был завершен в январе 2014 года.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Проект «Энергодизель»:

- разработаны 3 D-модели и конструкторская документация на одноцилиндровый прототип будущего двигателя для испытательного стенда;
- подготовлены девять технических проектов дизельных двигателей и семь технических проектов дизель-генераторов, для применения в тепловозостроении, судостроении, производстве автомобильной карьерной технике, малой энергетике;
- разработаны и утверждены технические требования на все компоненты, по результатам проведенных тендеров, выбраны поставщики всех элементов будущих изделий, подписаны контракты с комплектаторами;
- успешно произведены испытания и запуск одноцилиндрового прототипа нового двигателя дм-185.

Третий этап работ завершен в мае 2014 года.

Проект «Дизельстрой»:

- выполнены пусконаладочные работы и ввод в эксплуатацию стенда для испытаний одноцилиндрового отсека мощностью до 408 кВт, а также стендов для испытаний высокооборотного дизельного двигателя мощностью до 4000 кВт судового применения и высокооборотного дизельного двигателя мощностью до 3000 кВт в составе дизель-генераторной установки с возможностью увеличения мощности объекта испытания до 4000 кВт, с уровнем напряжений 0,4/6,3/10,5 кв;
- разработаны программы и методики предварительных приемо-сдаточных и сертификационных испытаний одноцилиндрового отсека, дизельного двигателя и высокооборотного дизельного двигателя в составе дизель-генераторной установки;
- введены в эксплуатацию стенды;
- проведена аттестация и сертификация измерительного оборудования стендов;

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

- создана новая экспериментально-исследовательская база для проведения предварительных, приемочных и сертификационных испытаний нового семейства двигателей дм-185.

Проект «Энергодизель»:

В ноябре 2014 года представлен опытный образец нового двигателя 12ДМ-185Т (тепловозной модификации), не имеющий аналогов в России.

Возможные сферы применения нового семейства дизельных двигателей:

- тепловозостроение;
- судостроение морского и гражданского назначения;
- тяжелая карьерная техника;
- малая энергетика.

Таким образом, реализация проекта с Минпромторгом РФ позволит УДМЗ сделать качественный рывок по освоению рынка высокооборотных дизельных двигателей различного применения, создать современное дизелестроительное производство в России, расширить продуктовый портфель предлагаемых на рынок промышленных дизельных двигателей и дизель-генераторных установок. Способствовать развитию современного производства у российских поставщиков комплектующих изделий для дизельных двигателей.

В настоящее время Уральский дизель-моторный завод занимается разработкой, созданием, реализацией и дальнейшим совершенствованием:

- дизелей ДМ-21 мощностью от 1050 до 2600 л.с.;
- автоматизированных дизель-генераторов мощностью от 630 до 1600 кВт для судов с неограниченным районом плавания;
- электроагрегатов и блочно-транспортабельных электростанций мощностью от 630 до 1600 кВт;
- модернизированных дизелей 8ДМ-21Л для маневровых тепловозов ТГМ-6Д и ТЭМ9;

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

- дизелей ДМ-185 мощностью от 750 до 3 800 кВт (с потенциалом модернизации до 6 000 кВт).

- Ключевой продукцией завода является семейство дизельных двигателей ДМ-21, которое включают модификации:

- 6-цилиндровый дизель ДМ-21 мощностью 1050-1500 л.с.;
- 8-цилиндровый дизель ДМ-21 мощностью 1300-2000 л.с.;
- 12-цилиндровый дизель ДМ-21 мощностью 2000-3000 л.с. [1].

В 2015 году завод представил дизельный двигатель нового поколения — ДМ-185 [4].

Выпускаемая продукция УДМЗ: Модернизированные дизели: 6ДМ-21Л, 8ДМ-21Л, 12ДМ-21Л и дизель-генераторы для маневровых тепловозов: ДГ-500, ДГ-880Л, ДГ882Л, ДГ-1400Л, ДГ-630Л. Судовые автоматизированные дизель-генераторы: АДГ-630, АДГ1000НК, АДГ-1000, АДГ-1600. [5].

Газопоршневые электроагрегаты мощностью 500 кВт (используются в качестве основных или резервных источников энергоснабжения и тепла). Дизельные электрические станции.

ООО «УДМЗ» оказывает потребителям различные услуги:

- чугунное литье;
- стальное литье;
- литье из алюминиевых сплавов;
- литье на медной основе;
- биметаллическое литье;
- термообработка;
- химико-термическая обработка;
- гальванические покрытия [1].

Предприятие имеет такие награды, как : Орден Ленина(5 июня1942), Орден Трудового Красного Знамени (январь 1943).

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

1.1. Цели и задачи организации и разработки процесса контроля

В данной работе заданием предусмотрена разработка процесса входного контроля с использованием жидкостного метода капиллярного неразрушающего контроля детали «Поддон картера».

Процедура верификации выполняет важную функцию в рамках организации. Этот процесс предупреждает дефекты и брак, обусловленные недоброкачеством поступающих изделий. Проведение данной процедуры позволяет не допустить использование некачественной продукции поставщика, поступившей к изготовителю на производство.

Верификация – помогает убедиться в том, что изделие соответствует всем изначально заданным требованиям к нему. Этот процесс подтверждает, что установленные нормы в отношении изделия были выполнены.

Верификация – подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что установленные требования были выполнены. [8].

Верификацию закупленной продукции проводят с целью проверки соответствия качества продукции установленным требованиям и предупреждения запуска в производство или эксплуатацию несоответствующей продукции [5].

Верификацию закупленной продукции осуществляет персонал, ответственный за ее проведение и имеющий соответствующие полномочия, в соответствии с утвержденными перечнями продукции, подлежащей входному контролю.

Основными задачами персонала, осуществляющего верификацию продукции, являются:

- проведение верификации закупленной продукции, а также оформление документов и записей по результатам верификации;
- - проверка наличия сопроводительной документации на продукцию, удостоверяющую ее качество и комплектность;

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

- своевременная выдача разрешений на запуск продукции в производство по результатам верификации;
- оформление претензий или рекламаций на несоответствующую продукцию;
- периодический контроль за соблюдением складскими работниками правил хранения и выдачи продукции в производство;
- информирование подразделений о качестве закупленной продукции;
- извещение поставщиков о недостатках и несоответствиях продукции, выявленных при верификации, в процессе производства и эксплуатации;
- вызов, в случае необходимости, представителей поставщиков для участия в приемке и составлении актов о несоответствии продукции;
- накопление статистических данных об уровне (динамике) качества поступившей продукции от поставщиков.

Должны быть определены условия, при выполнении которых следует проводить верификацию. К таким условиям или требованиям следует отнести, например, требования к распаковке и консервации продукции(процесс расконсервации), времени вхождения продукции в рабочий режим, устранению солнечной радиации, агрессивных сред.

Верификация закупленной продукции должна проводиться в специально отведенном месте, оснащённом всеми необходимыми средствами измерений, контроля и испытаний, стандартными образцами, необходимой НД на продукцию, а также отвечающем требованиям безопасности труда.

Для ее осуществления на промышленных предприятиях в системе БТК создаются специализированные подразделения. На средних и крупных предприятиях функционируют лаборатории входного контроля.

Продукцию на верификацию представляют с сопроводительной документацией, удостоверяющей ее качество (например, сертификатом (можно тоже в приложение), паспортом, удостоверением о качестве и т.д.).

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Продукция поступает на контроль партиями. Объем выборки партии следует устанавливать в зависимости от объема контролируемой партии или потока продукции. При поступлении продукции на верификацию продукцию регистрируют в журнале верификации (приложение д или е надо уточнить) с указанием наименования, количества, даты поступления, поставщика и т.д [9].

В соответствии с условиями договора о поставках верификация может быть проведена путём сплошного или выборочного контроля или испытаний, объём выборки зависит. Каждый из этих видов контроля (испытаний) в зависимости от средств получения информации, ее достоверности и достаточности может включать в себя измерительные, визуальные и органолептические методы верификации.

При проведении сплошной верификации каждую единицу продукции в закупленной партии следует подвергать контролю или испытаниям с целью выявления несоответствующих единиц продукции и принятия решения о пригодности продукции к использованию. Сплошную верификацию следует проводить в тех случаях, когда она технически возможна и экономически целесообразна.

При выборочной верификации закупленной продукции из партии продукции случайным образом проводят отбор образцов (выборок или проб), по результатам контроля или испытаний которых принимают решение о пригодности продукции к использованию. Правила отбора единиц продукции в выборку - по ГОСТ 18321.

Измерительные методы верификации следует применять в тех случаях, когда требуется повышенная достоверность полученной информации и когда средствами контроля и испытаний продукции являются любые средства измерений и испытательное оборудование.

Органолептические и визуальные методы верификации следует применять в тех случаях, когда средствами контроля, испытаний или измерения продукции, как правило, являются органы чувств, например:

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

органолептические - запах, вкус; визуальные - цвет, маркировка, упаковка, комплектность.

Результатом верификации закупленной продукции является заключение по верификации, на основании которого сотрудники группы складского хозяйства имеют право осуществлять выдачу продукции в производство.

Использование продукции не прошедшей входной контроль, запрещается.

При соответствии продукции установленным требованиям персонал, ответственный за верификацию, должен принять решение о передаче ее в производство.

Продукцию, признанную несоответствующей, в заключении по верификации указано «Не допускать в производство», либо стоит отметка «не принято» в 1С УПП, либо к изделию прикреплен красный ярлык или нанесен красной краской номер акта о несоответствии. Такую продукцию, сотрудники склада не имеют право осуществлять выдачу в производство.

Заключениям по верификации на всю продукцию, предъявленную на входной контроль, присваивается уникальная сквозная нумерация согласно электронному «Журналу входного контроля» (Приложение Д).

В случае выявления несоответствия закупленной продукции при проведении входного контроля работник БТК оформляет в 1С акт о браке и регистрирует его в Журнале регистрации актов о несоответствии бюро внешней приемки. Далее брак изолируют до момента принятия поставщиком решения о дальнейших действиях в случае, если продукцию сразу не возвращают поставщику.

На бракованную продукцию оформляется, претензия или рекламация, которые выставляются поставщику вместе с сохранной распиской и актом отбора образцов.

На продукцию, признанную несоответствующей, персонал, ответственный за верификацию, должен оформить запрет на запуск в производство.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

На основании результатов верификации принимаются решения о пригодности изделий к эксплуатации либо их отбраковке с предъявлением претензий к поставщику или транспортным организациям.

1.2. Классификация видов и методов неразрушающего контроля

Контроль качества выпускаемой продукции является существенной частью системы управления ее свойством. На каждой стадии производства существуют специфические требования, предъявляемые к различным видам продукции, а значит, и к применяемым материалам. Изначально основными требованиями были в основном точность и прочность, но с развитием промышленности и усложнением выпускаемого оборудования число характеристик, по которым может произойти его отбраковка, возросло многократно.

Проводить проверку функциональных способностей изделий без их разрушения стало возможным благодаря методам неразрушающего контроля. Виды и способы проведения его позволяют оценить разнообразные зоны без нарушения целостности продукта, а значит, максимально точно. Сегодня ни один технологический процесс производства ответственной продукции без сформированной системы контроля не имеет права внедряться в промышленность.

Понятие неразрушающего контроля

Под понятием неразрушающий контроль – понимают совокупность испытаний, которым непосредственно подвергается объект, сохраняя свою работоспособность без любого повреждения материала.

Все виды и методы неразрушающего контроля, существующие сегодня, основной своей целью имеют обеспечение промышленной безопасности путем отслеживания технического состояния оборудования, деталей, зданий и сооружений. Проводятся они не только на этапе производства, но и на этапе

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

входного контроля продукции, для выявления соответствия данной детали для установки в последующие конструкции.

Так, различными видами неразрушающего контроля по ГОСТу могут измеряться геометрические зоны изделий, оцениваться качество обработки поверхности (например, шероховатость), структура материала и его химический состав, наличие всевозможных дефектов. Своевременность и достоверность полученных данных позволяет скорректировать технологический процесс и выпустить конкурентоспособную продукцию, а также не допустить финансовых потерь [10].

Требования к проведению контроля

Для того чтобы результаты всех видов неразрушающего контроля были актуальными и эффективными, он должен отвечать определенным требованиям:

- возможность его проведения на всех стадиях изготовления, в процессе эксплуатации и ремонта изделий;
- контроль должен проводиться по максимально возможному числу из заданных зон для конкретного производства;
- время, затрачиваемое на контроль, должно разумно соотноситься с другими этапами производственного процесса;
- достоверность результатов должна быть очень высокой;
- по возможности контроль технологических процессов должен быть механизирован и автоматизирован;
- надежность аппаратов и оборудования, применяемых в ходе неразрушающего контроля, виды и условия их использования должны быть разнообразными;
- простота методик, экономическая и техническая доступность [10].

Области применения

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Все разнообразие видов и методов неразрушающего контроля по ГОСТу применяется для следующих целей:

- обнаружение дефектов ответственных деталей и узлов (атомных реакторов, летательных аппаратов, подводных и надводных плавательных средств, космических кораблей и т. д.);
- дефектоскопия устройств, рассчитанных для длительной эксплуатации (портовых сооружений, мостов, грузоподъемных кранов, атомных электростанций и других);
- исследование методами неразрушающего контроля металлов, видов их структур и возможных дефектов в изделиях для усовершенствования технологии;
- непрерывный контроль над возникновением дефектов агрегатов и устройств высочайшей ответственности (например, котлов атомных электростанций).

Классификация видов неразрушающего контроля

- Основываясь на принципах работы оборудования и физико-химических явлениях, все методы делят на десять типов:
 - акустические (в частном случае - ультразвуковые);
 - виброакустические;
 - с проникающими веществами (капиллярные и контроль течеисканием);
 - магнитные (или магнитопорошковые);
 - оптические (визуально-оптические);
 - радиационные;
 - радиоволновые;
 - тепловые;
 - электрические;
 - вихретоковые (или электромагнитные) [10].

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

По ГОСТ 56542, виды и методы неразрушающего контроля, перечисленные выше, дополнительно подразделяются по следующим признакам:

- особенностям взаимодействия веществ или физических полей с контролируемым объектом;
- первичным параметрам, предоставляющим информацию;
- получению первичной информации [10].

Акустические методы

В соответствии с классификацией видов и методов неразрушающего контроля по ГОСТ Р 56542-2015, этот вид основан на анализе упругих волн, которые возбуждаются и (или) возникают в контролируемом объекте. Если используется диапазон частот, превышающий 20 кГц, допускается употребление термина «ультразвуковой» вместо «акустический» [23].

Акустический вид неразрушающего контроля делится на две большие группы.

Первая - методы, основывающиеся на излучении и приеме акустических волн. Для контроля используются бегущие и стоячие волны или резонансные колебания контролируемого объекта. К ним относят:

- Теневой метод. Наличие дефекта обнаруживается благодаря ослаблению принимаемого сигнала или задерживанию его регистрации из-за огибания дефекта ультразвуковыми волнами.
- Эхо-метод. Существование дефекта определяют по времени прихода сигнала, отраженного дефектом и поверхностями объекта, позволяет определить расположение недочета в объеме материала.
- Зеркально-теневой метод. Является разновидностью теневого метода, в котором применяется оборудование от эхо-метода. Признаком изъяна также является ослабленный сигнал.
- Импедансный метод. Если в изделии имеется дефект, то уменьшается импеданс некоторого участка его поверхности, он как бы размягчается. Это

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

сказывается на амплитуде колебаний стержня, механическом напряжении на его конце, фазе колебаний и смещении их частоты.

- Резонансный метод. Важен для измерения толщины пленочного покрытия. Дефект находится перемещением искателя по поверхности изделия, указывает на него ослабление сигнала или же исчезновение резонанса.

- Метод свободных колебаний. В ходе контроля анализируются частоты собственных колебаний образца, возникающих вследствие удара по нему.

Во вторую группу входят методы, основывающиеся на регистрации волн, возникающих в изделиях и материалах:

- Акустическая эмиссия. Основывается на регистрации волн, возникающих при образовании и развитии трещин. Опасные дефекты приводят к увеличению частоты и амплитуды сигналов в специфичном диапазоне частот.

- Шумо-вибрационный метод. Заключается в наблюдении за спектром частот механизма или его частей в ходе работы [22].

Виды и методы неразрушающего контроля из классификации, приведенной выше, применяются для самых разных целей. Для определения зон металлопроката небольшой толщины, резиновых изделий, стеклопластиков, бетона наилучшим образом подходит теневой метод. Существенным его недостатком является необходимость доступа к изделию с двух сторон. В условиях одностороннего доступа к образцу возможно применение зеркально-теневого или резонансного методов. Хорошо подходят эти два вида для неразрушающего контроля сварных соединений, как и акустическая эмиссия. Импедансным методом, как и методом свободных колебаний, проверяют качество клееных и спаянных изделий из стекла, металла и пластика.

Капиллярные методы

Это один из наиболее востребованных способов обнаружения дефектов на поверхности целевой заготовки. Важно подчеркнуть применимость контроля именно для выявления зон внешних нарушений – для диагностики внутренней

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

структуры шва данная техника не используется. После завершения сварочных работ с помощью капиллярного метода контроля мастер может зафиксировать такие характеристики дефектов, как положение на поверхности, протяженность, ориентацию и т. д. Целевыми изъянами чаще всего выступают трещины и недостаточные провары [30].

Но почему так важно использовать именно специальную методику, игнорируя стандартный визуальный осмотр, пусть и с подключением профессиональной оптики? Одним из главных преимуществ этого метода является возможность выявления малых дефектов, которые можно упустить при традиционном визуальном контроле. Использование оптической техники наподобие микроскопа или лупы, к примеру, не позволит обнаружить дефекты в силу их слабой контрастности на фоне металлической поверхности, не говоря о малом поле зрения при значительных увеличениях. В свою очередь, капиллярная методика вполне позволяет фиксировать изъяны в заготовках крупных размеров с высокой точностью [1].

Требования к организации работ и технике их выполнения регулируют стандарты нормативного документа для капиллярного метода контроля – ГОСТ 18442. В соответствии с официальным определением, данная технология проверки качества швов представляется как способ анализа и регистрации сквозных и поверхностных несплошностей материала. К слову, происхождение заготовки в производственной или строительной среде значения не имеет: кроме черных и цветных металлов, технология успешно работает с керамикой, пластмассами и стеклом [11].

Согласно классификации видов и методов неразрушающего контроля по ГОСТ Р 56542-2015, капиллярные методы относятся к обследованию проникающими веществами [10].

Основаны они на проникновении капель специальных жидкостей, называемых индикаторными, в полости дефектов. Метод сводится к очищению поверхности детали и нанесению на нее проникающей жидкости. При этом

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

происходит заполнение полостей, после чего жидкость удаляют с поверхности. Оставшуюся ее часть обнаруживают с помощью проявителя, который формирует индикаторный рисунок расположения дефектов [28].

Плюсом капиллярных методов является возможность их использования в полевых и лабораторных условиях с различными температурами окружающей среды. Однако они способны обнаружить лишь поверхностные дефекты с незаполненными полостями. Капиллярные методы применимы для выявления дефектов в металлических и неметаллических деталях разнообразных форм.

Чувствительность капиллярного вида неразрушающего контроля во многом зависит от выбора дефектоскопических материалов, что делает обязательной их предварительную проверку. Индикаторные способности растворов проверяют по некоторым стандартными растворами. Белизну проявителей проверяют сравнением с баритовой пластиной (эталоном белизны) [29].

Магнитные методы

Основаны они на регистрации магнитных полей, возникающих над дефектом, или же на определении магнитных свойств исследуемых изделий. Магнитные методы позволяют найти трещины, закаты и другие дефекты, например механические особенности ферромагнитных сталей и чугунов [4].

Имеющаяся в ГОСТе классификация неразрушающих видов и методов контроля предусматривает деление магнитных на следующие подвиды:

- магнитографический (регистрация полей проводится с ферромагнитной пленкой в качестве индикатора);
- магнитопорошковый (анализ магнитных полей осуществляется с ферромагнитным порошком или магнитной суспензией);
- магниторезисторный (регистрация магнитных полей рассеяния ведется магниторезисторами);

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

- индукционный вид магнитного неразрушающего контроля (отслеживается величина или фаза индуцируемой ЭДС);
- пондеромоторный (регистрируется сила отрыва магнита от контролируемого объекта);
- феррозондовый (основан на измерении с помощью феррозондов напряженности магнитного поля);
- метод эффекта Холла (магнитные поля регистрируются датчиками Холла) [16].

Оптические методы

Вид неразрушающего контроля, основанный на действии светового излучения на объект с регистрацией результатов этого действия, называют оптическим. Условно выделяют три группы методов:

- Визуальный (так же, как и визуально-оптический метод) опирается на личные качества оператора (лаборанта): опыт, умение, зрение. Он весьма доступен и прост в исполнении, что объясняет его повсеместную распространенность. Визуальный контроль осуществляется без каких-либо оптических средств. Он эффективен на крупных объектах для выявления грубых изъянов, нарушений геометрии и размеров. Визуально-оптический анализ проводится с оптическими средствами, такими как лупа или микроскоп. Он является менее производительным, поэтому обычно его комбинируют с визуальным.
- Фотометрические, денситометрические, спектральные и телевизионные методы базируются на аппаратных измерениях и характеризуются меньшей субъективностью. Эти виды оптического неразрушающего контроля незаменимы для измерения геометрических размеров, площадей поверхностей, контроля коэффициента затухания, оценки пропускной или отражающей способностей, дефектоскопии.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Интерференционные, дифракционные, фазовоконтрастные, рефрактометрические, нефелометрические, поляризационные, стробоскопические, голографические методы основываются на волновых свойствах света. с их помощью можно контролировать изделия из материалов, которые являются прозрачными или полупрозрачными для светового излучения [12].

Радиационные методы

Основаны на действии на объект ионизирующих электромагнитных излучений с последующей регистрацией зон этого действия и подведением результатов контроля. Для радиационного вида неразрушающего контроля используют разнообразные излучения, позволяющие описать их кванты следующими физическими величинами: частота, длина волны или энергия.

Проходя через изделие, рентгеновское или гамма-излучение, а также потоки нейтрино ослабляются в разной степени в сечениях с дефектами и без них. Они позволяют судить о внутреннем наличии изъянов. Они успешно используются для проверки сварных и паяных швов, проката.

Радиационные виды неразрушающего контроля несут биологическую опасность, действуя скрытно. Это требует соблюдения организационных и санитарных норм охраны труда и правил техники безопасности [10].

Тепловые методы

Важным параметром является регистрация изменений, происходящих в тепловых или температурных полях анализируемого образца. Для контроля измеряют температуру и перепады тепловых характеристик объекта.

Тепловой вид неразрушающего контроля может быть пассивным или активным. В первом случае на образцы не действуют внешними источниками тепла, а температурное поле замеряют у работающего механизма. Повышение или понижение температуры в некоторых местах может говорить о наличии каких-то изъянов, например трещин в двигателях. При активном тепловом

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

контроле проводится нагревание или охлаждение материалов или изделий, а измерение температуры проводят с двух его противоположных сторон.

Для получения точных и объективных данных применяют следующие первичные измерительные преобразователи теплового излучения: термометры, термопары, термосопротивления, полупроводниковые приборы, электронно-вакуумные приборы, пироэлектрические элементы. Нередко используются индикаторы тепловых полей, представляющие собой пластины, пасты, пленки из термочувствительных веществ, которые изменяются при достижении некоторых температур. Так, выделяют термоиндикаторы плавления, меняющие свой цвет термоиндикаторы и люминофоры.

Благодаря использованию особого оборудования, тепловые методы позволяют измерять физические и геометрические зоны объектов бесконтактно на довольно больших расстояниях. Также они позволяют обнаруживать на их поверхностях химические и физические загрязнения, шероховатости, покрытия, основываясь на значениях коэффициента теплового излучения [12].

Методы контроля течеисканием

По основной классификации видов неразрушающего контроля этот метод относится к проверке образцов проникающими жидкостями, т.е. к капиллярному методу контроля. Течеискание выявляет сквозные дефекты в изделиях и конструкциях по проникновению через них пробных веществ. Нередко его называют контролем герметичности.

Пробными веществами могут служить жидкости, некоторые газы, пары жидкостей. По данному параметру методы контроля течеисканием делят на жидкостные и газовые. Газы обеспечивают большую чувствительность, а значит, используются чаще. Также на чувствительность метода оказывает влияние применяемое оборудование. Вакуумная техника в данном случае - наилучший вариант [27].

Для выявления течей необходимы специальные приборы, называемые течеискателями, но в некоторых случаях пригодны и бесприборные способы

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

течеискания. Для контроля данным методом используют следующие течеискатели:

- Масс-спектрометрический - характеризуется наибольшей чувствительностью и универсальностью, позволяет обследовать изделия разнообразных габаритов. Все это объясняет его широкое применение. Но масс-спектрометр - весьма сложный и громоздкий прибор, требующий вакуума для работы.

- Галогенный, действие которого основано на резком повышении эмиссии катионов щелочных металлов при появлении в пробном веществе галогенов.

- Ахроматический (яркостный) керосиновый так называемая «керосиновая проба», до настоящего времени довольно широко применяемая в некоторых производствах. В ней в качестве пенетранта используют керосин, а в качестве проявителя — мел, на котором выступивший керосин оставляет темные следы. Для придания цветового контраста в названные выше смачивающие вещества добавляют оранжевые или красные красители. Люминесценция индикаций несколько лучше обнаруживается глазом, чем цветовой контраст, но требует УФ-облучателей и выполняется в условиях затемнения.

- Пузырьковый - базируется на обнаружении пузырьков пробного газа, выделяемых из течи во время опрессовки газом контролируемого объекта, с нанесенной жидкостью на его поверхность или погруженного в резервуар. Это довольно простой метод, не требующий сложных приборов и специальных газов, зато обеспечивающий высокую чувствительность.

- Манометрический - позволяет оценить герметичность объекта контроля по манометрам, замеряющим давление пробных газов [21].

Электрические методы

Этот вид неразрушающего контроля по ГОСТ Р 56542-2015 основан на анализе зон электрического поля (или тока), воздействующего на

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

контролируемый объект или возникающего в объекте из-за внешнего воздействия [20].

Информативные зоны в данном случае - емкость или потенциал. Для контроля диэлектриков или полупроводников используется емкостный метод. Он позволяет проанализировать химический состав пластических масс и полупроводников, обнаружить в них несплошности, оценить влажность сыпучих материалов.

Контроль проводников проводят методом электрического потенциала. В этом случае толщину проводящего слоя, присутствие несплошностей близ поверхности проводника контролируют, измеряя падение потенциала на том или ином участке [24].

Вихретоковый метод

Имеет другое название - метод вихревых токов. Основан на изменениях действия электромагнитного поля катушки с полем вихревых токов, наводимых этой катушкой в контролируемом объекте. Годится для обнаружения поверхностных дефектов магнитных и немагнитных деталей и полуфабрикатов. Также позволяет найти трещины на изделиях разнообразных конфигураций.

Ценность вихретокового метода в том, что ни влажность, ни давление, ни загрязненность среды, ни радиоактивные излучения и даже загрязнение объекта токонепроводящими веществами практически не оказывают влияния на измерительный сигнал. Области применения его следующие:

- Контроль линейных размеров изделий (например, диаметра прутка, труб, толщины металлических листов, толщины стенок корпусов).
- Измерение толщины нанесенных покрытий (диапазон от микрометра до десятка миллиметров).
- Определение отклонения состава и структуры металлов и сплавов.
- Определение значений механических напряжений [14].

Достоинства и недостатки неразрушающих методов

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Несмотря на то что оба вида контроля, разрушающий и неразрушающий, имеют свои плюсы и минусы, в современных производственных условиях последний имеет ряд преимуществ:

- Испытания проводятся сразу на изделиях, которые будут использоваться в рабочих условиях.
- Обследование можно провести на любой детали или любом узле, предназначенных для эксплуатации в реальных условиях, но если оно экономически обосновано. Нередко его можно осуществить даже тогда, когда партия характеризуется большими различиями между деталями.
- Испытаниям можно подвергнуть целую деталь или только наиболее опасные ее участки. В зависимости от удобства проведения или технологических условий, их можно выполнить одновременно или последовательно.
- Один и тот же объект можно испытать многими неразрушающими методами контроля, причем каждый из них будет чувствителен к определенным свойствам или частям детали.
- Неразрушающие методы возможно применять к агрегату в рабочих условиях, при этом нет нужды прекращать его эксплуатацию. Они не вызывают нарушения и изменения характеристик деталей.
- Испытания позволяют провести повторный контроль тех же деталей через любой период времени. Это делает возможным установить связь режимов эксплуатации с возникающими повреждениями и их степенью.
- Неразрушающий контроль позволяет не выводить из строя детали, произведенные из дорогостоящих материалов.
- Как правило, испытания проводятся без предварительной обработки образцов. Многие аналитические устройства являются портативными и быстродействующими и зачастую автоматизированными.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Стоимость проведения неразрушающего контроля ниже, чем у разрушающих методов.

- Большинство методов не требуют длительного времени и нуждаются в меньших затратах человеко-часов. Такие методы следует использовать для определения качества всех деталей в том случае, если их стоимость меньше или сопоставима со стоимостью проведения разрушающего обследования лишь малого процента деталей во всей партии [8].

Недостатков у неразрушающих методов контроля не так уж и много:

- Обычно анализируются косвенные свойства, не имеющие непосредственной связи со значениями при эксплуатации. Для надежности результатов находят опосредованную связь между полученными данными и эксплуатационной надежностью.

- Большая часть испытаний не указывают на срок службы объекта, а способны лишь проследить за процессами разрушения.

- Для расшифровки и интерпретации результатов аналитических работ также необходимо проведение тех же исследований на специальных образцах и в специальных условиях. И если соответствующая связь между этими испытаниями не очевидна и не доказана, то наблюдатели могут с ней не согласиться [17].

Обоснование выбранного метода контроля

На закупаемое изделие «Поддон картера», совершенно конкретно поставлена задача, разработать технологию верификации надежным, но недорогостоящим методом неразрушающего контроля. Разобрав все виды НК, его особенности, преимущества и недостатки, было выявлено, что именно методы КМК сочетают в себе ценные для производственного и эксплуатационного контроля качества: наглядность результатов с большой универсальностью технологических операций при проверке поверхности деталей любой сложности из различных материалов.

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

В детали «Поддон картера», производится обязательная дефектоскопия сварочных работ, позволяющая определить качество шва, его поверхностную структуру и зоны изъянов. Контроль должен осуществляться неразрушающим способом, чтобы не повредить заготовку или эксплуатируемую конструкцию. Таким требованиям снова соответствует капиллярный метод контроля, который широко используется на производствах, связанных с применением сварочных операций.

По сравнению с другими, пусть и достаточно более современными методами, именно в силу своей простоты и финансовой доступности, капиллярный контроль все еще сохраняет популярность в обследованиях на удаленных объектах, где нет возможности в полной мере использовать современную аппаратуру, а также, что немало важно для любого предприятия, именно этот метод с минимальными организационными затратами позволяют получить достойный результат [23].

1.3. Особенности контроля качества деталей, на герметичность

Во многих случаях, к сварным швам предъявляются требования по непроницаемости, то есть соединения должны быть герметичны. Герметичность - это способность сварного шва не пропускать через себя жидкие и газообразные вещества.

Контроль на непроницаемость – это один из видов неразрушающего контроля сварных швов, сущность которого заключается в измерении или оценке утечки рабочей жидкости или газа, проходящего через сквозные дефекты и в сравнении величины этой утечки с допустимым значением, согласно техническим условиям.

Испытание изделий на герметичность, или контроль течеисканием, выполняют с применением пробных веществ (жидкостей или газов), которые легко проникают в сквозные дефекты и хорошо различимы визуально или с помощью приборов — течеискателей и других средств регистрации. Контроль

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

течеисканием позволяет обнаруживать в сварных соединениях и основном металле изделий трещины, непровары, газовые поры, свищи, прожоги и другие сквозные дефекты. Величину сквозного дефекта ввиду невозможности измерения его линейных размеров условно оценивают потоком пробного вещества, протекающего через дефект за единицу времени.

Контроль течеисканием согласно ГОСТ 18353—73 классифицируют на капиллярные, компрессионные и вакуумные методы, которые, в свою очередь, в зависимости от вида и способов индикации пробного вещества, аппаратуры и технологических особенностей применения имеют разновидности, приведенные на рисунке 3.



Рисунок 3 – Контроль течеисканием

Проверку на герметичность в обязательном порядке проходят сварные ёмкости для жидкостей, трубопроводы, гидродомкраты, поддоны, котлы и другие конструкции, к которым предъявляются требования к герметичности.

Существуют различные способы испытания на непроницаемость, один из наиболее популярных методов - **Керосиновая проба**.

Этот метод прост, имеет сравнительно высокую чувствительность, поэтому широко распространён для контроля конструкций на непроницаемость.

Из жидких углеводородов керосин наиболее распространён для контроля непроницаемости сварных соединений. Это объясняется его неполярностью,

высокой смачиваемостью, сравнительно малой вязкостью, обеспечивающими достаточно высокую чувствительность контроля. Керосин под действием поверхностных сил проникает в мельчайшие ($10^{-3} - 2 \times 10^{-4}$ мм) неплотности, растворяет пленки жира и пробки в неплотностях. В качестве индикатора применяют меловую обмазку.

Также для контроля на герметичность существуют и другие методы, например **гидравлические испытания сварных соединений на герметичность.**

При таком методе контроля, проверяемую сварную конструкцию наполняют водой и при помощи насоса или гидравлического пресса, создают давление в сосуде, в 1,5-2 раза превышающее рабочее давление. Контролируемую конструкцию выдерживают под давлением жидкости в течение 5-10 мин. В это время необходимо наблюдать за сварными швами, чтобы выявить в них утечки испытательной жидкости, вынос капель и отпотевания, если они возникнут.

Пневматические испытания сварных изделий

Пневматическое испытание представляет собой проверку сжатым газом или паром, который подаётся в контролируемое сварное изделие. В качестве сжатого газа обычно используют воздух, азот, или инертные газы. Если позволяют габариты сварного соединения, то его можно погрузить в воду и по выходящим из сквозных дефектов пузырькам газа выявляют места расположения дефектов. Сварные стыки на крупногабаритных сосудах и трубопроводах рекомендуется контролировать при помощи пенного индикатора, который наносят на сварные швы. Пенный индикатор, получивший наибольшее распространение - это обычный водный раствор мыла. Если испытание происходит при низких температурах, то в качестве индикатора применяют смесь мыльного раствора и глицерина или льняное масло.

При пневматических испытаниях необходимо строгое соблюдение правил безопасности. На подводящей магистрали обязательно наличие запорных и

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

предохранительных клапанов. И кроме рабочего манометра в схему обязательно должен быть включён контрольный манометр. При испытании под давлением обстукивание и исправление дефектов в сварных швах не допустимы, т.к. представляют собой опасность для человека.

Испытание сварных швов керосином

Данный метод контроля основан на свойстве жидкостей, в данном случае, керосина, подниматься по трубкам с небольшим поперечным сечением. В данном испытании роль таких трубок исполняют сквозные сварочные трещины и другие сквозные дефекты.

Сущность такого испытания состоит в следующем. На одну сторону стыкового сварного шва наносят водный раствор мела и выдерживают некоторое время, пока данный раствор не высохнет. После высыхания, противоположную поверхность сварного шва смачивают керосином и выдерживают некоторое время. Продолжительность выдерживания определяется толщиной свариваемых деталей и температурой окружающего воздуха. Чем толще детали и чем ниже температура, тем больше время выдержки [12].

Проверка герметичности сварных швов аммиаком

Проверка аммиаком заключается в том, что поверхность проверяемых швов покрывается бумажной лентой или марлей, которую предварительно пропитывают 5%-ным раствором нитрата ртути или индикатором фенолфталеином. Далее в изделие подают воздух до определённого давления и, одновременно с этим, подают некоторое количество аммиака. Проходя через сквозные дефекты, аммиак оставляет чёрные следы на бумаге, пропитанной нитратом ртути, или красные следы, если бумага пропитана фенолфталеином.

Проверка сварных швов течеискателем

Течеискатели для проверки герметичности бывают гелиевые и галоидные. В случае применения гелевых течеискателей, внутри проверяемого изделия создают вакуум, а снаружи сварные швы обдувают в струе воздуха, в

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

смеси с гелием. Если в сварных швах изделия присутствуют сквозные дефекты, то гелий проникает внутрь сосуда и затем он улавливается с помощью течеискателя [21].

Если для контроля сварки используют галоидный течеискатель, то внутри проверяемого сосуда создают избыточное давление и добавляют туда немного галоидного газа. Этот газ проходит через сквозные дефекты, отсасывается снаружи и подаётся на специальные аппараты. По наличию галоидного газа снаружи определяется наличие или отсутствие сквозных дефектов в соединении.

Необходимо отметить, что предприятие, осуществляющее поставку поддонов картера мощных дизелей (самосвалы «БелАЗ») **допускает метод контроля сварных соединений поддона керосиновой пробой.**

Таким образом, подводя итог, учитывая совокупность факторов каждого метода контроля на герметичность, в данном случае, для контроля детали «Поддон картера», наиболее целесообразно выбрать метод контроля – керосиновым способом. Выбранный метод, имеет низкую чувствительность, поэтому при подготовке поверхности детали не возникнут трудности, в отличие от более чувствительного *люминесцентного метода*. Так как на верификацию поступает небольшая партия «поддонов картеров», нет необходимости ускорять процесс входного контроля на данную деталь. Будет рациональнее подождать, пока керосин высохнет естественным путем. А значит закупать специальное оборудование, которое необходимо для *керосинопневматического, керосиновакуумного и керосиновибрационного методов, пневматических испытания сварных изделий* – экономически невыгодно. *Гидравлические испытания* сварных соединений на герметичность для данной детали, ввиду того что есть сквозные отверстия, применить нельзя. В отличие от остальных методов, например с использованием *глеевых и галоидных течеискателей*, что не ускоряют процесс, но для большей чувствительности требуют дорогостоящего оборудования, керосиновым

									Лист
									36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.379.ПЗ				

способом, могут быть выявлены течи диаметром до 0,1 мм без него. Достаточно высокую чувствительность контроля обеспечивается высокой смачиваемостью, сравнительно малой вязкостью. Особо важным фактором для жизни и здоровья человека, является абсолютная безопасность метода, которую не может обеспечить *проверка швов аммиаком*.

Метод экономически выгоден, *что является приоритетом для любого предприятия*, так как именно он отличается простотой и общедоступностью, высокой точностью, а также не требует сложного оборудования, высокой квалификации специалистов и дефицитных материалов [18].

1.4. Описание физических явлений капиллярного контроля методом керосиновой пробы

Знание физических явлений, лежащих в основе операций капиллярного контроля, не только позволяет понять суть происходящих процессов, но и дает возможность эффективно ими управлять в целях повышения чувствительности и производительности.

Типовой перечень операций включает в себя подготовку изделия к контролю, нанесение индикаторной жидкости, удаление ее излишков, нанесение проявителя, проявление и поиск поверхностных дефектов.

Во время каждой из этих операций поверхность дефекта вступает в контакт с дефектоскопическими материалами, а именно со смесью жидких углеводородов - керосином. Поэтому явления смачивания поверхности детали различными жидкими дефектоскопическими материалами и поверхностное натяжение играют первостепенную роль. Только благодаря смачиванию возможны контакт между дефектом и дефектоскопическими материалами и реализация капиллярного контроля.

Эффективность каждой операции зависит от нескольких физических явлений, определяемых физико-химическими свойствами контактирующих сред и материала объекта. Так, при заполнении трещины индикаторная жидкость должна обладать максимальной проникающей способностью, чтобы

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

как можно лучше заполнить полость дефекта. Керосин обладает требуемой вязкостью и проникающей способностью.

Кроме того, следует сразу обратить внимание на то, что кроме взаимодействия жидких дефектоскопических материалов с твердыми поверхностями нельзя не учитывать взаимодействия жидкостей между собой, а также с газами. Явления растворения и диффузии существенно влияют на конечный результат контроля, прежде всего на его чувствительность.

Смачивание контролируемой детали дефектоскопическими материалами – главное условие работоспособности методов капиллярного контроля. Смачивание определяется взаимным притяжением молекул жидкости, твердого тела и газа [25].

Смачивание – это проявление взаимодействия молекул на трех-фазной границе твердой, жидкой и газообразной (или второй жидкой) фаз, выражающееся в растекании жидкости по поверхности твердого тела.

Количественная интерпретация данного явления представлена на примере капли керосина, находящейся в равновесии на твердой гладкой поверхности (рисунок 4). При растекании капли вплоть до образования мономолекулярного слоя жидкости имеет место, так называемое полное смачивание.

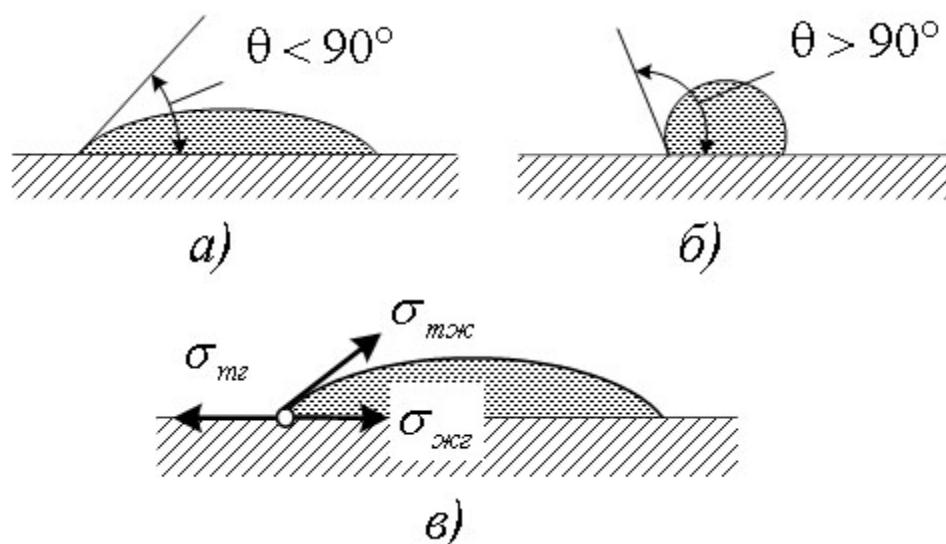


Рисунок 4 – Различные случаи смачивания

Очевидно, что смачивание жидкостью твердой поверхности зависит от межфазного взаимодействия молекул не только на границе раздела «жидкость – газ», характеризуемого поверхностным натяжением $\sigma_{жг}$, но и от межфазных взаимодействий молекул на границах раздела «твердая поверхность – жидкость» и «твердая поверхность – газ». Обозначим величины этих двух последних межфазных поверхностных натяжений соответственно через $\sigma_{тж}$ и $\sigma_{тг}$.

При смачивании жидкостью твердого тела краевой угол лежит в пределах $0 < \theta < 90^\circ$.

Сильное влияние на смачивание оказывают чистота и микрорельеф поверхности. Величина θ резко меняется при нанесении на твердую поверхность мономолекулярного слоя углеводородов. Например, слой масла на поверхности стали или стекла резко ухудшает ее смачиваемость водой, $\cos\theta$ становится отрицательным. Поэтому очевидна роль очистки поверхности от жиров, масел и других загрязнений детали перед капиллярным контролем. Значительное влияние на смачивание оказывает и пленка оксидов.

Молекулы, находящиеся во внутренних слоях жидкости или воздуха, испытывают в среднем одинаковое по всем направлениям притяжение со стороны окружающих молекул; молекулы же поверхностного слоя подвергаются неодинаковому притяжению со стороны внутренних слоев вещества и с его стороны, граничащей с поверхностным слоем (рисунок 5).

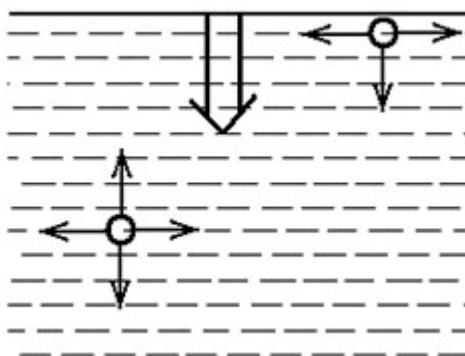


Рисунок 5 –Притяжение молекул внутри керосина и на поверхности раздела «керосин – воздух»

Например, на поверхности раздела «жидкость – воздух» молекулы жидкости, находящиеся в поверхностном слое, сильнее притягиваются со стороны соседних молекул внутренних слоев жидкости, чем со стороны молекул воздуха, так как межмолекулярные расстояния в жидкости намного меньше, чем в газе. Поэтому равнодействующая межмолекулярных сил в поверхностном слое не равна нулю и направлена внутрь фазы с большой когезией. Возникающие при этом силы, называемые силами поверхностного натяжения, стремятся уменьшить поверхность жидкости до минимальной при данных условиях.

В практике контроля методом керосиновой пробы, поверхностным натяжением обычно называют силы, действующие на границе раздела «пенетрант – воздух». Коэффициент поверхностного натяжения σ численно равен силе, действующей на единицу длины границы раздела «жидкость – газ» и обуславливающей сокращение поверхности жидкости, измеряется в Н/м. Направление этой силы – по касательной к границе раздела и перпендикулярно периметру.

В качестве индикаторных пенетрантов необходимо применять жидкости с относительно низким поверхностным натяжением, керосин имеет показатель $\sigma = 0,024$ Н/м.

Адгезия – это энергия молекулярной связи между поверхностями двух соприкасаемых фаз. Количественно ее определяют работой, затрачиваемой на разделение тел в расчете на единицу площади. Сцепление же между молекулами (атомами, ионами) в объеме тела называется когезией. Соответственно силы, действующие между молекулами, находящимися в разных фазах, называют силами адгезии, а внутри фазы – силами когезии.

Термодинамической характеристикой адгезии является убыль свободной энергии на единицу площади адгезионного контакта в изотермическом

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

обратимом процессе. Работа при адгезионном отрыве W_a сопровождается образованием двух единичных поверхностей и ликвидацией межфазной единичной поверхности.

Используя уравнением Дюпре, можно вычислить W_a по экспериментально измеренным значениям σ и $\cos\theta$. Оно показывает, что чем лучше смачивание, тем больше адгезия. Поскольку при разрыве поверхности жидкости образуются две новые поверхности со свободной поверхностной энергией σ , работу когезии W_k можно выразить как $W_k = 2\sigma$.

Таким образом, адгезионные силы стремятся растянуть каплю жидкости на твердой поверхности, а когезионные силы – стянуть ее, препятствуя растяжению. Разность $S = W_a - W_k$ определяет коэффициент растекания, и его величина играет важную роль при теоретическом исследовании процессов растекания жидкости по твердой поверхности.

Величина работы адгезии имеет большое значение при очистке контролируемой поверхности от загрязнений. Например, изменение свободной поверхностной энергии при отрыве частицы загрязнений от поверхности определяется как $E = \sigma_{жж} + \sigma_{иж} - \sigma_{из}$, где $\sigma_{жж}$, $\sigma_{иж}$, $\sigma_{из}$ – соответственно удельная поверхностная энергия на межфазных границах «изделие – загрязнение», «изделие – жидкость» и «загрязнение – жидкость».

Отрыв частицы возможен при $E > 0$, откуда следует необходимое условие очистки поверхности от загрязнений: $\sigma_{из} = \sigma_{жж} + \sigma_{иж}$, откуда следует, что для уменьшения адгезии загрязнений к поверхности нужно максимально уменьшить $\sigma_{жж}$ и $\sigma_{иж}$, сохраняя постоянной или даже увеличивая величину $\sigma_{иж}$.

Исходя из этого, в качестве моющих добавок необходимо выбирать поверхностно-активные вещества, адсорбирующиеся как на поверхности раздела «изделие – жидкость», так и на поверхности раздела «загрязнение – жидкость». Поверхностно-активные вещества (ПАВ) – вещества, способные накапливаться на поверхности раздела двух тел (сред, фаз), снижая ее

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

свободную энергию. В капиллярной дефектоскопии они применяются для улучшения свойств дефектоскопических материалов.

В капиллярном методе контроля явление растворения сопровождается все операции, начиная с приготовления дефектоскопических материалов (растворение красителей, люминофоров, очистителей), при подготовке объекта к контролю (для очистки полостей дефектов) пропитке дефектов пенетрантами, проявлении и окончательной очистке объекта после контроля.

Растворимость — способность вещества образовывать с другими веществами однородные системы — растворы.

Например, когда вносят кристалл в жидкость, в которой он может раствориться, от его поверхности отделяются отдельные молекулы, которые благодаря диффузии равномерно распределяются по всему объему растворителя. Таким образом, если растворение представляет собой процесс проникновения одного вещества в другое, то диффузия (рисунок 6) характеризует дальнейшее распространение одного, уже проникшего вещества в другом.

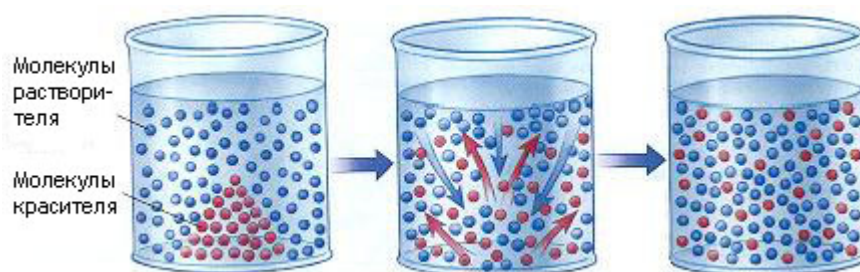


Рисунок 6 –Процесс диффузии

Диффузия имеет место практически при всех операциях капиллярного контроля, но ее роль наиболее ощутима при заполнении тупикового дефекта индикаторной жидкостью, которая по мере проникновения в полость дефекта сжимает запираемый в нем газ (обычно воздух).

Современные дефектоскопические материалы для капиллярного контроля позволяют обнаруживать микротрещины шириной раскрытия менее 1 мкм. А это означает, что запираемый в тупиковых полостях воздух очень сильно

сжимается под действием капиллярного давления, которое тем больше, чем меньше поперечный размер канала. В результате сжатый воздух растворяется в дефектоскопической жидкости и, поскольку его концентрация в области мениска значительно выше, чем в устье дефекта, диффундирует к выходу. Освободившийся объем капилляра заполняет пенетрант. Следует отметить, что если глубина выявляемых поверхностных дефектов достигает нескольких миллиметров и градиент концентрации растворенного в индикаторном пенетранте воздуха очень велик, то процесс замещения воздуха пенетрантом протекает достаточно быстро.

Процесс перемещения мениска жидкости в капиллярной трещине за счет растворения и диффузии воздуха, запертого в тупиковом капилляре, называется *диффузионной пропиткой*, точнее – диффузионной стадией заполнения капилляра пенетрантом. Продолжительность стадии заполнения дефектов пенетрантом в зависимости от объектов контроля и технологических требований обычно варьируется от 5 до 60 минут.

В ахроматическом методе капиллярного контроля вводят понятие яркостно-цветового контраста, одновременно учитывающего яркость и насыщенность цвета индикаторного рисунка дефекта, который нужно обнаружить. Основным методом выявления индикаторных рисунков дефектов при контроле капиллярными методами является визуальный осмотр. Глаз человека, являясь наиболее чувствительным из всех известных оптических приборов, способен действовать как в условиях малых, промежуточных, так и больших яркостей. Метод керосиновой пробы позволяет проводить контроль с работникам отк, которые не обладают острым зрением.

Суспензионные проявители представляют собой взвесь порошка проявителя в жидкой среде и наносятся на контролируемую поверхность чаще всего распылением. В первые секунды распыления индикаторный пенетрант в устье дефекта контактирует не с твердыми частицами проявителя (как в случае порошкового проявителя), а с жидкой фазой проявителя.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Таким образом, в случае применения суспензионного проявителя имеют место три основные стадии процесса проявления дефектов. Первая стадия заключается во взаимодействии жидкого носителя проявителя с индикаторной жидкостью (жидкость-жидкость). Вторая стадия проявления для суспензионного проявителя – это дальнейшее капиллярное впитывание пенетранта из полости дефекта в твёрдую капиллярно-пористую структуру проявителя (жидкость–твёрдое тело), а третья – диффузионное извлечение пенетранта вследствие его пленочного течения (воздух–жидкость–твёрдое тело). Следует еще раз упомянуть о том, что суспензионные дефектоскопические материалы ощутимо продвинули капиллярный контроль, сделав его более технологичным. Это существенно расширило области его использования, особенно в условиях эксплуатации в полевых условиях, при ремонте оборудования. Капиллярный контроль стал мобильным, что позволило пользоваться капиллярным методом не только в лабораториях, но и на таких сооружениях, как мосты, краны и транспортные средства.

Сущность метода «керосиновая проба»

Среди известных смесей жидких углеводородов, применяемых для контроля непроницаемости, наиболее широко используется керосин. Это объясняется его свойствами, такими как: неполярность, сравнительно малая вязкость, высокая смачивающая способность, что обеспечивает высокую чувствительность контроля.

Метод «керосиновая проба» – это яркостный метод капиллярной дефектоскопии, имеющий высокую чувствительность к поверхностным дефектам, при котором, в качестве проникающего вещества используют керосин. С помощью керосина контролируют открытые изделия – емкости, элементы гидравлических и газовых систем. В ряде случаев этот метод используют и при испытаниях закрытых систем – топливных отсеков, баков, а также сварных соединений различных изделий.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Керосин очень текуч, с его помощью находят самые мелкие трещины. Стык считается идеальным (на модельной плите, например), если его можно определить только с помощью керосиновой пробы.

Яркостным или ахроматическим этот метод считается, так как индикация имеет более темный тон по сравнению с белым проявителем.

Высокая проникающая способность керосина обусловлена тем, что он не является полярно-активной жидкостью, имеет сравнительно низкую вязкость, хорошо растворяет пленки жира и устраняет пробки в неплотностях. В качестве индикатора течи используют меловую обмазку того же состава, что и при гидравлических испытаниях.

По производительности КМК значительно превосходят методы ВИК. Однако противопоставлять эти методы некорректно. Области применения ВИК и КМК практически не пересекаются. Размер минимально обнаруживаемого дефекта для ВИК составляет 0,5мм, а размер максимального дефекта, обнаруживаемого КМК – также 0,5мм. Т.е. эти методы взаимно дополняют друг друга.

Достоинства данной группы методов, не только в несложности оборудования, применимости к широкому спектру материалов (в том числе и немагнитных) и простоте операций контроля. Капиллярный контроль применяют также для объектов, на которых применение магнитопорошкового контроля невозможно или нецелесообразно.

Керосиновым способом могут быть выявлены течи диаметром до 0,1 мм в изделиях толщиной до 25 мм.

Контроль керосиновым способом выполняют следующим образом. На места контроля, предназначенного для осмотра, наносят меловую обмазку. Противоположную сторону изделия несколько раз смачивают керосином либо укладывают на нее ленту или кусок ткани, смоченные керосином. После выдержки, определяемой ТИ на изделие, его осматривают, выявляя места течей по пятнам керосина цвета ржавчины на меловой обмазке.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Иногда для повышения чувствительности контроля керосин окрашивают, растворяя в нем краски ярких цветов.

При керосиновом способе сварное соединение простукивают молотком на расстоянии 30..40 мм от шва и тщательно очищают от шлака, масла и других загрязнений. Для лучшего удаления шлака и развития сквозных дефектов в сквозные целесообразно в течение 10..15 мин подвергнуть сварные соединения вибрации (для этого может быть применён виброуплотнитель бетона). После очистки на поверхность швов наносят тонкий равномерный слой меловой суспензии. **Эту операцию лучше выполнять с помощью пульверизатора, так как при использовании кисти суспензия наносится неровно, возможны попадания в неплотности воды и мела, что снижает выявление дефектов.** Меловую суспензию готовят из расчета 350..450 г молотого просеянного мела или коалина на 1 л воды (или растворителя, если контроль проводят в зимних условиях). После высыхания суспензии противоположную сторону сварного шва многократно (5..15 раз) и обильно смачивают керосином. В местах течей на меловой суспензии появляются темные пятна. При многократном смачивании шва выявление дефектов происходит в 2,4. 3,3 раза быстрее, чем при однократном. При этом наблюдение за сварными соединениями нужно вести с момента начала смачивания их керосином. Для лучшей фиксации мест течей, особенно в жаркую погоду когда пятна быстро высыхают, рекомендуется в керосин добавлять краску «Судан-111» из расчета 2,5..3 г на 1 л, которая окрашивает его в красно-лиловый цвет. Для контроля нахлесточных соединений керосин подают в зазор под давлением не менее 0,15 МПа.

Испытания керосином можно проводить и тогда, когда к сварным швам имеется односторонний доступ. В этих случаях поверхность сварных швов очищают от грязи, масла, протирают чистой ветошью и обезжиривают бензином или ацетоном. Затем соединение смачивают 3..4 раза подряд окрашенным керосином, который через 15—20 мин удаляют с поверхности

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

швов (протирают или промывают 5%-ным водным раствором кальцинированной соды). Высушенную поверхность сварного соединения покрывают из пульверизатора тонким слоем меловой суспензии, высушивают ее горячим воздухом, после чего в местах течей появляются пятна керосина, выходящего из дефектных мест.

Чувствительность способов испытаний керосином существенно зависит от чистоты последнего. Примеси, растворимые керосином, повышают его вязкость, что приводит к уменьшению потока через течь, которая при малых размерах может закупориться. Особое влияние на чувствительность испытаний оказывают компоненты смазок, применяемых при сборке гидро- и газовых систем и вымываемых керосином из объектов в процессе контроля. Использование загрязненной проникающей жидкости может привести к невыявлению скрытых дефектов, которые в дальнейшем, при эксплуатации изделия, могут проявиться в виде значительных течей.

1.5. Документирование процесса контроля на предприятии

Техническую документацию контроля разделяют на три вида:

- Технологическая документация;
- Сопроводительная документация;

Под технологической документацией понимают операционные карты, ведомости операций и другие документы.

Операционные карты (ОК) и ведомости операций (ВОП) используют для описания технологических операций и технологических процессов технического контроля. В составе комплекса ЕСТД разработан ГОСТ 3.1502-85 «ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технический контроль».

Выбор технологического документа определяет технолог производства, согласовывая его с ОТК и метрологической службы.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Для наиболее рациональной организации работ по ТО, ремонту и диагностированию автомобилей, его агрегатов и систем составляются различные технологические карты. На основании этих технологических карт определяется объем работ по техническим воздействиям, а также производится распределение работ (операций) между исполнителями.

Любая технологическая карта является руководящей инструкцией для каждого исполнителя и, кроме того, служит документом для технического контроля выполнения обслуживания или ремонта [22].

Операционные карты предназначены для описания технологических операций технического контроля с указанием содержания и последовательности переходов. Под переходом понимают элементарную часть технологической операции. Операционные карты, как правило, разрабатывают для сложных операций с большим числом переходов. Они используются в крупносерийном и массовом производстве. В их указывают контролируемые зоны, данные о применяемых средствах технологического оснащения и норм времени.

Ведомости операций предназначены для операционного описания технологических операций технического контроля в технологической последовательности с указанием переходов. Их разрабатывают в том случае, если технологический процесс содержит большое число операций технического контроля, а сами операции состоят из двух – трёх несложных переходов.

Ведомости операций и операционные карты должны применяться совместно с маршрутной картой (МК) или заменяющими ее картами технологического процесса (КТП) или картой типового (группового) технологического процесса (КТТП) в зависимости от того, разрабатывается комплект документов на единичный или типовой (групповой) технологический процесс.

В зависимости от сложности изделия и объема контролируемых зон операции технического контроля могут входить в самостоятельный

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

технологический процесс технического контроля, так и быть составными частями технологических процессов, специализированных по методам обработки, оформления и сборки.

Наименование операций технического контроля следует применять по классификатору технологических операций машиностроения и приборостроения.

Операции технического контроля могут быть описаны в маршрутном или маршрутно – операционном описании (в единичном и мелкосерийном производстве) либо в операционном описании (в крупносерийном и массовом производстве).

Для разработки технологической документации на испытания в составе ЕСТД разработан ГОСТ 3.1507- 84 «ЕСТД. Правила оформления документов на испытания». Их разрабатывают в форме маршрутных карт (МК) [6].

Совместно с ОК, ВОП и МК могут применяться карты эскизов (КЭ), на которых помещаются графическое изображение зоны изделия, подлежащие контролю или испытаниям, таблицы контролируемых зон, схемы и т.п.

При разработке технологических документов используют унифицированные и машинно – ориентированные формы, обеспечивающие возможность обработки содержащейся в них информации с применением средств вычислительной техники.

Сопроводительная документация сопровождает каждое изделие или партию изделий на протяжении всего технологического процесса. К сопроводительным документам относят технологический паспорт, технологическую бирку и сопроводительный ярлык.

Технологический паспорт предназначен для указания содержания выполняемых при изготовлении изделия операций и проставления подписей исполнителей и контролирующих лиц. Документ используется для учёта и анализа результатов контроля при изготовлении особо ответственных изделий.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Технологический паспорт оформляется также на специфические технологические процессы, например, когда время выполнения отдельных операций или между их выполнением регламентировано. Этот документ после приемки и сдачи изделия хранится в ОТК весь период, рассчитанный на эксплуатацию изделия. В технологический паспорт могут входить вспомогательные документы: карты измерений и испытаний. Их используют для регистрации результатов измерения контролируемых зон при изготовлении изделий и регистрации условий, режимов и контролируемых зон при проведении испытаний. На картах проставляются даты выполнения и подписи исполнителей [7].

Технологическая бирка является разновидностью паспорта и оформляется на несколько изделий одного типа.

Сопроводительный ярлык является разновидностью технологической бирки при изготовлении большой партии.

На ряде предприятий к сопроводительным документам относят рабочие карты (рабочие наряды, сменные задания). В этих документах оформляются сведения, указывающие общее количество контролируемых объектов и результаты проверки их качества.

Технологическая инструкция - это один из обязательных документов, используемых при контроле той или иной продукции или изделия. ТИ - документ ЕСКД.

Технологическая карта - описание в установленной форме объекта контроля и операций с ним; объема, способа, класса чувствительности, используемых материалов и технологии контроля; указание на нормативные и руководящие документы по контролю, оформлению заключения на контроль, а также другие требования проектной и технологической документации.

Технологическая карта контроля – описание в установленной форме объекта контроля и операций с ним; объема, способа, класса чувствительности, используемых материалов и технологии контроля; указание на нормативные и

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

руководящие документы по контролю, дефектации объекта и оформлению заключения на контроль, а также другие требования проектной и технологической документации.

Технологическая карта (ТК) необходима для описания состава технологических процессов контроля детали, трудоемкости выполняемых мероприятий, требований к качеству, ресурсов и средств контроля, а также мер безопасности и прочих аспектов, касающихся проведения контроля.

Кроме того, ТК является неотъемлемой частью организационно-технологической документации, которая регламентирует проведение конкретных строительных работ, применение средств механизации (спецоборудования, строительных машин), устанавливает требования по контролю качества и порядок приемки работ.

Технологическая карта разработана на выполнение комплекса работ по входному контролю деталей «Поддон картера»

Технологическая карта разработана в соответствии с требованиями следующей нормативно-технической документации:

- ГОСТ 24297-2013 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля
- РД ЭО 1.1.2.25.0937-2013 «Контроль неразрушающий. Единые требования к форме и содержанию технологических карт»
- ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования (с Изменениями N 1, 2)
- ГОСТ 24054-80 Изделия машиностроения и приборостроения. Методы испытаний на герметичность. Общие требования (с Изменением N 1).

Разработанная, для предприятия ООО «Уральский дизель-моторный завод», технологическая карта верификации детали «Поддон картера», представлена в приложении Д.

Акты о браке оформляются контролерами БТК. Он является основным первичным документом для учета и анализа брака. Браком считается

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

продукция, которая по своему качеству не соответствует НТД. На основании актов составляются сменные или ежедневные сводки по браку. Они позволяют более углубленно изучать причины брака с целью разработки эффективных мероприятий по его устранению.

Рекламационные карты заполняются после анализа причин отказов продукции. Она может быть полезной при последующем обобщении и сопоставлении с данными контроля по другим рекламациям. В журналы контроля заносится текущая информация о контроле качества материалов и полуфабрикатов, состоянии технологических операций и процессов и результатах приемочного контроля готовой продукции.

2. РАЗРАБОТКА ОПЕРАЦИЙ ПРИ ВЕРИФИКАЦИИ ДЕТАЛИ «ПОДДОН КАРТЕРА»

2.1. Назначение и краткое техническое описание детали

На преддипломной практике был проведен подбор и анализ исходной документации для выполнения дипломного проекта. Были использованы различные источники. Базовая информация включает данные, содержащиеся в конструкторской документации, в чертеже детали. На основании этой информации определяются технические характеристики детали, производится анализ технологичности. Руководящая информация включает в себя стандарты, устанавливающие требования к технологическим процессам, а также стандарты на оборудование и оснастку, производственные инструкции, материалы по выбору технологических нормативов.

Деталь «Поддон картера» (рисунок 7) является одним из ключевых компонентов строения дизельного транспортного средства. «Поддон картера» является своеобразным судном или ёмкостью, которая обеспечивает хранение моторного масла.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

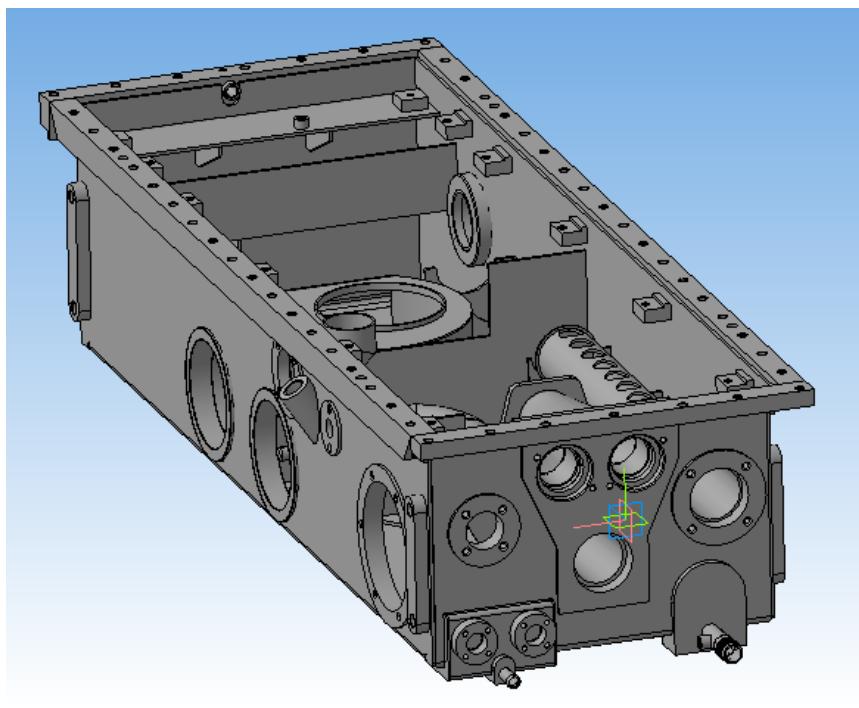


Рисунок 7 – 3D модель детали «Поддон картера»

Зачастую «Поддон картера» устанавливается в нижней части блока цилиндров двигателя. Необходимо отметить, что устройство любого современного мотора нельзя даже представить без масляного поддона, который выполняет главную функцию по поддержанию основного объема технической жидкости силовой установки. Кроме того, поддон картера всегда оснащается специальным сливным отверстием и металлической резьбовой пробкой к нему, через которое осуществляется слив старого моторного масла. Поддон к картеру крепится на болты и является разъемной деталью двигателя.

Функцией любого поддона картера является хранение моторного масла, которое зачастую находится под высокой температурой. Поэтому особое внимание автопроизводителей при сборке той или иной модели машины предьявляется именно к материалу детали.

Масляный поддон двигателя играет роль смазочного бака и защитного ограждения коленчатого вала, и выполняет несколько задач:

- сбор и хранение масла, стекающего с деталей шатунно-поршневой группы (ШПГ);

- предохранение моторной смазки от расплескивания при движении автомобиля;
- защита смазочного материала от внешней среды (пыль, грязь, песок, вода и т. д.);
- охлаждение моторного масла;
- сбор продуктов износа пар трения ШПГ и шеек коленвала;
- ограждение внутренних деталей мотора от окружающей среды.

Деталь «Поддон картера» устанавливается в четырёхтактный модернизированный двигатель 12ДМ-21Л мощностью 1470 кВт, в 12-ти цилиндровом исполнении. В строении таких моторов, поддон картера несет в себе только вспомогательную функцию, то есть является только резервуаром для хранения технической жидкости и не более того. Благодаря тому, что в четырехтактных силовых установках, моторное масло практически не попадает в камеры сгорания цилиндров, выхлопные газы вырабатываемые двигателем намного светлее по оттенку, так как чище по составу. Кроме того, моторы данного вида дополнительно оснащаются катализатором (нейтрализатором) системы отработанных газов.

Преимущества такого двигателя:

- повышенные показатели надежности
- улучшенная топливная экономичность
- улучшенные пусковые свойства
- повышенная гидравлическая плотность систем двигателя.

Что касается строения и внешнего вида поддона картера, их изготавливают в виде небольшого прямоугольного судна.

Подводя итог вышесказанному отметим, что картер силовой установки и масляный поддон, являются двумя отдельными деталями, которые выполняют разные функции и соединяются друг с другом при помощи скрепляющих болтов. Картер - это основная корпусная деталь двигателя, внутри которой располагается изолированное пространство, которое образует полость в моторе,

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где находится коленвал, а иногда вместе с распредвалом, в зависимости от типа силовой установки. Кроме того, верхняя часть картера иногда может объединяться с блоком цилиндров и быть одним целым. Деталь «Поддон картера», является достаточно простой конструкцией, однако, эта деталь выполняет очень важные функции и оказывает двигателю автомобиля значительную помощь [18].

Материалом служит листовая сталь СтЗсп5-св обладающая требуемой вязкостью, чтобы картер при ударе о твердый предмет: камень, бордюр, торчащий из земли пень, приобрел бы только вмятину, но не треснул или раскололся. Поддон изготавливается путём сваривания металлических листов, имеет габаритные размеры 340x275x184 мм и массу 239 кг. Деталь принадлежит к классу корпусных.

Рабочий чертеж детали «Поддон картера» содержит полный перечень технических требований, предъявляемых к подобным деталям типа корпус.

На чертеже представлены все необходимые размеры, виды и сечения для точного представления формы детали.

Сталь СтЗсп5-св конструкционная углеродистая обыкновенного качества. К марке стали с гарантией свариваемости добавляются буквы св в конце марки. Сталь СтЗсп5 широко используемая в производстве строительных конструкции согласно требованиям ГОСТ 535-2005 «спокойная» сталь, аналог стали С245. Применение СтЗсп5 связано не только с более доступной ценой на рынке, но и эксплуатационными характеристиками данного вида стали, такими как, в первую очередь, устойчивость к возникновению дефектов флокенизации при плавке, а также отличной пластичностью и гибкостью, необходимой для создания несущих конструкции. Сталь СтЗсп5 как и все другие виды стали отлично сваривается [14].

Сталь СтЗсп (СтЗсп5) используется при изготовлении горячекатаного сортового, фасонного (уголки, двутавры, швеллеры), листового, широкополосного универсального проката, холоднокатаного тонколистового

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

проката и гнутых профилей, предназначенных для строительных стальных конструкций со сварными и другими соединениями, а также слитков, блюмов, слябов, сутунки, заготовки катаной и непрерывнолитой, труб, поковок и штамповок, лент, проволоки, метизов и др.

Механические свойства проката из стали СтЗсп и химический состав стали СтЗсп5 представлены на рисунках 8,9.

Толщина, мм	Механические характеристики			Изгиб до параллельности сторон (а - толщина образца, d - диаметр оправки)	Ударная вязкость КСU, Дж/см ² (кгс·м/см ²)			Ударная вязкость КСV, Дж/см ² (кгс·м/см ²)
	Предел текучести σ_T , МПа (кгс/мм ²)	Временное сопротивление σ_B , МПа (кгс/мм ²)	Относительное удлинение δ_5 , %		при температуре, °С		после механического старения	при температуре, °С
					+20	-20		
	не менее				не менее			
Механические свойства сортового и фасонного проката								
До 5 включ.	255 (26)	380-490 (39-50)	26	d = a	-			34 (3,5)
Св. 5 до 10 включ.					108 (11)	49 (5)	49 (5)	
Св. 10 до 20 включ.	245 (25)	370-480 (38-49)	25	d = 2a	-			
Св. 20 до 40 включ.	235 (24)							
Св. 40 до 100 включ.	225 (23)							
Св. 100	205 (21)		23		-			

Рисунок 8 – Механические свойства проката из стали СтЗсп (СтЗсп5)

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0.14 - 0.22	0.15 - 0.3	0.4 - 0.65	до 0.3	до 0.05	до 0.04	до 0.3	до 0.008	до 0.3	до 0.08

Технологические свойства стали СтЗсп.

Свариваемость:	без ограничений.
Флокеночувствительность:	не чувствительна.
Склонность к отпускной хрупкости:	не склонна.

Рисунок 9 – Химический состав в % стали СтЗсп5 по Гост 380 - 2005

Технологичность детали «Поддон картера» при изготовлении и техническом контроле.

Качественный анализ и оценку технологичности конструкции детали при техническом контроле следует выполнять в соответствии с ГОСТ 14.201-83. В целом особо сложных конструктивных элементов деталь не имеет. Она достаточно технологична.

Одна из важнейших качественных характеристик, при техническом контроле – контролепригодность конструкции.

Контролепригодность конструкции – свойство изделия, характеризующее его приспособленность к проведению контроля заданными средствами [11].

При анализе следует учитывать, что конструкция изделия, подвергаемого контролю должна обладать следующими свойствами:

- быть доступной для подхода к элементам, подвергаемым контролю и для применения средств измерения;
- быть рациональной с точки зрения разделения конструкции на места контроля, обеспечения преемственности методов и средств контроля, а также возможности применения средств механизации и автоматизации процессов контроля;
- обеспечивать возможность полной или частичной имитации условий эксплуатации при проведении контроля.

Деталь содержит следующие 32 контролируемых зоны: сварные швы в местах соединения листов, фланцев, выходов технологических труб и рёбра жесткости.

Вывод: Деталь «поддон картера» достаточно рациональная конструкция, имеет элементы с удобным подходом. В целом деталь контролепригодна, технические требования, предъявляемые к детали не требуют использования сложных измерительных приборов и трудоёмких методов контроля.

2.2. Выбор контролируемых зон при входном контроле

Разработку технологии входного контроля рекомендуется начинать с установления перечня контролируемых зон продукции, возможных дефектов и перечня контролируемых технологических операций.

Выбор и обоснование зон контроля производятся, исходя из процесса контроля детали. Вначале выбираются и обосновываются все параметры и зоны контроля.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Последовательность входного контроля целесообразно назначать такой, при которой контроль одних контролируемых зон продукции не приводил бы к изменению других, а также неисправимые дефекты, по возможности, обнаруживались на более ранних этапах входного контроля.

Зоны, подлежащие контролю на герметичность детали «Поддон картера», это сварные швы в местах соединения листов, фланцев, выходов технологических труб и рёбра жесткости.

Первые контролируемые зоны – нижние сварные швы листов (обозначены синим цветом), из которых собран корпус. На рисунке 10 - это зоны 1, 3, на рисунке 11 - 2, 4.

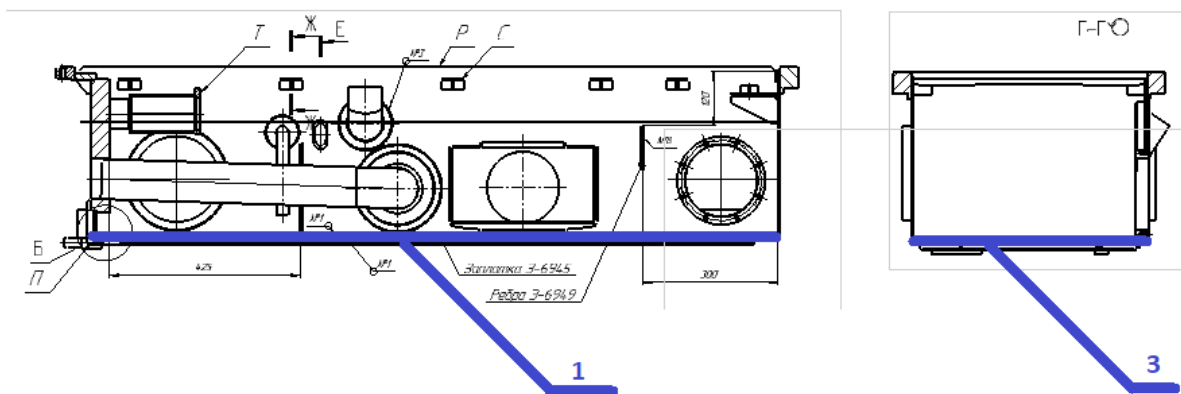


Рисунок 10 – Контролируемые зоны

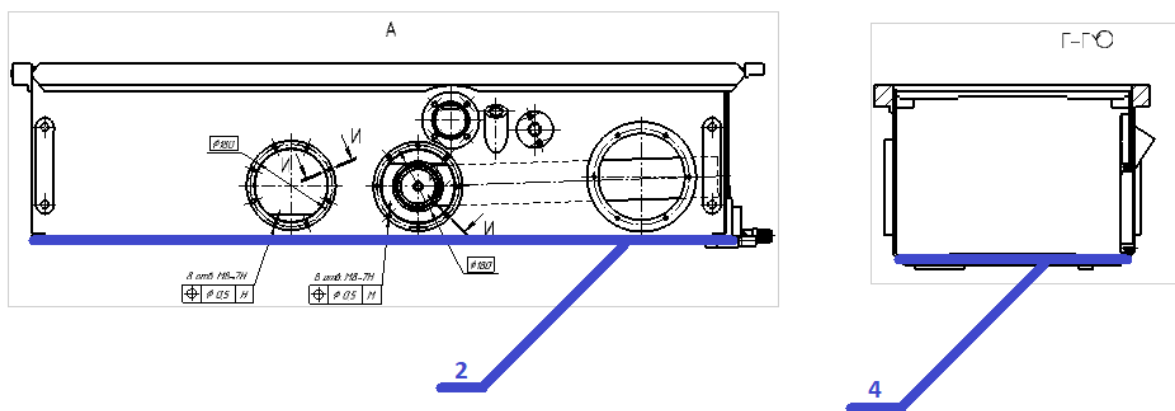


Рисунок 11 – Контролируемые зоны

Следующие контролируемые зоны расположены на боковых стенка поддона, а именно в местах соединения фланцев (обозначены синим цветом) и выходов технологических труб (обозначены красным цветом). На рисунке 12 зоны: 5,6,7,8,9,10,11,12,13.

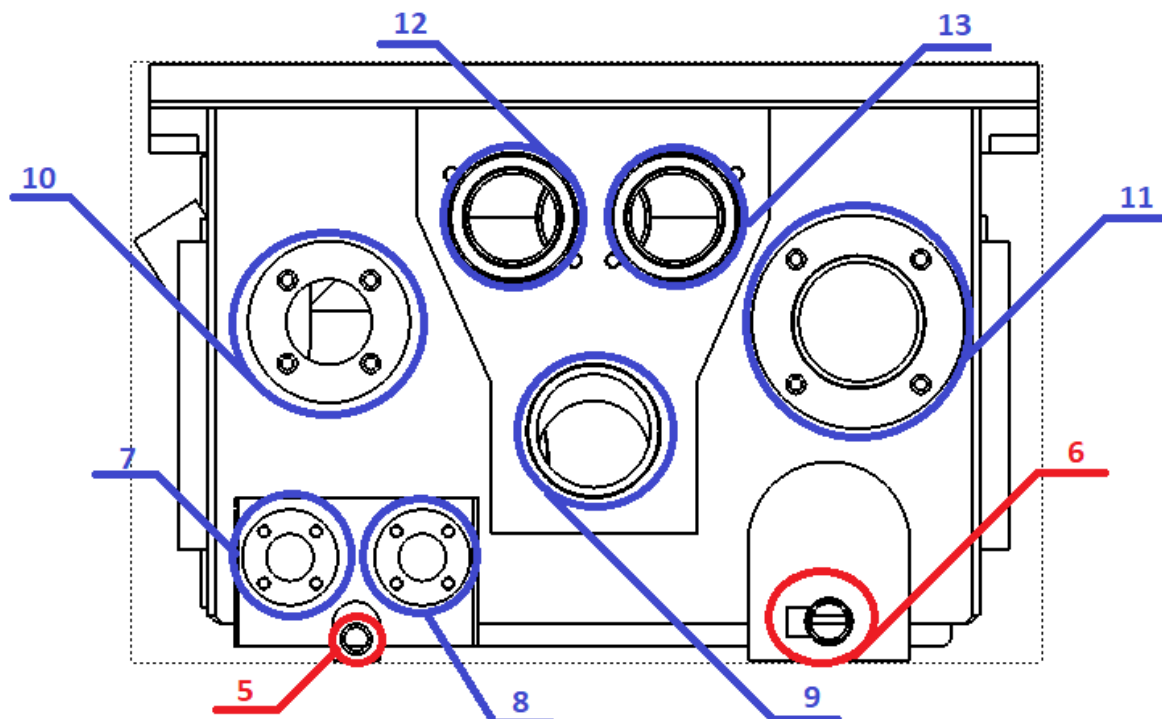
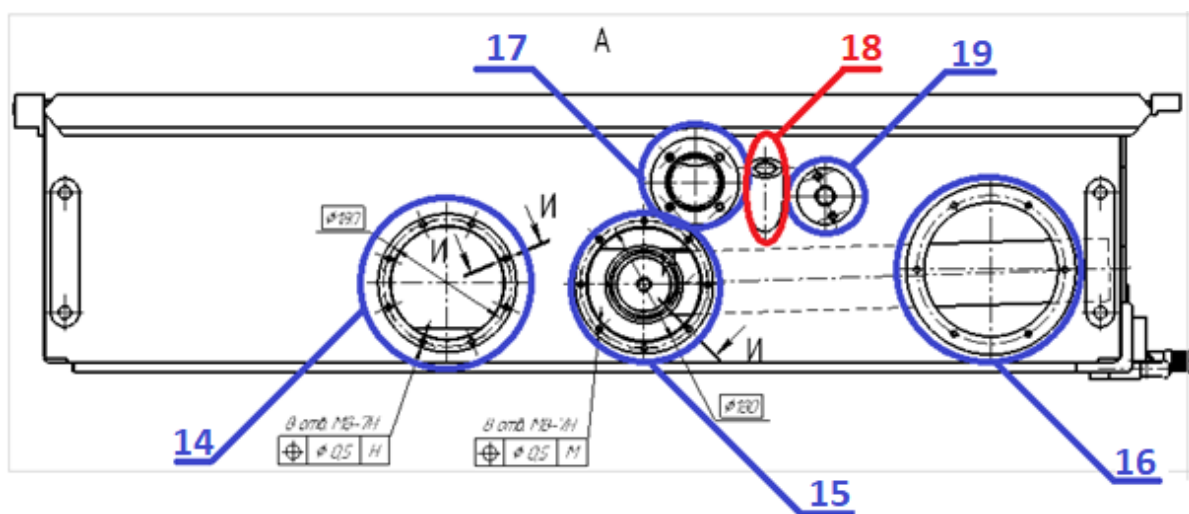


Рисунок 12 – Контролируемые зоны

Затем рассмотрим боковую стенку, располагающуюся по длине поддона. Здесь также контролируемые зоны будут в местах соединения фланцев (обозначены синим цветом) и выходов технологических труб (обозначены красным цветом). На рисунке 13 зоны обозначены цифрами –14,15,16,17,18,19.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Рисунок 13 – Контролируемые зоны

Аналогично, на другой боковой стене поддона. На рисунке 14 параметр обозначен цифрой - 20.

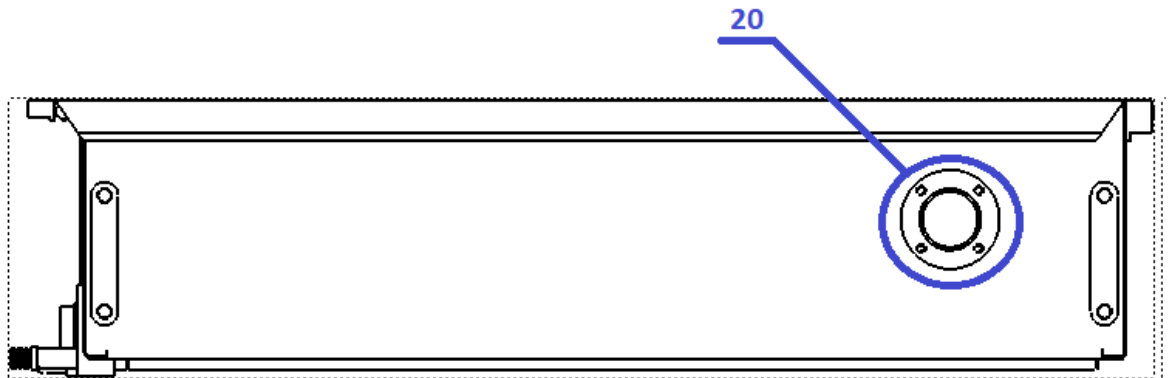
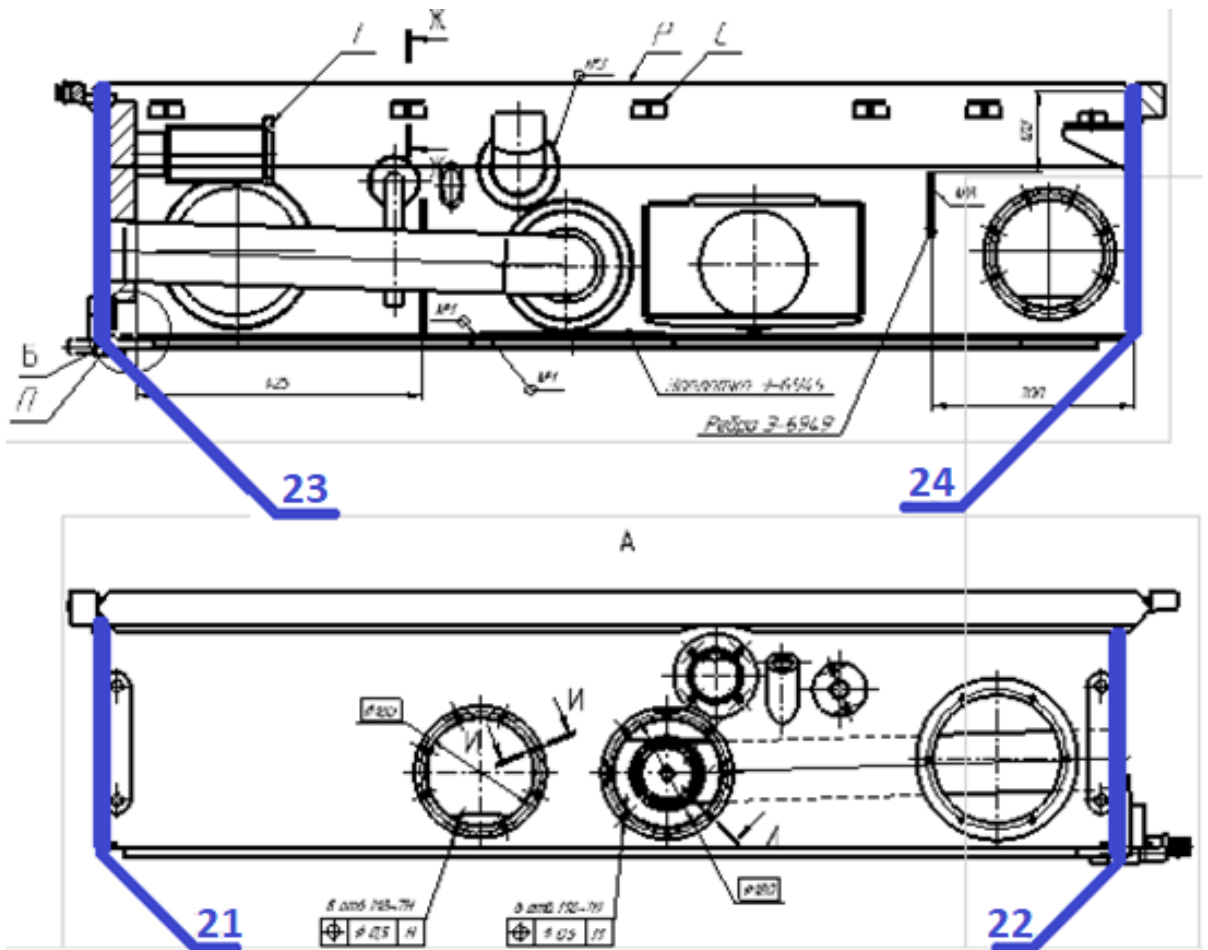


Рисунок 14 – Контролируемые зоны

Далее необходимо произвести контроль боковых сварных швов (зоны контроля обозначены синим цветом) листов, из которых собран корпус. На рисунке 15 - это зоны 21,22,23,24.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.379.ПЗ

Лист

60

Рисунок 15 – Контролируемые зоны

Последние контролируемые зоны рёбра жесткости (обозначены жёлтым, синим и фиолетовым цветами). На рисунке 16, контролируемые зоны обозначены цифрами: 25,26,27,28,29,30,31,32.

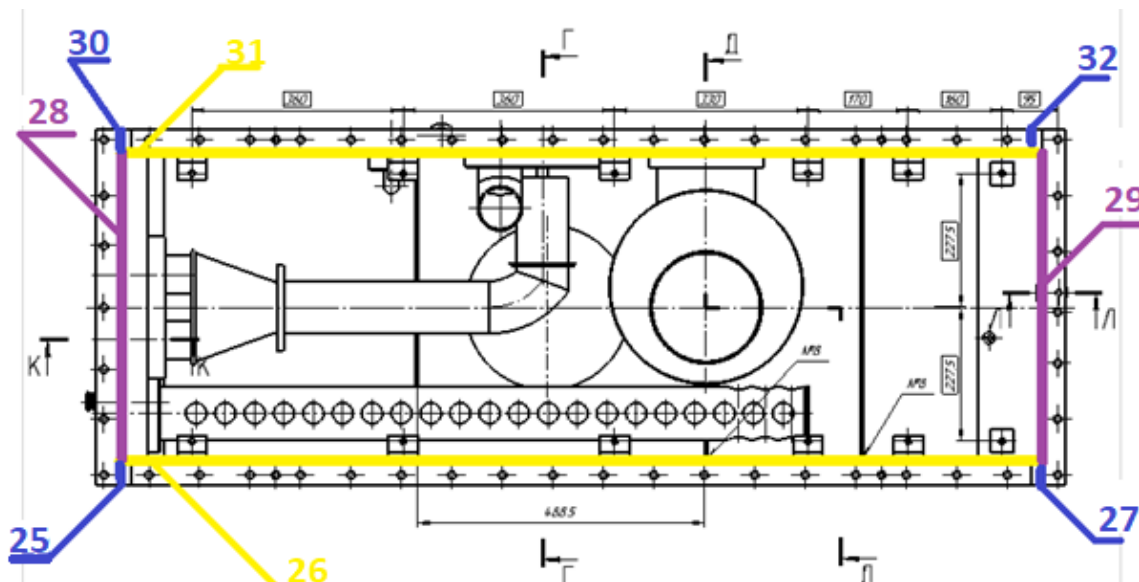


Рисунок 16 – Контролируемые зоны

Сливную пробку не контролировать, так как сварных соединений она не имеет. Отверстие под пробку сделано в сплошном металле.

Выбор контролируемых зон осуществлён [11].

2.3. Последовательность контрольных операций при верификации детали «Поддон картера»

Входной контроль при передаче продукции между производственными подразделениями предприятия осуществляется следующим образом:

1. Предъявление продукции на входной контроль работнику БТК осуществляется по накладной поставки (сдаточной).
2. При проведении входного контроля работник БТК цеха-потребителя проверяет:
 - внешний вид продукции;
 - наличие, полноту и правильность заполнения сопроводительной документации и накладной поставки (сдаточной) (форма сдаточной в И-7.5-02).

3. При положительных результатах приемки работник БТК вносит в накладную поставки (сдаточную) информацию о количестве принятой годной продукции, ставит подпись, расшифровку подписи, дату и штамп.

4. При отрицательных результатах приемки, предпринимаются действия в соответствии СМК.ДП-8.3-01 «Управление несоответствующей продукцией». Цеху-потребителю строго запрещается принимать в работу продукцию без приемки БТК и/или не отвечающую требованиям НТД.

Перейдём к перечню операций выбранным методом контроля. При контроле течеисканием яркостным капиллярным способом на контролируемую поверхность с одной стороны наносят тонкий слой индикаторного покрытия и после его высыхания с противоположной стороны подают (наносят) контрольную жидкость. Контрольная жидкость под действием капиллярных сил проникает через сквозные дефекты ОК и, соприкасаясь с индикаторным покрытием, образует на нем контрастные пятна, по наличию которых судят о местах расположения течей.

Индикаторным пенетрантом (пенетрант – от английского «penetrate» – проникать) называют дефектоскопическую жидкость, обладающую способностью проникать в несплошности объекта контроля и образовывать при ее последующем полном или частичном извлечении слоем проявителя визуализируемый индикаторный рисунок дефекта.

В данном методе в качестве проникающего вещества используется керосин (керосиновая проба), а в качестве индикаторного покрытия используется меловая обмазка (белого цвета). Состав меловой обмазки и порядок ее приготовления приведены в приложении ТИ.

Заполнение полостей дефектов индикаторными пенетрантами происходит прежде всего благодаря капиллярным явлениям. Эта операция ставит своей целью предельно возможное заполнение полости дефекта индикаторной жидкостью. Для этого полость дефекта должна быть чистой, а смачиваемость ее пенетрантом – наибольшей. Поэтому процессу нанесения индикаторного

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

пенетранта на поверхность с целью его проникновения в трещину предшествует подготовка объекта к контролю.

Подготавливают поверхность детали «Поддон картера» перед проведением контроля течеисканием жидкостными методами. Цель подготовки объекта к контролю – освободить полость дефекта и контролируемую поверхность от всего, что мешает жидким дефектоскопическим материалам контактировать с поверхностью и обеспечивать ее равномерное смачивание индикаторной жидкостью. С поверхности ОК должны быть удалены ржавчина, окалина, шлак. Поверхность ОК должна быть очищена от эмульсий, масла и других органических соединений протиркой бязью, смоченной ацетоном, бензином, спиртом или водными очистителями с добавлением поверхностно-активных веществ. Водный очиститель приготавливается путем растворения в 1 л воды 10 г порошкообразного (жидкого) моющего средства без оптического отбеливателя. Чистота поверхности определяется по отсутствию всевозможных загрязнений, остатков рабочей среды предыдущих технологических операций, лакокрасочных покрытий, моющих составов и дефектоскопических операций, оставшихся от предыдущих операций контроля.

Основные операции капиллярного контроля детали «Поддон картера» представлены на рисунке 17, где схематически изображена деталь с дефектом, имеющим выход на поверхность. Чтобы выявить этот дефект (трещину), на поверхность детали наносится индикаторная жидкость (пенетрант), которая заполняет трещину под действием капиллярных сил.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63



Рисунок 17 –Основные операции капиллярного контроля

Порядок проведения контроля:

- на поверхность детали «Поддон картера», предназначенную для осмотра, наносят тонким слоем приготовленную меловую обмазку с помощью волосяной кисти, затем ее сушат одним из следующих способов: естественной сушкой в течение 1 ч. Качество нанесения и сушки меловой обмазки контролируется визуально: по отсутствию отслоений, трещин, зон чистого металла на поверхности детали «Поддон картера»;
- при появлении ложных жировых пятен на поверхности меловой обмазки, свидетельствующих о неудовлетворительном качестве обезжиривания, необходимо удалить некачественную обмазку с поверхности детали «Поддон картера», обезжирить загрязненные места согласно требованиям ПТД и повторить операции нанесения и сушки меловой обмазки;
- противоположную сторону детали «Поддон картера» с помощью пульверизатора несколько раз смачивают керосином, либо укладывают на нее ленту или кусок ткани, смоченные керосином. Для повышения

чувствительности способа контроля керосин окрашивают, растворяя в нем жирорастворимый краситель.

- После выдержки в течение времени в соответствии с требованиями ПТД (операции проявления) проводят осмотр детали и следует операция расшифровки результатов контроля. Сначала исключают ложные дефекты, а сведения о выявленных дефектах заносят в журнал, используя условные обозначения обнаруженных дефектов и сокращенную запись технологии контроля. Расшифровка результатов контроля заканчивается оценкой степени их опасности. Места течей выявляют по образовавшимся визуально различимым жирным пятнам керосина цвета ржавчины на меловой обмазке. Визуальный осмотр обычно проводят после нанесения керосина, через 20-30 мин для объектов с толщиной стенки до 6 мм и через 40- 50 мин, если толщина стенки объекта до 25 мм; Следует учесть, что по месту расположения следа дефекта, его форме и протяженности можно судить не только об опасности дефекта, но и получить ценную информацию о причинах его возникновения (концентрации напряжений, несоблюдение технологии и пр.). Основным методом выявления индикаторных рисунков дефектов при контроле капиллярными методами является визуальный осмотр. Глаз человека, являясь наиболее чувствительным из всех известных оптических приборов, способен действовать как в условиях малых, промежуточных, так и больших яркостей.

- по окончании испытаний (при необходимости) удаляют следы керосина с поверхности детали «Поддон картера». Меловую обмазку с поверхности удаляют путем промывки мест ее нанесения чистой питьевой водой с использованием кисти или бязевой салфетки

Таким образом, основными операциями капиллярного контроля являются:

- подготовка объекта к контролю;
- нанесение индикаторного пенетранта на изделие и заполнение им полостей дефектов;

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

- удаление излишков пенетранта;
- проявление;
- расшифровка результатов контроля и выявление дефектов;
- регистрация результатов контроля;
- окончательная очистка объектов контроля.

Затраты времени в минутах распределяются следующим образом:

- подготовка объекта к контролю 5 – 20 мин;
- нанесение индикаторного пенетранта на изделие и заполнение им полостей дефектов 10 – 30 мин;
- удаление излишков пенетранта 3 – 5 мин;
- проявление 5 – 25 мин;
- осмотр 2 – 5 мин;
- окончательная очистка (если она необходима, 3 – 5 мин).

Обычно выдержку при заполнении дефекта пенетрантом или проявлении одного изделия совмещают с контролем другого изделия, в результате чего среднее время контроля изделия сокращается в 5 – 10 раз.

Примечание: использование загрязненной проникающей жидкости может привести к обнаружению скрытых дефектов, которые в дальнейшем, при эксплуатации детали «Поддон картера», могут проявиться в виде значительных течей.

Проявителем называют дефектоскопический материал, предназначенный для извлечения индикаторного пенетранта из капиллярной несплошности с целью образования четкого индикаторного рисунка в месте выхода трещины на поверхность и создания контрастирующего с ним фона. Роль проявителя в капиллярном контроле заключается, с одной стороны, в том, чтобы он извлекал пенетрант из дефектов за счет капиллярных сил, с другой стороны, проявитель (чаще всего – белый) должен создать контрастный фон на поверхности контролируемого объекта, чтобы достоверно выявлять окрашенные или

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

люминесцирующие индикаторные следы дефектов. Чем больший контраст достигается между цветным рисунком (след) и проявителем (фон), тем выше чувствительность и тем большая вероятность обнаружения дефекта. В начале появления окрашенный рисунок на фоне проявителя имеет очертания, близкие к форме дефекта, в дальнейшем отдельные элементы рисунка сливаются.

В основе процесса проявления лежат явления смачивания, сорбции, адсорбции и диффузии. Пенетрант 3 из трещины 2 извлекается капиллярными силами проявителя в слой проявителя 4 и, окрашивая его, указывает место, где расположена трещина. Эту окрашенную пенетрантом часть поверхности детали после завершения процесса появления принято называть следом дефекта.

След дефекта представляет собой индикаторный рисунок (изображение), образованный индикаторной жидкостью в месте расположения несплошности и подобный форме трещины у выхода на поверхность объекта контроля. Обычно ширина следа по величине значительно больше раскрытия (ширины) несплошности на поверхности. При правильной технологии проявления ширина следа в 10 – 20 и более раз может превосходить ширину дефекта. Этот эффект увеличения позволяет опытным специалистам даже невооруженным глазом выявлять очень маленькие трещины.

По месту расположения следа дефекта, его форме и протяженности можно судить не только об опасности дефекта, но и получить ценную информацию о причинах его возникновения (концентрации напряжений, несоблюдение технологии и пр.).

2.4. Разработка технологической инструкции входного контроля детали «Поддон картера»

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Инструкция по технологии неразрушающего контроля качества сварных соединений необходима для специалистов организаций, выполняющих работы по неразрушающему контролю при верификации деталей.

Технологическая инструкция составлена в соответствии с требованиями следующей нормативно-технической документации:

- ГОСТ 24297-2013 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля
- ГОСТ 3.1105-2011 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов общего назначения (с Поправкой)
- ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования (с Изменениями N 1, 2)
- ГОСТ 24054-80 Изделия машиностроения и приборостроения. Методы испытаний на герметичность. Общие требования (с Изменением N 1)

Технологическая инструкция определяет порядок проведения неразрушающего контроля качества сварных соединений, а также методы и объемы неразрушающего контроля качества сварных соединений для детали «Поддон картера».

Разработанная, для предприятия ООО «Уральский дизель-моторный завод», технологическая инструкция верификации детали «Поддон картера», представлена в приложении Е.

В содержание технологической инструкции входят следующие разделы:

- общие положения;
- требования техники безопасности
- требования к персоналу
- оборудование и материалы
- порядок выполнения контроля
- регистрация результатов контроля.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

В пункте 1 приведены сведения о методе контроля.

В пункте 2 указаны требования безопасности при проведении контроля данного вида продукции, также даны ссылки на соответствующие нормативные документы, регламентирующие эти требования.

Пункт 3 содержит характеристики, которыми должен обладать сотрудник, что осуществляет контроль детали «Поддон картера» методом керосиновой пробы.

Пункт 4 содержит описание необходимого оборудования и материалов, которые требуются при контроле детали «Поддон картера» методом керосиновой пробы.

Пункт 5 описывает порядок проведения контроля. Он содержит 8 пунктов и 3 примечания.

Пункт 6 обеспечивает наличие такой информации, которая позволяет установить проконтролированный объект, использованные виды (методы), объемы и средства НК, браковочные критерии, персонал, проводивший контроль и выдавший заключение, дату и место проведения контроля. А порядок получения, учета, выдачи пользователям, хранения технологической инструкции и лист учета выдачи ТИ.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

3. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1. Особенности подготовки дефектоскопистов

В 2009 году НП Уральский центр аттестации (УЦА) получил право на обучение, профессиональную подготовку и повышение квалификации специалистов неразрушающего контроля (дефектоскопистов) и сварочного производства – Лицензия Министерства общего и профессионального образования Свердловской области: серия А № 300623, рег. №3454 от 26.10.2009 г.

Программы учебных дисциплин предусматривают изучение теоретических основ специальности и выработку практических навыков, необходимых для профессиональной подготовки и повышения квалификации рабочих по данным профессиям и разработаны с учётом знаний, умений учащихся, имеющих среднее общее образование, не моложе 18 лет, имеющим медицинское освидетельствование на данную специальность.

Профессиональная подготовка и повышение квалификации осуществляется по очной (дневной) форме обучения. В связи с тем, что полный курс обучения сварщиков занимает согласно программам Минобрнауки РФ более 40-80 учебных дней, с целью сокращения затрат на обучение и командировочных расходов со стороны заказчика УЦА в своей образовательной деятельности применяет дистанционные технологии, что позволяет сократить время личного присутствия учащегося в центре обучения. Разработан комплект методических пособий для самостоятельной проработки сварщиками части теоретических вопросов.

Обучающиеся, успешно окончившие обучение, получают документы в зависимости от объема часов – удостоверение о повышении квалификации или свидетельство о профессиональной подготовке.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Подготовка дефектоскопистов по капиллярному контролю производится по двум учебным планам:

- профессиональная подготовка по профессии «Дефектоскопист по капиллярному контролю» (таблица 1);
- повышения квалификации по капиллярному методу неразрушающего контроля (таблица 2).

Таблица 1 – Учебный план профессиональной подготовки по профессии «Дефектоскопист по капиллярному контролю»

№ п/п	Курсы, предметы	Всего часов за курс обучения
1.	Теоретическое ОБУЧЕНИЕ	86 / 80 (ЗАОЧН)
1.1	Специальный курс	86 / 80 (ЗАОЧН)
1.1.1	Специальная технология капиллярного контроля	86/ 80 (ЗАОЧН)
2.	производственное обучение	20
2.1	Практическое обучение по капиллярному методу контроля	20
	Консультация	2
	Экзамен по специальному курсу	4
	Квалификационная пробная работа	4
	ИТОГО	116

Таблица 2 – Учебный план повышения квалификации по капиллярному методу неразрушающего контроля

№ п/п	Курсы, предметы	Всего часов за курс обучения
1.	Теоретическое обучение и Специальный курс	20
1.1	Специальная технология	
2.	ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	16
	ИТОГО:	36

• Аттестация специалистов неразрушающего контроля (дефектоскопистов) в системе РТН, согласно ПБ 03-440-02 (Свидетельство об аккредитации № НОАП-0003). Аттестация проводится по следующим методам неразрушающего контроля [6]:

- визуальный и измерительный контроль (ВИК);
- вихретоковый (ВТ);
- магнитный (МК);
- акустический (ультразвуковой контроль – УК и ультразвуковая толщинометрия УЗТ);
- акустико-эмиссионный контроль (АЭ);
- радиационный (РК);
- проникающими веществами (капиллярный – ПВК);
- проникающими веществами (течеискание – ПВТ);
- вибродиагностический (ВД);
- оптический (ОК);
- электрический (ЭК);
- тепловой (ТК).

Аттестация (и переаттестация) специалистов НК (дефектоскопистов) предполагает проведение консультационных занятий, ознакомительных лабораторных работ и сдачу квалификационного экзамена, состоящего из:

- общего экзамена по методу неразрушающего контроля;
- экзамена по технологии контроля данным методом объектов конкретного вида;
- практического экзамена.

Кроме указанных, кандидат на звание специалиста по неразрушающему контролю должен сдать экзамен на знание утвержденных РТН России правил

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

устройства и безопасной работы оборудования, которое аттестованный специалист будет контролировать.

Для контролеров по НК, занятых на объектах, подведомственных ГАН, необходимо дополнительно сдавать экзамен на знание Правил контроля.

УЦА обеспечивает привлечение представителей Надзорных органов для проведения специального экзамена на знание Правил устройства и безопасной эксплуатации объектов, подведомственных Ростехнадзору, или правил контроля для контролеров ГАН России.

Обучающиеся, успешно окончившие обучение, получают документы в зависимости от объема часов – удостоверение о повышении квалификации или свидетельство о профессиональной подготовке. Специалисты по неразрушающему контролю, успешно сдавшие все экзамены получают сертификаты.

Особенность подготовки дефектоскопистов заключается в том, что у них каждые 3 года ресертификация (продление срока действия сертификатов специалистов), каждые 6 лет сертификация - учебу проходят в уральском центре аттестации (или же других центрах аттестации).

Сертификация специалистов неразрушающего контроля в производственном секторе «железнодорожный транспорт» в соответствии с ПР 32.113-98» Правила сертификации персонала по неразрушающему контролю технических объектов железнодорожного транспорта», СТО РЖД 11.008-2014» Система неразрушающего контроля в ОАО «РЖД». Основные положения» осуществляется на I и II уровни квалификации по методам НК и объектам контроля, указанным в Свидетельстве об утверждении УКО [25].

Общие сведения по сертификации специалистов неразрушающего контроля (дефектоскопистов):

Сертификация (первичная или повторная через 6 лет) специалистов НК предполагает проведение консультационных занятий и сдачу квалификационного экзамена, состоящего из:

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

- Общего экзамена по методу НК (физические основы метода).
- Специального экзамена по технологии контроля данным методом конкретных объектов.
- Практического экзамена.

Продление (ресертификация, через 3 года) срока действия сертификатов специалистов, сертифицированных в ООО «УЦА» заключается в сдаче специального экзамена по технологии контроля данным методом конкретных объектов.

Продление (ресертификация, через 3 года) срока действия сертификатов специалистов, сертифицированных в других Уполномоченных квалификационных организациях заключается в сдаче специального экзамена по технологии контроля данным методом конкретных объектов и практического экзамена.

ГОСТ Р 54795-2011/ISO/DIS 9712 Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала. Основные требования выделяет следующие уровни квалификации специалистов неразрушающего контроля [8]:

1-й уровень.

Лицо, сертифицированное в соответствии с 1-м уровнем, должно продемонстрировать компетенцию в проведении неразрушающего контроля согласно инструкциям по проведению неразрушающего контроля под руководством персонала, сертифицированного в соответствии со 2-м или 3-м уровнем. В рамках компетенции, определенной в сертификате, персонал 1-го уровня может быть допущен нанимающей организацией для проведения следующих работ в соответствии с инструкциями по проведению неразрушающего контроля:

- подготовка оборудования для проведения неразрушающего контроля;
- проведение контроля;
- запись и классификация результатов контроля;
- составление отчетов о результатах контроля.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Персонал, сертифицированный в соответствии с 1-м уровнем, не несет ответственности за выбор метода контроля или применяемую методику, а также за оценку результатов контроля.

2-й уровень.

Лицо, сертифицированное в соответствии со 2-м уровнем, должно продемонстрировать компетенцию в проведении неразрушающего контроля согласно установленной процедуре.

В соответствии с уровнем компетенции, определяемым сертификатом, персонал 2-го уровня может быть допущен нанимающей организацией для проведения следующих работ:

- выбор процесса проведения неразрушающего контроля согласно избранному методу;
- определение ограничения применения метода контроля;
- разработка инструкции проведения неразрушающего контроля с учетом современных условий работы на основании кодексов, стандартов, спецификаций и правил;
- определение и проверка установок оборудования;
- проведение и руководство контролем;
- интерпретирование и оценка результатов контроля на основании кодексов, стандартов, спецификаций или процедур;
- подготовка инструкций по проведению неразрушающего контроля;
- выполнение и руководство любыми заданиями в соответствии со 2-м уровнем и ниже;
- проведение инструктажей персонала, сертифицированного в соответствии со 2-м уровнем и ниже;
- составление отчетов о результатах контроля.

3-й уровень.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

Лицо, сертифицированное в соответствии с 3-м уровнем, должно продемонстрировать квалификацию в проведении и руководстве процессом неразрушающего контроля согласно своей сертификации.

В соответствии с уровнем компетенции, определяемым сертификатом, персонал 3-го уровня может быть допущен нанимающей организацией для проведения следующих работ:

- принятие полной ответственности за аппаратуру для контроля или за экзаменационный центр и его персонал;
- утверждение, редактирование в соответствии с общей и технической грамотностью и пересмотр инструкций по неразрушающему контролю;
- интерпретация кодексов, стандартов, спецификаций и процедур;
- определение конкретных методов контроля, процедур и используемых инструкций по проведению неразрушающего контроля;
- проведение инструктажа персонала на всех уровнях.

Персонал 3-го уровня должен продемонстрировать:

- компетенцию в оценке и интерпретации результатов контроля в соответствии с кодексами, стандартами, спецификациями и процедурами;
- достаточные практические знания касательно применяемых материалов, изготовления и производственной технологии для того, чтобы выбирать методы неразрушающего контроля, устанавливать технику проведения неразрушающего контроля и помогать устанавливать критерии приемки, если они не установлены;
- общее знание других методов неразрушающего контроля.

Также ГОСТ Р 54795-2011/ISO/DIS 9712 Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала. Определяет содержание экзамена по каждому разряду.

Квалификационный экзамен должен охватывать конкретный метод проведения неразрушающего контроля, применяемый в одном

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

производственном секторе или в одной и более областях продукции. Орган по сертификации обязательно должен определить и выпустить требования к максимально допустимому времени прохождения экзамена, исходя из количества и сложности задаваемых вопросов. Время ответа на экзаменационный вопрос на выбор не должно быть более трех минут. Среднее время ответа на все вопросы, требующие полных развернутых ответов, должно быть определено органом по сертификации.

Требования к экзаменам для специалистов по неразрушающему контролю 1 и 2 уровня приведены в таблице 3. Требования к экзаменам для специалистов по неразрушающему контролю 3 уровня приведены в таблице 4.

Таблица 3 – Требования к экзаменам для специалистов 1 и 2 уровня

Общий экзамен	Специальный экзамен	Практический экзамен	Экзаменационные оценки
Общий экзамен должен включать только вопросы, выбранные случайным образом из сборника общих экзаменационных вопросов органа по сертификации или уполномоченной квалификационной организации.	Специальный экзамен должен включать только вопросы, выбранные случайным образом из сборника специальных экзаменационных вопросов органа по сертификации или уполномоченной квалификационной организации, касающихся определенной области (областей), по которой проводят экзамен.	Практически й экзамен должен включать применение метода проведения неразрушающего контроля конкретного образца, записи, а для кандидатов 2-го уровня - интерпретацию полученной информации в требуемых пределах и составление отчета в требуемой форме	Для того чтобы успешно пройти письменный экзамен, кандидат должен получить минимальный балл 70% на каждой части экзамена. Для того чтобы успешно пройти практический экзамен, кандидат должен получить минимальный балл 70% по каждому контрольному образцу.
Минимальное число вопросов - 30	Минимальное число вопросов - 20		

Таблица 4 – Требования к экзаменам для специалистов 3 уровня

Базовый экзамен	Экзамен по основному методу 3-го уровня
<p>Кандидат должен ответить на определенное число экзаменационных вопросов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Технические знания сопротивления материалов, технологий обработки и типов дефектов - 25 - Знания квалификационной и сертификационной системы, основанной на настоящем стандарте (на этом экзамене можно пользоваться литературой) - 10 - Общие знания по крайней мере четырех методов, - 15 на каждый из методов контроля (всего 60) 	<p>Кандидат должен ответить на определенное количество экзаменационных вопросов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Знания 3-го уровня, касающиеся методов контроля - 30 - Применение метода проведения неразрушающего контроля в конкретном секторе, включая применяемые кодексы, стандарты, спецификации и процедуры (в части, касающейся кодексов, стандартов, спецификаций и процедур можно пользоваться литературой) - 20 - Составление одной или более процедуры проведения неразрушающего контроля в определенном секторе. Кандидату должны быть предоставлены применяемые кодексы, стандарты, спецификации и процедуры

Кандидат, который не смог получить проходного балла, требуемого для сертификации, может быть переэкзаменован по любой части экзамена, при условии, что переэкзаменовка будет проведена не ранее 30 дней после предыдущего экзамена и не позднее пяти лет после первого экзамена. Орган по сертификации по своему усмотрению может разрешить более раннюю переэкзаменовку, в случае прохождения дополнительного обучения, принятого органом по сертификации.

Кандидат, не прошедший переэкзаменовку, может по запросу сдать экзамены в соответствии с процедурой, установленной для новых кандидатов.

Существуют и экзаменационные исключения. Лицо, сертифицированное по 1-му или 2-му уровням, меняющее сектор или желающее добавить еще один сектор в том же методе проведения неразрушающего контроля, должно только сдать экзамен на знание специфики сектора и пройти практический экзамен по этому методу. Лицо, сертифицированное по 3-му уровню, меняющее сектор или желающее добавить еще один сектор в том же методе проведения неразрушающего контроля, не должно проходить базовый экзамен и часть экзамена по основному методу 3-го уровня, касающемуся общих знаний [7].

3.2. Анализ профессионального стандарта «Специалиста по неразрушающему контролю»

Организационная структура лаборатории неразрушающего контроля (состав ЛНК):

- начальник ЛНК;
- инженеры-дефектоскописты;
- дефектоскописты.

Начальник лаборатории неразрушающего контроля должен знать [27].:

- оценку качества изделия по результатам неразрушающего контроля, классификацию и область применения видов (методов) контроля;
- конструктивные особенности, элементы технологий изготовления, эксплуатации и ремонта объекта контроля, типы дефектов, подлежащих выявлению, их потенциальную опасность и вероятные зоны образования с учетом действующих нагрузок;
 - физические основы метода неразрушающего контроля;
 - принцип построения и функциональную схему аппаратуры для данного метода контроля, включая правила отбора и проверки качества применяемых расходных дефектоскопических материалов;

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

- основные параметры метода и аппаратуры, определяющие достоверность результатов контроля, способы их измерения и метрологического обеспечения;
- измеряемые характеристики и признаки выявленных дефектов; - технологию контроля конкретных объектов данным методом (подготовка объекта, выбор основных параметров, настройка аппаратуры, проведение контроля, возможные причины ложного бракования);
- порядок оформления результатов контроля и хранения документации; - стандарты и другие нормативные документы по данным методам контроля технических объектов конкретного вида;
- возможные другие методы контроля объектов данного вида;
- порядок организации участков и рабочих мест при контроле конкретных объектов;
- основные неисправности дефектоскопической аппаратуры и возможные способы их устранения в условиях предприятия, на котором осуществляется контроль;
- основные положения системы сертификации персонала и аккредитации лабораторий в области неразрушающего контроля;
- основы трудового законодательства Российской Федерации;
- правила внутреннего трудового распорядка;
- правила санитарной, личной гигиены;
- правила и нормы охраны труда, техники безопасности и противопожарной защиты.

Начальник лаборатории неразрушающего контроля должен уметь :

- проверять работоспособность аппаратуры и настраивать ее на заданные зоны;
- выполнять операции по контролю данным методом объектов (продукции) определенного вида и интерпретировать его результаты;

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- оценивать качество и давать заключение о качестве проконтролированного объекта;
- оформлять результаты контроля с выдачей соответствующего заключения;
- составлять (разрабатывать) технологические карты контроля конкретных изделий в соответствии с действующими нормативными документами;
- давать заключение о качестве объектов, проконтролированных специалистами 1-го уровня квалификации, с проведением, при необходимости, инспекционного контроля.

В своей деятельности начальник лаборатории неразрушающего контроля руководствуется:

- законами и иными нормативными правовыми актами;
- уставом организации;
- положением о лаборатории неразрушающего контроля;
- правилами трудового распорядка;
- приказами, распоряжениями и другими указаниями руководителя организации;
- настоящей должностной инструкцией.

Обязанности начальника лаборатории неразрушающего контроля:

- руководство и управление лабораторией неразрушающего контроля (практическое руководство работами и персоналом);
- организация участков проведения диагностики и неразрушающего контроля;
- организация работы лаборатории в структуре заказчика, координация работы инженеров-дефектоскопистов;
- планирование технологических процессов и контроль за обеспечением сроков производства работ;

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

- входной контроль качества материалов, ведение учета показателей качества, предоставление установленной отчетности;
- обеспечение лаборатории материалами и оборудованием для проведения неразрушающего контроля;
- обеспечение учета, хранения и выдачи оборудования и материалов;
- организация своевременного ремонта и проверки контрольного оборудования и средств измерений;
- получение необходимых заключений для осуществления неразрушающего контроля;
- организация четкого ведения лабораторных журналов и своевременного оформления результатов неразрушающего контроля, оформления документов лаборатории, передаваемых в архив;
- участие в составлении актов и заключений по техническому диагностированию;
- организация работ над жалобами, рекламациями от потребителя, в том числе по выявлению причин несоответствия технического диагностирования, анализу причин, определению корректирующих действий;
- обеспечение безопасных условий и охраны труда;
- работа по разработке и внедрению в лаборатории новых методов неразрушающего контроля, а также совершенствованию существующих методов;
- участие в работах по подготовке лаборатории неразрушающего контроля к аттестации;
- подготовка предложений по улучшению организации работ по неразрушающему контролю с целью сокращения затрат труда на их проведение;
- разработка документов предприятия по неразрушающему контролю, инструкций по охране труда, положения о лаборатории неразрушающего

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

контроля, должностных инструкций сотрудников лаборатории неразрушающего контроля;

- осуществление контроля над выполнением требований нормативных документов при проведении неразрушающего контроля;
- соблюдение конфиденциальности информации, полученной в ходе работ.

Должностные обязанности инженера по неразрушающему контролю [28].:

Разрабатывает и составляет инструкции, методические указания, технологическую документацию по проведению неразрушающего контроля нерадиационными методами изделий (далее - НКНМ). Внедряет новые методики, приборы и оборудование по НКНМ. Проводит экспериментальные работы с новыми средствами НКНМ с целью выдачи рекомендаций по их дальнейшему применению. Разрабатывает технические задания на создание новых средств НКНМ. Разрабатывает эскизы специальных тест - образцов, используемых при НКНМ изделий. Выполняет теоретические расчеты и эскизы, необходимые для изготовления макетных образцов. Осуществляет техническое руководство и контроль при выполнении работ по НКНМ. Оформляет заключения о качестве объектов контроля с проведением при необходимости инспекционного контроля. Согласовывает конструкторскую документацию на стадии проектирования образцов новой техники в части возможности проведения НКНМ. Ведет оперативный учет средств, предназначенных для контроля расходных материалов для капиллярной дефектоскопии, приборов и оборудования. Осуществляет расчеты потребности организации необходимого оборудования, составляет заявки на их приобретение. Обеспечивает сохранность эталонов, средств НКНМ. Осуществляет своевременное представление приборов на государственную поверку и ремонт. Следит за исправным состоянием и правильной эксплуатацией средств НКНМ, производственного инвентаря и средств индивидуальных защиты. Изучает информацию об отечественных и

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

зарубежных научных достижениях в области НКНМ и диагностики. Осуществляет выбор эффективных средств и способов выполнения заданий, обеспечивает полноту, своевременность и высокое качество выполнения работ. Принимает участие в подготовке публикаций, составлении заявок на изобретения и рационализаторские предложения.

Инженер по неразрушающему контролю должен знать:

- законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, локальные нормативные акты, эксплуатационные документы, а также методики и другие документы по НКНМ;
- методы проведения и средства НКНМ; назначение, принципы работы, условия эксплуатации разрабатываемых специальных изделий;
- технологию ремонта используемых средств неразрушающего контроля; отечественный и зарубежный опыт в области неразрушающего контроля;
- методы определения экономической эффективности внедрения новых образцов дефектоскопической аппаратуры;
- порядок и методы проведения патентных исследований;
- основы экономики;
- правила работы с персональным компьютером и другой оргтехникой;
- основы трудового законодательства;
- санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда работников структурного подразделения организации;
- требования охраны труда, производственной санитарии;
- нормы и правила экологической, пожарной и промышленной безопасности;
- правила оказания первой помощи при несчастных случаях на производстве;
- правила внутреннего трудового распорядка.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

Требования к квалификации инженера по неразрушающему контролю:

Инженер по неразрушающему контролю I категории: высшее профессиональное образование (техническое) и стаж работы в должности инженера по неразрушающему контролю II категории не менее 3 лет.

Инженер по неразрушающему контролю II категории: высшее профессиональное образование (техническое) и стаж работы в должности инженера по неразрушающему контролю не менее 3 лет.

Инженер по неразрушающему контролю: высшее профессиональное образование (техническое) без предъявления требований к стажу работы или среднее профессиональное образование (техническое), стаж работы в других должностях, замещаемых специалистами со средним профессиональным образованием (техническим), не менее 5 лет.

Проанализируем трудовые функции, предъявляемые к специалисту по неразрушающему контролю, занимающемуся выполнением работ по НК капиллярным методом с выдачей заключения о контроле [26].

К специалисту по неразрушающему контролю, занимающемуся выполнением работ по НК капиллярным методом с выдачей заключения о контроле, предъявляются следующие трудовые действия:

- определение зон контроля;
- подготовка контролируемого объекта и средств контроля для выполнения капиллярного контроля;
- обработка контролируемого объекта дефектоскопическими материалами;
- осмотр индикаторных следов и определение измеряемых характеристик выявленных индикаций;
- регистрация результатов капиллярного контроля.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

Специалисту по капиллярному контролю, занимающемуся выполнением работ по НК капиллярным методом с выдачей заключения о контроле, должен обладать необходимыми умениями:

- проверять подготовку контролируемого объекта и средств контроля к выполнению НК;
- применять люксметр;
- применять контрольные образцы для определения класса чувствительности контроля
- обрабатывать контролируемый объект дефектоскопическими материалами;
- выявлять индикации в соответствии с их признаками;
- определять размеры выявленных индикаций с применением средств контроля;
- определять тип выявленной индикации по заданным критериям;
- регистрировать результаты капиллярного контроля.

Специалисту по неразрушающему контролю, занимающемуся выполнением работ по НК капиллярным методам с выдачей заключения о контроле, должен обладать необходимыми знаниями:

- физические основы и терминология, применяемые в капиллярном контроле;
- средства капиллярного контроля;
- технологию проведения капиллярного контроля;
- методы проверки (определения) основных зон капиллярного контроля;
- условия осмотра при проведении капиллярного контроля;
- классы чувствительности при проведении капиллярного контроля;
- требования к обработке контролируемого объекта дефектоскопическими материалами и их технологические особенности;

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

- признаки обнаружения индикаций по результатам капиллярного контроля;
- измеряемые характеристики индикаций;
- требования к регистрации и оформлению результатов контроля;
- требования нормативной и иной документации, устанавливающей нормы оценки качества по результатам капиллярного контроля;
- требования охраны труда при проведении капиллярного контроля [7].

3.3. Разработка программы обучения в области неразрушающего контроля

Для разработки программы обучения, выбрана реальная производственная ситуация. У работников отдела верификации закупленной продукции, нет необходимых комплектов методических материалов для студентов, проходящих производственную практику на предприятии и имеющих потребности в обучении методам капиллярной дефектоскопии.

Обучение студентов на практике капиллярному контролю будет производиться по следующему учебному плану (таблица 5):

Таблица 5 – Учебный план подготовки студентов

№ п/п	Курсы, предметы	Всего часов за курс обучения
1.	Теоретическое ОБУЧЕНИЕ	4
2.	Практическое обучение	6
2.1	Практическое обучение по капиллярному методу контроля	2
2.2	Контроль методом керосиновой пробы	4
	Консультация	1
	Экзамен по специальному курсу	1
	ИТОГО	12

Для обучения практикантов разработаны следующие методические материалы: теоретическое и лабораторное занятия.

Для разработки теоретического занятия, выбираем подраздел «Физические основы капиллярных методов контроля», так как он очень важен для подготовки студентов к работе с проникающими веществами.

Тема: «Капиллярные явления при контроле методом керосиновой пробой».

Изучение данной темы необходимо, чтобы понять принцип работы жидкостного метода капиллярного неразрушающего контроля. Контрольная жидкость под действием капиллярных сил проникает через сквозные дефекты и, соприкасаясь с индикаторным покрытием, образует на нём контрастные пятна, по наличию которых судят о местах расположения течей.

В ходе теоретического занятия изучим практическое использование капиллярных явлений, в жидкостном методе капиллярного контроля.

План-конспект занятия

Тема урока: «Капиллярные явления при контроле методом керосиновой пробой»

Цели урока:

Обучающая: сформировать знания о формуле для определения высоты поднятия жидкости, о практическом использовании капиллярных явлений, познакомить с фамилиями ученых работавших над этим вопросом.

Развивающая: развивать логическое мышление, наблюдательность, культуру умственного труда (выделять главное, анализировать, сравнивать, обобщать и делать выводы), коммуникативные качества, умение культуру речи; познавательную активность.

Воспитательная: содействовать воспитанию таких качеств личности как, внимательность, усидчивость, аккуратность, точность в работе; прививать любовь к будущей профессии, развивать экологическое мышление.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

Тип урока: комбинированный

Вид урока: беседа, выполнение эксперимента, самостоятельная работа.

Методы обучения:

- по характеру дидактических целей и решению познавательных задач в процессе обучения (авторы М.А. Данилов, Б.П.Есипов):
 - методы сообщения новых знаний (объяснение, рассказ, демонстрационные эксперименты, электронные средства обучения);
 - методы формирования умений и навыков, применения знаний на практике (заполнение кроссворда, решение задач, работа со справочной литературой, электронными средствами обучения);
 - методы проверки и оценки знаний, умений и навыков (индивидуальный и фронтальный опрос, решение задач);
- по форме взаимодействия преподавателя и обучающихся (автор Каунов А. М):
 - пассивные:
 - словесные (объяснение, рассказ),
 - наглядные (демонстрационные эксперименты, информационные средства обучения),
 - практические (решение задач, работа со справочной литературой, электронными средствами обучения, проведение эксперимента);
 - метод активного обучения (анализ демонстрационного эксперимента);
 - интерактивные методы (проведение эксперимента, практическая отработка осваиваемых умений, навыков на уровне компетенций);
 - рефлексивный метод (самооценка и взаимооценка).

Оснащение и оборудование: ПК, презентации на темы: «Практическое использование капиллярных явлений», «Историческая справка», лабораторное оборудование, жидкости- глицерин, спирт, мыльный раствор, вода, сборник задач автора В.Ф.Дмитрива (по количеству обучающихся), кроссворд.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

Методическая цель урока:

- показать активные и интерактивные приемы активизация мыслительной деятельности обучающихся в учебном процессе;
- продемонстрировать использование информационных технологий на различных этапах урока.

Технологическая карта занятия представлена в приложении Ж.

В ходе лабораторного занятия применим знания теории на практике. использование капиллярных явлений, в жидкостном методе капиллярного контроля.

Тема урока: «Контроль методом керосиновой пробы»

Цели урока:

Обучающая: обобщить и систематизировать знания учащихся о действии капиллярных сил, сформировать умения практического использования капиллярных явлений.

Развивающая: развивать логическое мышление, наблюдательность, культуру умственного труда (выделять главное, анализировать, сопоставлять, обобщать и делать выводы), коммуникативные качества, умение культуру речи; познавательную активность.

Воспитательная: содействовать воспитанию таких качеств личности как, внимательность, усидчивость, аккуратность, точность в работе; прививать любовь к будущей профессии, развивать экологическое мышление.

Тип урока: изучение нового материала

Вид урока: беседа, выполнение эксперимента, самостоятельная работа.

Методы обучения:

- по характеру дидактических целей и решению познавательных задач в процессе обучения (авторы М.А. Данилов, Б.П.Есипов):
 - методы сообщения новых знаний (объяснение, рассказ, демонстрационные эксперименты);

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- методы формирования умений и навыков, применения знаний на практике (проведение контроля методом керосиновой пробы);
- методы проверки и оценки знаний, умений и навыков (фронтальный опрос);
- по форме взаимодействия преподавателя и обучающихся (автор Каунов А. М):
 - пассивные:
 - словесные (объяснение, рассказ),
 - наглядные (демонстрационные эксперименты),
 - практические (проведение эксперимента);
 - метод активного обучения (анализ проведенного эксперимента);
 - интерактивные методы (практическая отработка осваиваемых умений);

Цель работы: изучение методики и освоение техники контроля методом керосиновой пробы.

Оборудование и материалы

Набор красок для цветного контроля.

Источник света – отражательная лампа.

Материалы для контроля – масло, керосин, окись алюминия, окись магния.

Образцы сварных соединений из различных материалов – нержавеющей стали, алюминия, магниевых сплавов.

Общие положения

Капиллярные методы контроля предназначены для обнаружения дефектов – несплошности материала, невидимых невооруженным глазом. Эти методы основаны на использовании капиллярных свойств жидкостей, обладающих высокой проникающей способностью, называемых пенетрантами.

Дефекты выявляют, обнаруживая либо жидкость, оставшуюся в их полостях после удаления ее с поверхности, либо скопление частиц порошка,

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

взвешенного в жидкости и отфильтрованного на поверхности детали при заполнении полости дефекта жидкостью. В первом случае оставшаяся в полостях дефектов жидкость обнаруживают чаще всего после внесения проявителя. Он поглощает жидкость, образуя индикаторный рисунок. Во втором случае скопление порошка обнаруживается без применения проявляющего вещества.

Индикаторные рисунки обладают способностью либо люминесцировать в ультрафиолетовых лучах, либо менять окраску, вызываемую избирательным поглощением (отражением) части падающих на них лучей.

Из существующих разновидностей капиллярной дефектоскопии наибольшее применение получили цветная, люминесцентная и цветолюминесцентная.

Капиллярная дефектоскопия – простой метод, имеющий высокую чувствительность к поверхностным дефектам.

К преимуществам метода можно отнести высокую чувствительность, разрешающую способность, достоверность контроля, наглядность результатов контроля, возможность контроля деталей различной сложности в один прием, универсальность технологических операций при контроле широкой номенклатуры материалов деталей, а также низкую стоимость используемых материалов.

К недостаткам метода можно отнести: возможность обнаружения только поверхностных дефектов, большую длительность процесса (до 0,5 – 1,5 ч), снижение достоверности контроля при отрицательных температурах, необходимость удаления с поверхности лакокрасочных покрытий и тщательной очистки поверхностей, низкую вероятность обнаружения дефектов, покрытых оксидными пленками, тонким слоем деформированного материала или сжатых значительными остаточными или рабочими напряжениями в детали, вредность дефектоскопических материалов, субъективность контроля, ограниченный срок хранения дефектоскопических материалов.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

Методы капиллярной дефектоскопии позволяют обнаруживать различные поверхностные дефекты: трещины (шлифовочные, термические, усталостные), закаты волосины, заковы, растрескивания, пористость, различные виды коррозии на деталях простой и сложной формы, изготовленных из черных и цветных металлов и сплавов, пластмасс и др. материалов.

Высокая чувствительность позволяет определять трещины с шириной раскрытия у входа на поверхность ~ 0,001 мм, глубиной более 0,01 мм и длиной более 0,1 мм.

Контроль осуществляется в следующей последовательности.

1. Нанесение проникающей жидкости на контролируемые поверхности деталей.
2. Выдержка деталей в течение 15 – 20 мин (до 1,5 часов).
3. Удаление проникающей жидкости с поверхности.
4. Нанесение проявителя.
5. Проявление дефектов и осмотр детали.
6. Удаление проявителя и следов других дефектоскопических материалов с поверхности годных деталей.

Существует несколько способов заполнения полостей дефектов проникающей жидкостью: капиллярный, вакуумный, компрессионный, ультразвуковой, деформационный.

Способы удаления проникающей жидкости с поверхности деталей выбирают, учитывая необходимость ее сохранения в полостях дефектов, а так же ряд других факторов: тип используемой индикаторной проникающей жидкости, шероховатость поверхности, условия контроля (цеховые, полевые или лабораторные), объем работ и требуемую производительность.

Удаление проникающей жидкости производят протиркой, промывкой, обдувкой, гашением люминесценции и цвета и их комбинацией.

Способ нанесения проявителя выбирается с учетом следующих основных факторов: требуемой чувствительности контроля, типа и свойств проявителя,

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

степени сложности формы поверхности детали, объема работ и необходимой производительности труда. Нанесение проявителя осуществляется: нанесением кистью, распылением, электрораспылением, погружением, электроосаждением, обливанием с использованием воздушной взвеси, посыпанием, наложением липких лент.

Проявление дефектов является наиболее важным этапом метода и выполняется: выдержкой детали до полного проявления дефектов (временной), путем прогрева детали (тепловой), вакуумированием пространства над контролируемой поверхностью с постоянным или изменяющимся разрежением, вибрационным воздействием на деталь и их комбинациями.

Порядок выполнения работы

Нанести на очищенные от загрязнений образцы швов из нержавеющей стали, алюминиевых и магниевых сплавов (по 2 образца) подготовленный раствор при помощи кисти следующего состава: 65 % – керосина, 30 % – трансформаторного масла, 5 % – скипидара и краски "Судан-3" в количестве 10-15 г на литр смеси из аэрозольного баллона с краской комплекта ЦД.

Выдержать раствор в течение 15-20 мин, затем удалить и шов просушить.

Нанести на сухой шов при помощи пульверизатора слой окиси алюминия, и просушить струей теплого воздуха.

Определить наличие трещин по красным линиям на белой поверхности сухого слоя смеси алюминия, которая как бы вытягивает краску из трещин в шве.

Занести результаты опыта в отчеты и зарисовать картину контролируемых участков швов, обработать результаты ответов и сделать выводы.

Содержание отчета

1. Цель работы и порядок выполнения работы.
2. Краткое описание капиллярных методов контроля.
3. Описать технику выполнения разновидностей контроля.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

4. Привести рисунки дефектных мест выявленных капиллярными методами контроля.

5. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Назовите особенности капиллярного метода контроля.

2. Объясните методику люминесцентного контроля.

3. В чем заключается методика цветного контроля?

4. Назовите области применения капиллярных методов контроля.

5. В чем состоят преимущества и недостатки метода?

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель ВКР было разработать технологию верификации для детали «Поддон картера» на основе жидкостного метода капиллярного неразрушающего контроля, а именно: технологическую карту контроля и технологическую инструкцию проведения контроля методом керосиновой пробы для детали «Поддон картера» мощных дизелей (самосвалы БЕЛАЗ), которые поступают в качестве поставок запчастей для завода ООО «УДМЗ».

Результатами проделанной работы являются:

- в ходе изучения многообразия видов неразрушающего контроля выбран надежный, но недорогостоящий метод контроля детали «Поддон картера»;
- проведен сравнительный анализ методов неразрушающего контроля, обоснован выбор метода контроля «Поддон картера» и рассмотрены особенности контроля данным способом;
- разработана 3D модель детали «Поддон картера» для визуализации контролируемых зон;
- разработана технологическая инструкция для проведения контроля детали «Поддон картера», и технологическая карта контроля методом керосиновой пробы;
- проанализирован профессиональный стандарт «Специалист по неразрушающему контролю»; разработан план теоретического и лабораторного занятий для студентов проходящих практику на предприятии.

Внедрение технологии верификации детали «Поддон картера» жидкостным методом неразрушающего контроля позволит не только производить контроль с минимальными затратами, но и полностью исключит брак, происходящий в результате некачественных поставок.

Исключение брака ведёт к обеспечению двигателей качественными изделиями, что позволит не только полностью исключить течь двигателей

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

12ДМ-21Л, но и увеличить количество производимых дизелей, а также повысит престиж предприятия.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Белокур И. П., Коваленко В. А. Дефектоскопия материалов и изделий. К.: Техника, 1989.

2. В.А. Батаев Методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей / В.А. Батаев, А.А. Батаев, А.П. Алхимов. - М.: Флинта, Наука, 2007. - 224 с.

3. Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей подвижного состава. Инструкция (РД 32-150-2000). - М: МПС, 2000. - 97 с.

4. ГОСТ 24297-2013 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля. Введ. 2014-01-01 – М: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. – 19 с.

5. ГОСТ 24522-80. Государственный стандарт. Контроль неразрушающий капиллярный. Термины и определения. – 1982-01-01. - М: Стандартиформ, 2014. – 24 с.

6. ГОСТ 3.1105-2011. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения. – Введ. 2012-01-01. - М: Стандартиформ, 2014. – 24 с.

7. ГОСТ 30489: EN 473. Определение уровня квалификации и сертификация персонала в области неразрушающего контроля. Общие принципы. Введ. 1999-03-01. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. – 19 с.

8. ГОСТ Р 54795-2011. Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала. Основные требования. – Введ. 2013-01-01. - М: Стандартиформ, 2014. – 24 с.

9. ГОСТ 28517-90 Контроль неразрушающий. Масс-спектрометрический метод течеискания. Общие требования Введ. 1991-07-01. - М: Стандартиформ, 2016. – 32 с.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

10. ГОСТ Р 56542-2015. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. – Введ. 2016-06-01. - М: Стандартинформ, 2016. – 11 с.

11. ГОСТ — 18442 — 80. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы контроля. . – Введ. 1981-07-01. - М: Стандартинформ, 2016. – 57 с.

12. Ермолов И. Н. Методы и средства неразрушающего контроля качества: учеб. пособие для инж.-техн. спец. вузов / И. Н. Ермолов. – М: Высш. шк., 1988. – 368 с.

13. Ермолов И.Н., Ермолов М.И. Ультразвуковой контроль: учебник для специалистов первого и второго уровней квалификации. – М: Азимут, 2006. - 208 с.

14. Инструкция по магнитному контролю ответственных деталей локомотивов и моторвагонного подвижного состава в депо и на ремонтных заводах (ЦТ-2303). – М: Транспорт, 1965. – 59 с.

15. Инструкция по ультразвуковому контролю деталей тепловозов серии 2ТЭ-116, ТЭ-10, М62, ТЭМ-2 (ЦТрт – 17/1). - М: МПС, ВНИИЖТ, 1999. – 47 с.

16. Контроль качества продукции физико-химическими методами- М.: ДеЛи принт, 2005. - 128 с

17. Ключев В.В. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий: справочник – М: Машиностроение, 1976. – 326 с.

18. Контроль неразрушающий приемочный. Колеса цельнокатаные, бандажи и оси колесных пар подвижного состава. Инструкция (РД 32.144-2000). – М: МПС, 2000. - 40 с.

19. Крауткремер Й., Крауткремер Г. Ультразвуковой контроль материалов: справочник. - М: Металлургия, 1991. – 752 с.

20. К.М. Соболевский Автоматический контроль и методы электрических измерений (труды III конференции) / ред. К.Б. Карандеев, К.М. Соболевский, М.П. Цапенко. - М.: Новосибирск: АН СССР, **2017**. - 251 с.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

21. Комплекс новых методов контроля разработки газовых и газоконденсатных месторождений. Минимизация техногенного воздействия на окружающую среду. - М.: Наука. Ленинградское Отделение, 2010. - 168 с.

22. Ланге Ю.В., Воронков В.А. Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения: справочник. – Изд. 2-е, испр. – М: Авторское издание, 2003. - 120 с.

23. Неразрушающий контроль деталей и узлов локомотивов и моторвагонного подвижного состава (общие положения). Инструкция (РД ЦТТ – 19). - М: МПС, 2000. – 8 с.

24. Паврос С.К. Избранные труды / под ред. А.Л. Ниенко. - СПб: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010. - 121 с.

25. Правила сертификации персонала по неразрушающему контролю технических объектов железнодорожного транспорта. Инструкция (ПР 32.113-98). - М: МПС, 1998. – 52 с.

26. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3 декабря 2015 г. №976н «Об утверждении профессионального стандарта: «Специалист по неразрушающему контролю»» [Электронный источник]. // Клаасинформ. – Режим доступа: <http://classinform.ru/profstandarty/40.108-spetcialist-po-nerazrushaiushchemu-kontroliu.html> (дата обращения 02.02.2019).

27. Прохоренко П. П., Мигун Н. П. Введение в капиллярную дефектоскопию. / Под ред. А. С. Боровикова. — Мн.: Наука и техника, 1988. – 266 с.

28. РД-13-06-2006 «Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах». – 2006. – № 3. – С. 147.

29. Ю.А. Концевой Методы контроля технологии производства полупроводниковых приборов / Ю.А. Концевой, В.Д. Кудин. - М: Мир, 2000. - 144 с

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

30. Шрайбер Д.С. Капиллярная дефектоскопия. - М: Металлургия, 1965. -
392 с

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

ПРИЛОЖЕНИЕ А – ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА РАЗРАБОТКУ ТЕХНОЛОГИИ ВЕРИФИКАЦИИ КОНТРОЛЯ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА РАЗРАБОТКУ ТЕХНОЛОГИИ ВЕРИФИКАЦИИ КОНТРОЛЯ

В связи со сменой предприятия - поставщика, студенту ФГАОУ ВО «Российский профессионально – педагогический университет» Игольник О.В. необходимо разработать технологию верификации для детали «Поддон картера» на основе жидкостного метода капиллярного неразрушающего контроля, а именно: операционно – технологическую карту контроля и технологическую инструкцию проведения контроля методом керосиновой пробы для детали «Поддон картера» мощных дизелей (самосвалы БЕЛАЗ), которые поступают в качестве поставок запчастей для завода ООО «УДМЗ».

Специалист
по развитию
производственной
системы



[Handwritten signature]
подпись

А.В. Егоренко

Принято к исполнению:

Студент ФГАОУ ВО
РГППУ

[Handwritten signature]
подпись

О.В. Игольник

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.379.ПЗ

Лист

102

**ПРИЛОЖЕНИЕ В – «ЖУРНАЛ ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ НА
ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ И РЕЗУЛЬТАТОВ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ»**

Дата предъявления на контроль	Наименование продукции	Номер чертежа, марка материала	Количество поступившей продукции	Поставщик	Номер партии, плавки	Номер и дата накладной	Номер и дата сертификата	Подпись кладовщика	Заклoчение о годности	Роспись контролёра
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

ПРИЛОЖЕНИЕ Г – «ЖУРНАЛ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ»

Дата предъявления на контроль	Наименование продукции	Номер чертежа, марка материала	Количество поступившей продукции	Поставщик	Номер партии, плавки	Номер и дата накладной	Номер и дата сертификата	Подпись кладовщика	Заключение о годности	Роспись контролёра
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

ПРИЛОЖЕНИЕ Д – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ВЕРИФИКАЦИИ
ДЕТАЛИ «ПОДДОН КАРТЕРА»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ

ООО «Уральский дизель-моторный завод»		
	Технологическая карта контроля герметичности	Лист 1 Листов 14

УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер

_____

«07» июня 2019 г.

1. Объект контроля		
1.1	Объект контроля	Поддон картера СБ
1.2	Контролируемые элементы	Сварные швы в местах соединения листов, фланцев и выходов технологических труб и рёбра жёсткости
1.3	Чертеж детали	Представлен в НД
1.4	Метод контроля	Капиллярный
1.5	Средство определения течей	Меловой раствор
1.6	Способ контроля	Керосиновой пробой
1.7	Основной металл	Зст5сп-св
1.8	Способ сварки	
1.9	Объём контроля	100%

Разработал	Проверил
«07» июня 2019 г. _____ О.В. Игольник	Начальник группы «07» июня 2019 г. _____ Одинцева А.Е.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
						106
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ООО «Уральский дизель-моторный завод»

Технологическая карта контроля герметичности

Лист 23
Листов 14

2. Документация по которой проводится контроль

2.1	Методическая	РД 1.1.2.01.0713-2013
2.2	Нормативная	ГОСТ Р 50.05.01-2018, ОСТ 95 10575-2002,

3. Требования к технологии контроля и оценке качества

3.1	Объем контроля	100%
3.2	Класс чувствительности	Чувствительность по гост 18442-80
3.3	Метод контроля	Капиллярный
3.4	Способ контроля	Керосиновой пробой
3.5	Средство определения течей	Меловой раствор
3.6	Керосин	По ГОСТ 18499-73 (для технических целей)

4. Контролируемые зоны

4.1	Количество участков контроля	32
-----	------------------------------	----

Эскизы контролируемых зон представлены на страницах – 4,5,6,7,8,9.

Разработал	Проверил
«07» июня 2019 г. _____ О.В. Игольник	Начальник группы «07» июня 2019 г. _____ Одинцева А.Е.

Эскизы объектов контроля

Контролируемые зоны : 1, 3.

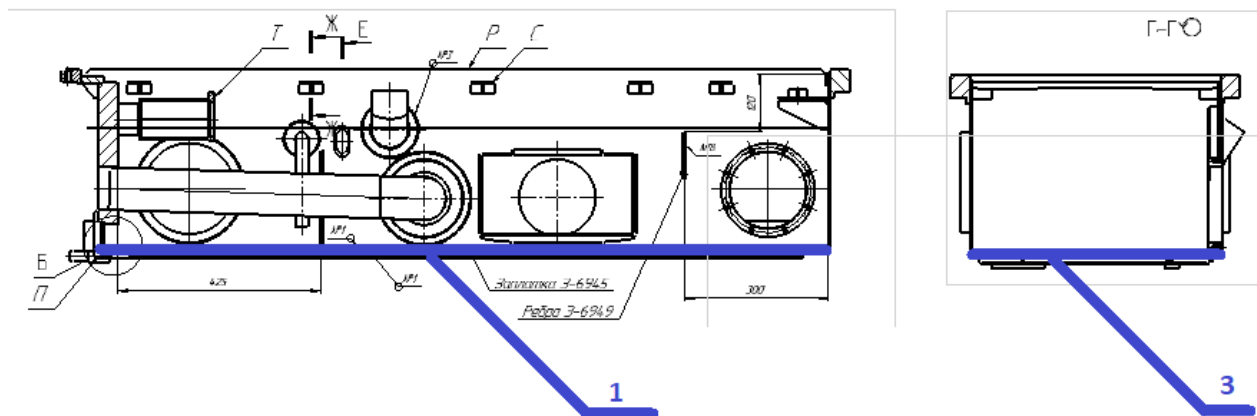


Рисунок 1 – Эскиз объекта контроля

Контролируемые зоны : 2, 4.

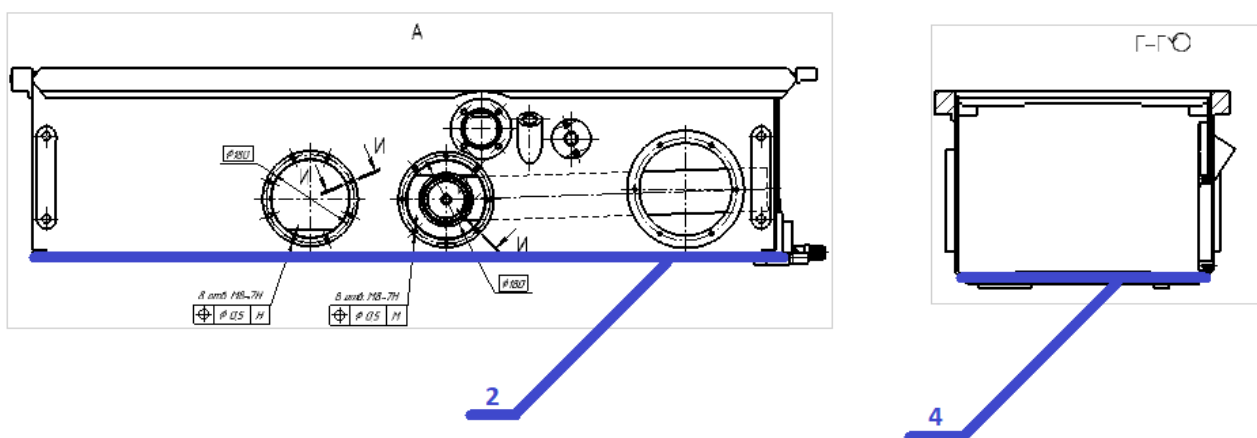


Рисунок 2 – Эскиз объекта контроля

Разработал	Проверил
«07» июня 2019 г. О.В. Игольник	Начальник группы «07» июня 2019 г. Одинцева А.Е.

Контролируемые зоны : 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13.

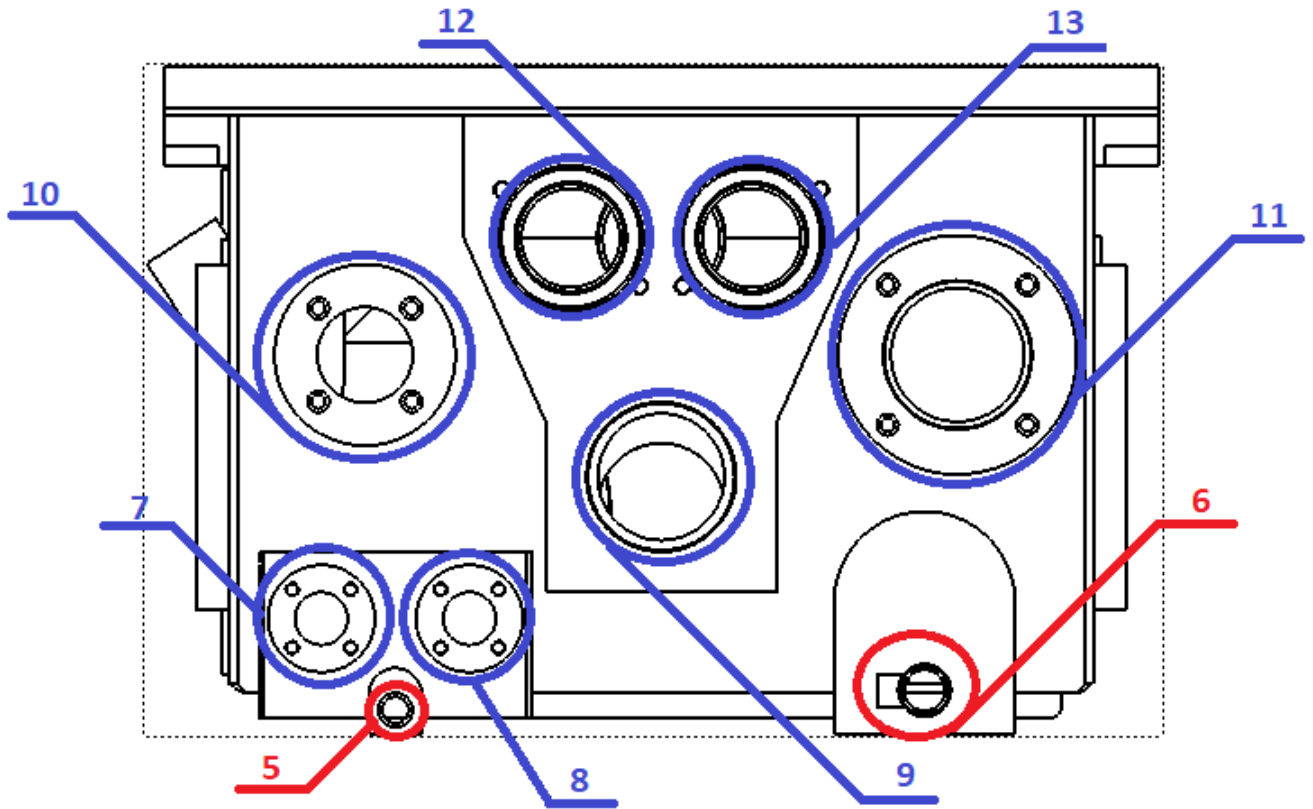


Рисунок 3 – Эскиз объекта контроля

Разработал	Проверил
«07» июня 2019 г. _____ О.В. Игольник	Начальник группы «07» июня 2019 г. _____ Одинцева А.Е.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Контролируемые зоны : 14, 15, 16, 17, 18, 19.

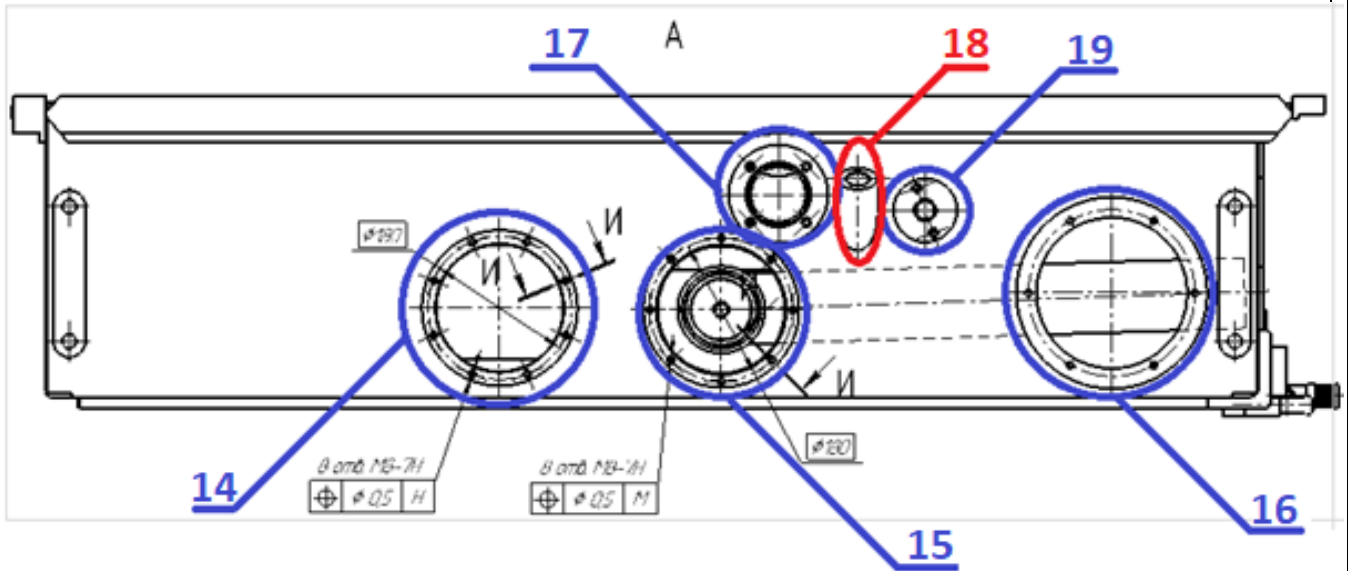


Рисунок 4 – Эскиз объекта контроля

Разработал	Проверил
«07» июня 2019 г. _____ О.В. Игольник	Начальник группы «07» июня 2019 г. _____ Одинцева А.Е.

Контролируемые зоны : 20.

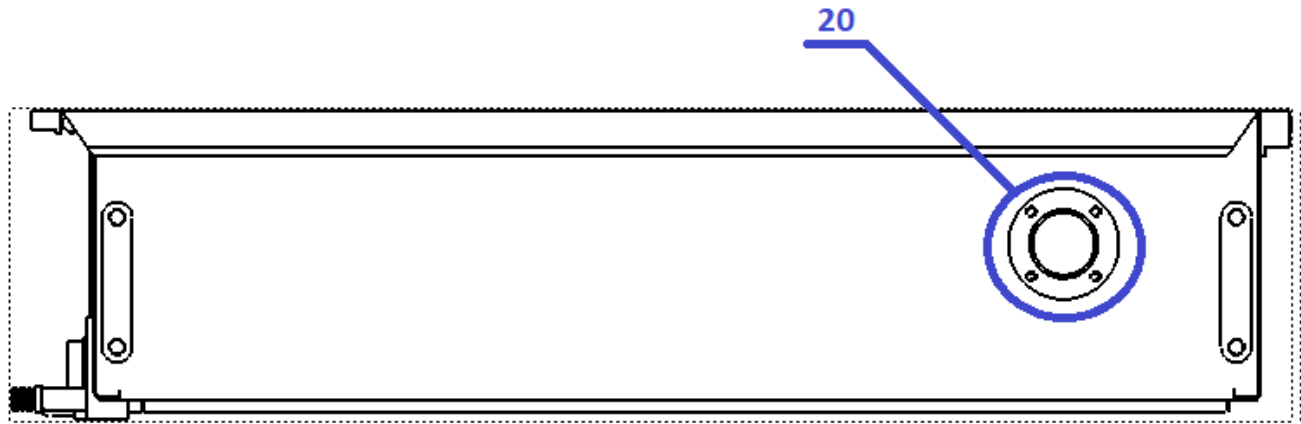


Рисунок 5 – Эскиз объекта контроля

Разработал	Проверил
«07» июня 2019 г. _____ О.В. Игольник	Начальник группы «07» июня 2019 г. _____ Одинцева А.Е.

Контролируемые зоны : 21, 22, 23, 24.

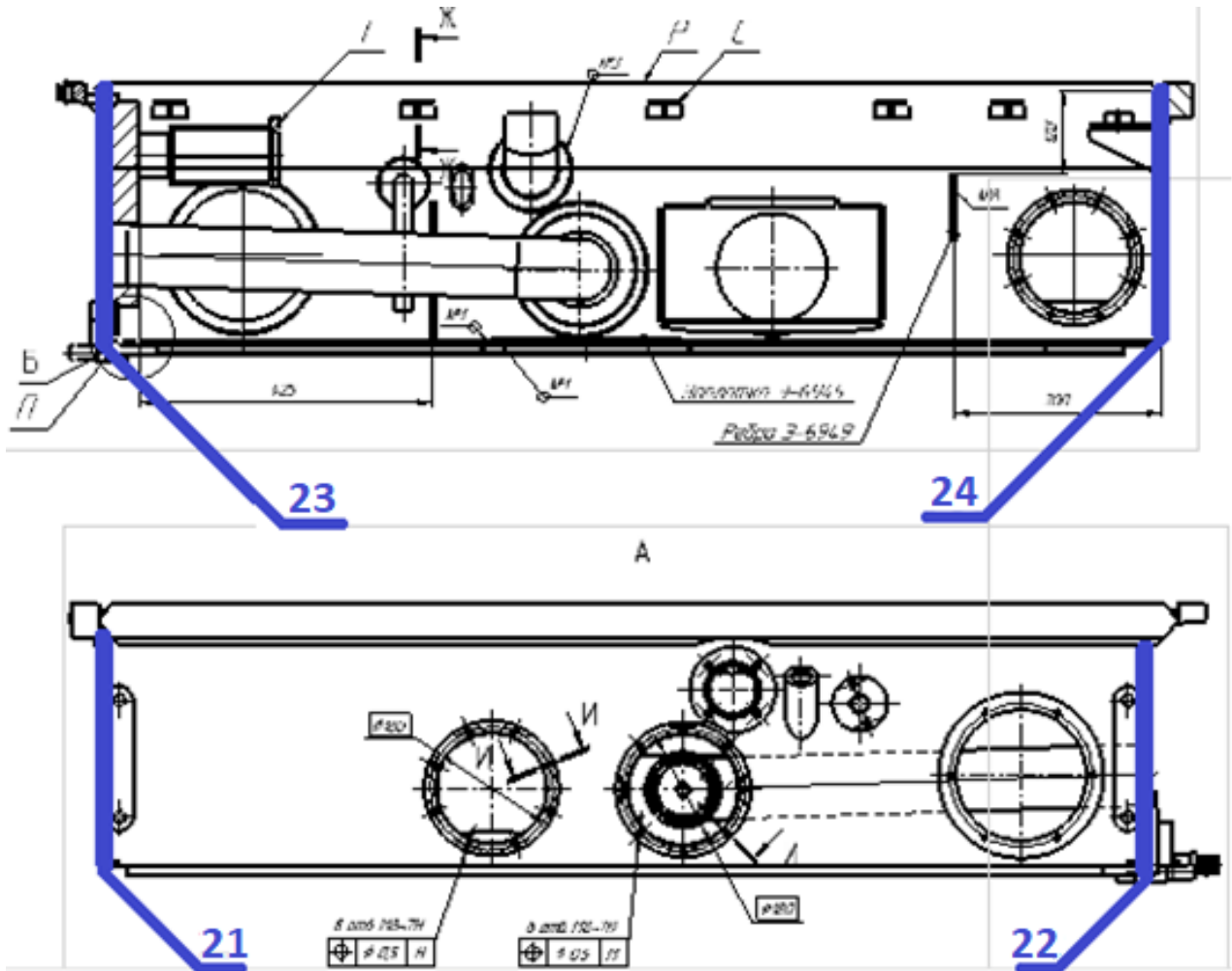


Рисунок 6 – Эскиз объекта контроля

Разработал	Проверил
«07» июня 2019 г. _____ О.В. Игольник	Начальник группы «07» июня 2019 г. _____ Одинцева А.Е.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Контролируемые зоны : 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32.

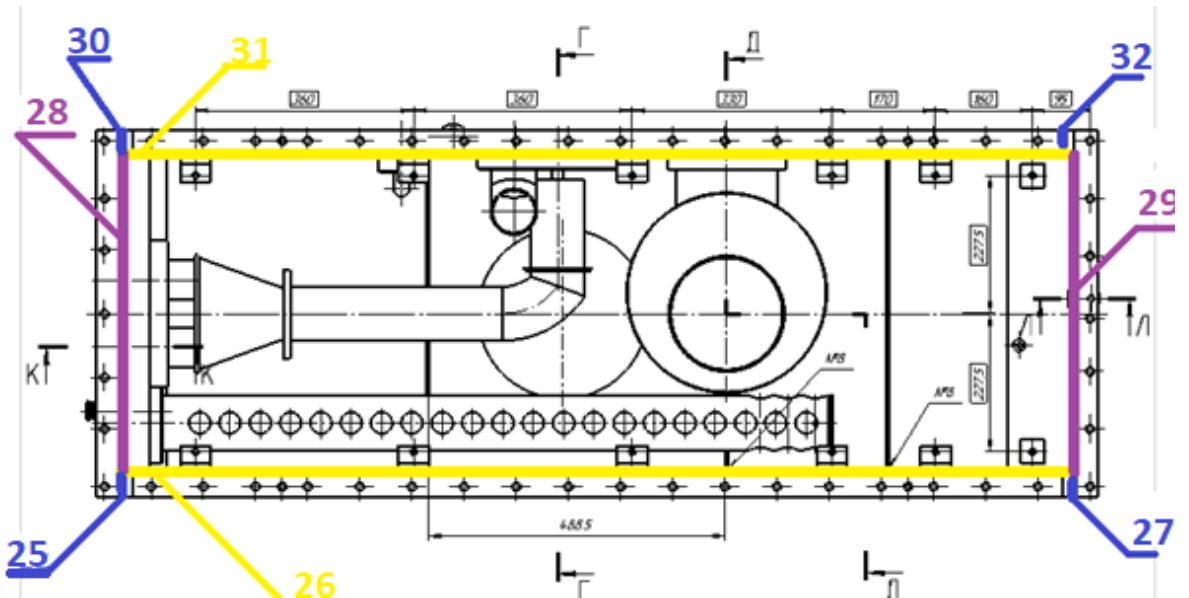


Рисунок 7 – Эскиз объекта контроля

Разработал	Проверил
«07» июня 2019 г. _____ О.В. Игольник	Начальник группы «07» июня 2019 г. _____ Одинцева А.Е.

ООО «Уральский дизель-моторный завод»

Технологическая карта контроля
герметичности

Лист 10
Листов 14

5. Средства контроля

№	Наименование	Тип (модель), характеристики
5.1	Контрольная течь ТДК-2Г	IV класс герметичности по ПНАЭГ-7-019-89, поток не более МО'6 мЗПа/с
5.2	Люксметр	«ТКА-Хранитель» или аналогичный по параметрам
5.3	Кисть мягкая волосяная	Кисть флейцевая ГОСТ 10597-87
5.4	Секундомер (часы)	Часы «Секундомер»
5.5	Вода	Для хозяйственного водоснабжения ГОСТ 2761-84
5.6.	Мел	Мел по ГОСТ 17498-72
5.7	Переносные светильники	Лампа переносная ГОСТ Р МЭК 60598-2-4-99
5.8	Обтирочный материал	Салфетки хлопчатобумажные или ветошь
5.9	Тара для мелового раствора	Объемом 1л ГОСТ Р 51760-2001
5.10	Керосин	Керосин для технических целей по ГОСТ 18499-73
5.11	Пульверизатор	Распылители по ГОСТ 24156-80.
5.12	Краситель	Судан III

Разработал

Проверил

«07» июня 2019 г.

Начальник группы
«07» июня 2019 г.

_____ О.В. Игольник

_____ Одинцева А.Е.

ООО «Уральский дизель-моторный завод»

ООО «Уральский дизель-моторный завод»

Технологическая карта контроля герметичности

Лист 11
Листов 14

6. Место и условия проведения контроля

Место проведения контроля	Участок верификации
Температура окружающей среды, °С	От 15 до 35
Относительная влажность воздуха окружающей среды, не более	80
Освещенность контролируемой поверхности	Не менее 1500, комбинированная с использованием стационарных и переносных источников света

7. Подготовка к контролю

Наименование и содержание операции	Средства контроля	Технические требования
7.1 Проверить освещенность	Люксметр	Величина освещенности должна быть не менее 1500 люкс контролируемой поверхности
7.2 Проверить качество подготовки контролируемой поверхности		Проверить отсутствие на контролируемых поверхностях окалины, коррозии, влаги, жировых и механических загрязнений. Перед проведением контроля не допускается поверхности покрывать какими-либо веществами, способными закупорить сквозные дефекты (вода, глицерин, масло, гель и т.п.)

Разработал

Проверил

«07» июня 2019 г.

О.В. Игольник

Начальник группы

«07» июня 2019 г.

Одинцева А.Е.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.379.ПЗ

Лист

115

7.3 Протереть поверхность зоны контроля салфеткой, смоченной уайт-спиритом	Обтирочный материал, уайт-спирит	После протирки - сушка в естественных условиях в течение 15 мин.
7.4 Приготовить меловой раствор	Мел, вода, термошкаф	Меловую обмазку приготавливают в цеховых условиях: мел сушат в течение 1 ч при температуре 60 - 80 °С в термошкафу, просеивают через сито с сеткой № 0,4, затем высыпают в емкость для приготовления и вливают туда соответствующее количество питьевой воды из расчета 1,3 кг мела на 1 л воды. Компоненты меловой обмазки механически перемешивают до получения однородной массы, взвесь процеживают через сетку № 0,4. Приготовленную меловую обмазку контролируют на однородность и на смачивающую способность путем нанесения на пластину с соответствующей чистотой обработки объекта, установленную в вертикальное положение, с помощью мягкой волосяной кисти. Меловая обмазка считается годной по смачиваемости, если в течение 15 мин на поверхности пластины не наблюдается потеков и проблесков металла

Разработал	Проверил
«07» июня 2019 г. О.В. Игольник	Начальник группы «07» июня 2019 г. Одинцева А.Е.

8 Порядок проведения контроля

Наименование и содержание операции	Средства контроля	Технические требования
Сухую очищенную поверхность детали, подлежащую контролю, покрыть меловым раствором. Раствор наносить с помощью мягкой волосистой кисти.	Меловой раствор, Кисть мягкая волосистая	Индикаторный пенетрант наносить вокруг контролируемых зон, согласно пункту 4
После высыхания мелового покрытия обратную сторону шва смочить обильно керосином (проявителем пенетранта), при помощи пульверизатора или наливом керосина в деталь. Смачивание керосином повторить несколько раз (не менее 3) для того, чтобы время испытания на контролируемой поверхности детали был постоянный слой керосина.	Керосин Пульверизатор	Сушку производить за счёт естественного испарения. Время выдержки нахлесточных и односторонних угловых швов под действие керосина при положительной температуре составляет 40 мин. Для стыковых швов при вертикальном или горизонтальном расположении шва время примерной выдержки 1 час. Выдержка составляет от 40 до 120 мин в зависимости от толщины контролируемых зон и их расположения

Разработал	Проверил
«07» июня 2019 г. О.В. Игольник	Начальник группы «07» июня 2019 г. Одинцева А.Е.

Осмотр контролируемой поверхности.	Лупа измерительная ЛИ 2-8, Линейка измерительная	Осмотреть контролируемую поверхность на наличие индикаций несплошностей после высыхания проявителя. Дефект шва определяют по появлению темных пятен действием керосина на меловом покрытии.
По окончании контроля мел с поверхности детали удаляется протиркой ветошью или салфетками	Салфетки хлопчатобумажные или ветошь	
Оформить результаты испытаний на прочность и контроля герметичности	Журнал входного контроля; Заключение.	Заполнить журнал контроля и заключение

9. Оценка качества

9.1. Оценку качества сварного соединения проводить по индикаторным следам.
 9.2. При контроле по индикаторным следам качество сварного соединения считается удовлетворительным, если индикаторные следы отсутствуют.
 9.3. Результаты оценки качества по п.п. 9.1, п.9.2 контролируемого элемента занести в рабочий журнал. При дефектов, на бракованную деталь, составить претензию или рекламацию поставщику.

Разработал	Проверил
«07» июня 2019 г. _____ О.В. Игольник	Начальник группы «07» июня 2019 г. _____ Одинцева А.Е.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ КОНТРОЛЯ
СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ КЕРОСИНОВОЙ ПРОБЫ ДЛЯ
ПОДДОНА 0431-02-010-2СБ

ООО «Уральский дизель моторный завод»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
МЕТОДОМ КЕРОСИНОВОЙ ПРОБЫ
ДЛЯ ПОДДОНА 0431-02-010-2СБ

СОГЛАСОВАНО:

Зам. Главного технолога

_____ С.Б. Булавин

«__» _____ 2019г.

РАЗРАБОТЧИК:

_____ О. В. Игольник

«__» _____ 2019г.

г. Екатеринбург

2019г.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		119

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Испытание керосином имеет целью выявления поверхностных и сквозных дефектов в сварных швах металлических деталей, где невозможна проверка методом гидроиспытания или испытания опрессовкой воздухом в воде.

1.2 Этот метод основан на явлении капиллярного проникновения хорошо смачивающей жидкости в трещины, поры и другие дефекты.

1.3 При контроле течеисканием яркостным капиллярным способом на контролируемую поверхность с одной стороны наносят тонкий слой индикаторного покрытия и после его высыхания с противоположной стороны подают (наносит) контрольную жидкость. Контрольная жидкость под действием капиллярных сил проникает через сквозные дефекты и, соприкасаясь с индикаторным покрытием, образует на нём контрастные пятна, по наличию которых судят о местах расположения течей.

1.4 Испытание керосином применяется в сварных деталях в основном для проверки непроницаемости сварных швов.

1.5. Проверке подвергаются швы на боковых стенках поддона и днища. А также остальных сварных швов.

1.6. В качестве проникающего вещества используется керосин (керосиновая проба), а в качестве индикаторного покрытия используется меловая обмазка (белого цвета). Состав меловой обмазки и порядок её приготовления приведены в приложении.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		120

2 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

При контроле методом керосиновой пробы руководствоваться инструкцией по охране труда:

ГОСТ 3.1105-2011 ЕДИНАЯ СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ (ЕСТД), ФОРМЫ И ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ДОКУМЕНТОВ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ (С ПОПРАВКОЙ)

ПБ-2-2018 ИНСТРУКЦИЯ ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ О МЕРАХ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

ПБ-3-2018 ИНСТРУКЦИЯ ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПО СОДЕРЖАНИЮ И ПРИМЕНЕНИЮ ПЕРВИЧНЫХ СРЕДСТВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

ПБ-4-2018 ИНСТРУКЦИЯ ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ О ДЕЙСТВИЯХ ПЕРСОНАЛА ПО ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ.

ИОТ-11 0-18 ИНСТРУКЦИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ С ГОРЮЧИМИ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИМИСЯ ЖИДКОСТЯМИ

3 ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ

К проведению контроля допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, не имеющие противопоказания по состоянию здоровья, а также прошедшие инструктаж по охране труда и техники безопасности

4 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

4.1 Уайт-спирит, бензин или ацетон.

4.2 Меловой раствор (350-450 г молотого мела или каолина на 1 л воды).

4.3 Керосин.0,2 л

4.5 Фонарь.

4.6. Вода, 1 л.

4.7. Термошкаф

4.8. Маска для защиты

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		121

Для лучшей фиксации пятен керосина в местах неплотностей рекомендуется использовать керосин, подкрашенный в такой-то цвет путем добавления в него краски Судан 3.

5 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЯ

5.1 Подлежащие контролю участки детали тщательно очистить слесарным способом от окалины и следов коррозии и обезжирить путем протирания детали Уайт-спиритом.

5.2 Сухую очищенную поверхность детали, подлежащую контролю, покрыть меловым раствором. Раствор наносить пульверизатором или с помощью мягкой волосяной кисти.

5.3 После высыхания мелового покрытия обратную сторону шва смочить обильно керосином или наливом керосина в деталь. Смачивание керосином повторить несколько раз (не менее 3) для того, чтобы время испытания на контролируемой поверхности детали был постоянный слой керосина.

5.4 Время выдержки нахлесточных и односторонних угловых швов под действие керосина при положительной температуре составляет 40 мин.

5.5 Для стыковых швов при вертикальном или горизонтальном расположении шва время примерной выдержки 1 час.

5.6 . Выдержка составляет от 40 до 120 мин в зависимости от толщины контролируемых зон и их расположения.

5.7 Дефекты шва определяют по появлению темных пятен действием керосина на меловом покрытии.

5.8 По окончанию контроля мел с поверхности детали удаляется протиркой ветошью или салфетками.

Примечания:

1. Для повышения чувствительности способа контроля керосин окрашивают, растворяя в нем жирорастворимый краситель.

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		122

2. В целях улучшения чувствительности контроля и ускорения выявления дефектов смачивания керосином поверхности обдувают струей после сжатого воздуха под давлением 0,3-0,4 МПа.

3. Использование загрязненной проникающей жидкости может привести к не обнаружению скрытых дефектов, которые в дальнейшем, при эксплуатации, могут проявиться в виде значительных течей

6. РЕГИСТРАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

6.1. Результаты контроля заносят в журнал входного контроля. Если деталь имеет брак, оформляется претензия - рекламация.

6.2. Порядок получения, учета, выдачи пользователям, хранения технологической инструкции осуществляют в соответствии с листом учета выдачи ТИ.

Лист учета выдачи ТИ

№ п/п	Наименование структурного подразделения	ФИО	Подпись	Дата

					ДП 44.03.04.379.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		123

