



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
**ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИЙ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
В Г. ВОЛГОДОНСКЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**(Институт технологий (филиал) ДГТУ в г. Волгодонске)**



**УТВЕРЖДАЮ**

Директор

И.В. Столяр

«26» апреля 2022 г.

Методические указания

по дисциплине

«Методы и оборудование для контроля качества сварных  
конструкций»

для обучающихся по направлению подготовки

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств

профиль Технология машиностроения

2022 года набора

Волгодонск  
2022

## **Лист согласования**

Методические указания по дисциплине «Методы и оборудование для контроля качества сварных конструкций» составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности)

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств

Рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «*ТСиИТ*» протокол

№ 9 от «26» апреля 2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Практическая работа № 1. Люминесцентный контроль качества сварных соединений.....	4
Практическая работа № 2. Методы контроля непроницаемости сварных соединений.....	6
Практическая работа № 3. Акустические методы контроля качества сварных соединений.....	12
Практическая работа № 4. Визуальный и измерительный контроль сварных соединений.....	14

## Практическая работа № 1

### ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

#### Техника безопасности

При контроле методом люминесцентного контроля выделяются пары легколетучих растворителей, вредно действующих на организм человека. Поэтому рабочее место контроля должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией, а контролёр обязан работать в спецодежде и резиновых перчатках. Для предупреждения недопустимого облучения ультрафиолетовым светом (УФС) при длительном контроле необходимо применять защитные жёлтые очки со стёклами ЖС–4 толщиной не менее 3,5 мм.

Участок контроля деталей должен быть размещён в сухом отапливаемом изолированном помещении с приточно-вытяжной вентиляцией, естественным и искусственным освещением, сжатым воздухом, горячей и холодной водой. Температура воздуха в рабочем помещении должна быть 20–28°С.

Оборудование должно отвечать требованиям электровзрыво- и пожаробезопасности.

#### Цель работы

Изучить принципы люминесцентного контроля, ознакомиться с технологией и освоить технику контроля.

#### Рабочее задание

1. Ознакомиться с основными принципами люминесцентного метода контроля, применяемыми материалами и техникой контроля.
2. Осуществить контроль предложенных образцов.
3. Дать заключение о качестве, о характере выявленных дефектов.

**При выполнении работ по контролю деталей выполняются следующие переходы**

- подготовка контролируемой поверхности;

- нанесение индикаторной жидкости;
- нанесение проявителя;
- осмотр деталей и выявление дефектов;
- удаление проявителя.

Подготовка контролируемой поверхности. Детали тщательно очистить от ржавчины, окалины, других загрязнений. Обезжирить щёткой (кистью) в бензине, а затем в ацетоне.

Следы бензина или ацетона удалять с поверхности деталей и полостей возможных дефектов путём нагрева деталей. Рекомендуется нагревать детали до температуры не менее 80–100°C и выдерживать в пределах 1 часа.

После обезжиривания разрешается брать детали либо в чистых хлопчатобумажных перчатках, либо щипцами.

Нанесение индикаторной жидкости. На детали, охлажденные до 20–25°C, нанести кистью индикаторную жидкость ЛЖ-6А на время не менее 2 минут. Наносить жидкость следует толстым слоем, чтобы не допустить её высыхания. В противном случае затрудняется её удаление.

Удаление индикаторной жидкости. Промыть детали в проточной воде в течение 6 мин. Рекомендуемая температура воды 30±10°C. Затем нанести кистью очищающую жидкость ОЖ-1 или ОЖ- 2 и промыть детали водой. Время от начала нанесения очищающей жидкости до промывки не должно превышать 1 мин., увеличение времени ведёт к снижению чувствительности.

Промывка водой не должна продолжаться более 5 мин.

Нанесение проявителя. Проявитель ПР-1 нанести тонким слоем с помощью краскораспылителя. Наносить кистью не допускается.

Осмотр деталей и удаление проявителя. Через 15–20 мин. после нанесения проявителя детали осмотреть в ультрафиолетовом свете. Дефекты выявляются в виде светящихся желто– зеленых линий и точек.

Установить характер дефектов, составить эскиз их расположения, после чего удалить проявитель промывкой в ацетоне кистью.

### **Содержание отчета**

1. Название работы.
2. Цель работы и рабочее задание.
3. Последовательность и краткая характеристика операций.
4. Эскизы образцов с расположением дефектов.
5. Анализ выявленных дефектов, предложения по их устранению.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие виды люминесценции вы знаете?
2. Объясните сущность люминесцентного контроля (ЛК).
3. Назовите типовые технологические операции ЛК.
4. Какие способы подготовки детали к контролю вы знаете?
5. Опишите технологию люминесцентного контроля.
6. Назовите основные компоненты пенетрантов.
7. В чем состоят особенности люминесцентного контроля?
8. Укажите природу УФС.
9. Что понимают под чувствительностью метода?
10. От чего зависит чувствительность ЛК?
11. Каковы средние размеры выявляемых дефектов при ЛК?
12. За счет чего можно повысить чувствительность метода ЛК?
13. Опишите принцип работы ртутно – кварцевой лампы.
14. Объясните назначение электросхемы включения лампы.
15. Какие светофильтры и где используют при ЛК?
16. Перечислите достоинства и недостатки методов ЛК.
17. Назовите основные меры безопасности при ЛК.

## **Практическая работа № 2**

### **МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ НЕПРОНИЦАЕМОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

#### **Инструкция по технике безопасности**

1. Инструкция распространяется на всех лиц, постоянно работающих в лаборатории.

2. К работе допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

3. Приступая к выполнению лабораторных работ, необходимо убедиться в целостности заземления. Работать на незаземленном оборудовании и приборах категорически запрещается.

4. Открывать распределительные шкафы для смены предо- хранителей, подключения и отключения оборудования имеет право только дежурный электрик университета.

5. Разрешение на начало проведения лабораторной работы при испытании любым методом контроля дает преподаватель, ведущий занятия. Все испытания проводятся только в присутствии преподавателя.

### **Задания на выполнение работы**

#### **Рабочее задание № 1**

Произвести испытание на плотность сварных швов сосуда и нахлесточного соединения пневматическим методом.

#### **Цель работы**

Овладеть методом контроля непроницаемости избыточным давлением воздуха.

#### **Ход работы:**

– Проверить исправность насоса и манометра на бачке, для чего: закрыть выходной вентиль бачка; работая насосом, поднять давление в бачке до 2 атм., проверить в течение 3– 5 минут постоянство давления.

– Установить испытуемый сосуд в положение, удобное для осмотра швов, присоединить к нему шланг от насосного бачка, приготовить мыльную воду, открыть краник вентиля, т.е. перепустить сжатый воздух из бачка в сосуд и установить в нем давление 0,5– 1,0 атм. (не выше). После впуска в сосуд сжатого воздуха немедленно промазать мыльной водой швы и начать систематический осмотр всех швов, наблюдая образование мыльных пузырей – мест дефектов. Дефектные места отмечать мелом и нумеровать. Записать характер обнаруженных дефектов (единичные поры, семейство пор, трещины

и т.д.). Все время испытания, при надобности работая ручным насосом, поддерживать давление в сосуде не менее 0,5 атм.

– Испытание сварного нахлесточного соединения производится аналогично описанному испытанию сосуда.

– В отчете по работе на эскизах испытываемых сосуда и нахлесточного соединения показать местонахождение дефектов и описать их характер.

– Сделать выводы по работе.

## **Рабочее задание № 2**

Произвести испытание на непроницаемость стыкового сварного соединения.

### **Цель работы**

Овладеть вакуумным методом контроля качества сварных соединений.

### **Ход работы:**

#### **№ 1**

– Проверить работу насоса и исправность вакуумметра. Для этого закрыть трехходовым краном

вход воздуха в вакуум-ресивер, включить насос и следить за вакуумметром. При нормальной работе насоса и исправном вакуумметре через 5–8 минут в ресивере вакуум должен достигнуть 0,95 кг/см<sup>2</sup>.

– Осмотреть испытываемый сварной образец, подготовить его к контролю, очистить от брызг и шлака. Приготовить мыльный раствор, смочить мыльным раствором шов и околошовную зону.

– Установить на контролируемый шов вакуум – камеру, слегка прижать ее до плотности и соединить трехходовым краном камеру с ресивером.

– Отметить дефектные места мелом, наблюдая через оргстекло образование мыльных пузырей.

– Соединить трехходовым краном камеру с атмосферой, снять ее и произвести аналогичным образом контроль на следующих участках шва, описать дефекты.

#### **№ 2**



- Приготовить меловой раствор, покрыть раствором мела лицевую сторону сварного соединения и просушить его.
- Смочить керосином обратную сторону шва.
- Установить вакуум – камеру на шов, слегка прижать ее до плотного прилегания резины к металлу, создать в ней вакуум.
- По появлению на меловом слое жирных пятен обнаруживаем дефекты.
- Соединить трехходовым краном камеру с атмосферой. Снять вакуум – камеру, осмотреть образец, описать дефекты.
- Сделать выводы по работе.

### **Рабочее задание № 3**

Произвести испытание на плотность сварных швов различных соединений керосином.

#### **Цель работы**

Овладеть техникой контроля керосиновой пробой. Провести исследовательскую часть работы по выявлению способов ускорения метода контроля керосиновой пробой.

#### **Ход работы:**

- Подготовить к сварке и сварить встык пять образцов, и очистить от шлака и брызг.
- Со стороны усиления нанести вдоль шва полоской меловой раствор. Ширина полоски 40 мм от оси шва располагается симметрично относительно продольной оси сварного шва.
- После высыхания мелового раствора (в сушильном шкафу) с противоположной стороны сварного образца смочить место стыка керосином.
- Наблюдать за появлением темных пятен (дефектных мест) на поверхности сварного образца, покрытой меловым раствором. В отчете по работе на эскизах сварного образца отметить и охарактеризовать дефектные места.

### **Выполнить исследовательскую часть работы:**

1. Взять образец КП–1, смочить керосином однократно. Заметить время появления керосина на обратной стороне шва.
2. Взять образец КП–2, смочить керосином многократно (4–6 раз за 1 мин.). Заметить время выявления пор и их количество.
3. Взять образец КП–3, смочить керосином многократно (15– 20 раз за 1 мин.). Заметить время выявления пор и их количество. Сравнить между собой образцы 1, 2, 3 через 5, 10, 20 минут. Зарисовать расположение пор.
4. Взять образец КП–4. смочить керосином один раз. Обнаружить дефекты, зарисовать их.
5. Взять образец КП–5, смочить керосином один раз. Положить в печь, нагреть образец до температуры 60– 70°С. Осмотреть образец через 30 сек., 1, 2, 5, 10, 20 мин. после нагрева. Зафиксировать дефекты, их количество и изменения за указанное время. Построить зависимость количества появившихся дефектов от времени по данным опытов 1, 2, 3, 5. Сделать выводы по работе.

### **Рабочее задание № 4**

Произвести испытание на плотность сварных швов нахлесточного соединения химическим методом.

#### **Цель работы**

Освоить химический метод контроля непроницаемости.

#### **Ход работы:**

- Заготовить полоски бумаги шириной 30–40 мм каждая, длина полоски равна длине соответствующего шва плюс 15–20 мм.
- Через вспомогательную трубу образца нахлесточного соединения ввести пипеткой в зазор между сваренными пластинками несколько капель.
- Создать давление 0,5–1 атм. в зазоре нахлесточного соединения, как это выполнялось при пневматическом испытании.
- Пропитать 1–процентным раствором фенолфталеина (в спирте) полоски бумаги и наложить влажные полоски бумаги на испытываемые швы.

– Наблюдать появление на полосках пятен, которые появятся в местах неплотности швов, отметить мелом эти места. В отчёте по работе на эскизе нахлесточного соединения отметить дефектные места а дать характеристику. Сопоставить полученные результаты с результатами пневматического испытания этого же соединения.

– Дать выводы по работе.

### **Содержание отчёта**

В отчете должны быть отражены следующие моменты для всех четырех видов рабочего задания:

- Цель работы.
- Общие положения (кратко).
- Схема расположения оборудования и контролируемого образца, схема установки.
- Ход работы или эксперимента.
- Эскизы образцов с указанием дефектных мест и описанием дефектов.
- Выводы.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Чем определяется чувствительность метода?
2. Какими способами можно ускорить данный метод контроля?
3. Назовите минимальный размер дефекта, который можно обнаружить для каждого из предложенных видов контроля.
4. Какие из методов контроля на непроницаемость позволяют контролировать не только плотность, но и прочность сварной конструкции?
5. Какими средствами можно ускорить процесс проникновения керосина через дефекты шва?
6. Какие ограничения при выборе метода контроля может наложить вид конструкции?
7. С какой целью проводят простукивание сварного соединения при испытании гидростатическим давлением?

8. Почему нельзя простукивать сварные соединения при пневмостатических испытаниях сосуда сжатым воздухом?

9. В чем состоит физическая сущность химического метода контроля?

10. В чем состоит физическая сущность вакуумного метода контроля?

11. В чем состоит физическая сущность метода контроля керосиновой пробой?

### **Практическая работа № 3**

## **АКУСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

### **Цель работы**

Изучить принципы и овладеть элементарными навыками ультразвуковой дефектоскопии.

**Порядок включения и настройки дефектоскопа ДУК-66 для работы эхо - методом:**

1. Заземлить прибор.
2. Соединительным кабелем подключить выбранную искательную головку к дефектоскопу.
3. К разъему, расположенному с правой стороны дефектоскопа или в переходник подключить индуктивность № 3.
4. Переключатель "I - II" - "I + II" установить в положение "I + II".
5. Остальные ручки перед включением устанавливают:
  - «Форма сигнала» (слева под дверцей) - в положение 3;
  - «Отсечка шумов» (слева под дверцей) – в левое положение;
  - «Синхронизация» (справа под дверцей) - в положение «Внутр.»;
  - «Частота следования» в среднее положение;
  - «Глубина» - в крайнее левое положение;
  - «Длительность» - в положение "Выкл.";
  - «Амплитуда» и «Длительность» импульса генератора - в положение 3;
  - «Ослабление» - в положение 0.

6. Поворотом вправо ручки «сеть» включает дефектоскоп.

7. После прогрева (1-2 мин.) ручками «Яркость», «Фокус», «Астигматизм» установить необходимую яркость и четкость линий развертки, совместив ее ручками смещения по вертикали и горизонтали, с нулем горизонтальной шкалы электронно-лучевой трубки.

8. Установить искательную головку на контролируемое изделие, поверхность которого Должна быть покрыта контактирующей жидкостью. Ручками «Ослабление», «Отсечка шумов», «Амплитуда», «длительность» импульса отраженного от противоположной поверхности по экрану ЭЛТ, равную 20 - 40мм.

9. Ручкой «Расстояние» совместить метку (вершину метки) глубиномера с передним фронтом отраженного импульса.

10. По шкале «Расстояние» определить толщину контролируемого изделия.

11. Перемещая искательную головку по поверхности изделия, произвести поиск дефекта.

12. Определить глубину залегания дефекта п.п. 9; 10.

13. Определять координаты залегания дефекта

### **Порядок выполнения работы**

1. Изучить методическое руководство.
2. Получить рабочее задание.
3. Выбрать тип искательной головки и рабочую частоту.
4. Включить дефектоскоп и произвести контроль изделия.
5. Внести результаты контроля в отчет к лабораторной работе.
6. Оформить отчет.

### **Содержание отчета**

1. Цель работы.
2. Краткая характеристика акустических методов контроля.
3. Схемы прозвучивания тeneвым, зеркально - тeneвым и эхо - импульсным методами.

4. Схема контроля сварного соединения.
5. Рабочее задание.
6. Эскиз контролируемого изделия.
7. Результаты контроля.

## **Практическая работа № 4**

### **ВИЗУАЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

#### **Инструкция**

1. К выполнению лабораторных работ допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности. Студенты проходят инструктаж непосредственно перед проведением лабораторной работы. Прослушавшие инструктаж расписываются в контрольном листе.

2. Прежде чем включить в электросеть осветительные приборы, необходимо убедиться в целостности проводки. Работать с неисправными приборами категорически запрещается.

3. Открывать распределительные шкафы для смены предохранителей имеет право только дежурный электрик.

4. Разрешение на начало проведения исследования даёт преподаватель, ведущий занятия. Все работы проводятся в присутствии преподавателя.

#### **Цель работы**

Изучить требования к приборам и инструментам для визуального и измерительного контроля (ВИК), назначение и правила использования специализированными измерительными инструментами, условия выполнения и порядок выполнения ВИК, порядок выполнения ВИК при

#### **Рабочее задание**

- изучить устройства и правила работы с приспособлениями и приборами, содержащимися в комплекте

ВИК 1-А

- ознакомиться с общими принципами измерения с помощью УШС-3, устройством подсветки и правилом пользования лупой;

- освоить технику замеров с помощью штангенциркуля и штангенрейсмуса.

### **Содержание отчета**

- цель работы;

- рабочее задание (образец с внешними дефектами);

- схема расположения дефектов, их обозначение (пора, шлак, подрез и т. п.);

- шифровка дефектов;

- выводы по проделанной работе.

### **Вопросы для самопроверки**

- С какой целью проводится визуальный и измерительный контроль?

- Какие нормативные документы регламентируют процедуры проведения визуального и измерительного контроля?

- Какие инструменты применяют при проведении визуального и измерительного контроля?

- Что входит в комплект инструментов для визуального и измерительного контроля?

- Какие размеры подготовленных под сварку кромок проверяют?

- Изложите порядок проведения визуального и измерительного контролей?

- Какие параметры сварного соединения контролируют?

- Какие особенности проведения визуального и измерительного контроля при проведении диагностики сварной конструкции в период её эксплуатации?

- Какие предъявляются требования к квалификации операторов визуального и измерительного контроля?