

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Физические методы контроля»

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ВИЗУАЛЬНОГО И ОПТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности 1-54 01 02
«Методы и приборы контроля качества и диагностики
состояния объектов» дневной формы обучения*



Могилев 2023

УДК 62.179
ББК 30.607
П75

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Физические методы контроля» «26» января 2023 г.,
протокол № 5

Составители: канд. техн. наук, доц. В. Ф. Поздняков;
ассистент Е. В. Позднякова

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. В. Болотов

В методических рекомендациях кратко изложены теоретические материалы и программы для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Приборы и методы визуального и оптического контроля».

Учебное издание

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ВИЗУАЛЬНОГО И ОПТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Ответственный за выпуск	С. С. Сергеев
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 26 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2023

Содержание

1 Лабораторная работа № 1. Методы и приборы измерения освещенности.....	4
2 Лабораторная работа № 2. Проведение измерений непрямолинейности.....	9
3 Лабораторная работа № 3. Исследование волоконно-оптического интроскопа и проведение контроля.....	11
4 Лабораторная работа № 4. Изучение и исследование видеоконтрольного устройства.....	13
5 Лабораторная работа № 5. Проведение визуально-оптического контроля с помощью оптических приборов.....	22
6 Лабораторная работа № 6. Порядок проведения контроля деталей, подготовленных под сварку, и сборки деталей, подготовленных к сварке.....	30
7 Лабораторная работа № 7. Порядок проведения контроля сварных соединений.....	34
8 Лабораторная работа № 8. Разработка технологической карты по визуально-оптическому контролю.....	38

1 Лабораторная работа № 1. Методы и приборы измерения освещенности

Цель работы: изучение методов и приборов измерения уровня освещенности и приобретение навыков работы с приборами – люксметрами.

1.1 Программа работы

- 1 Изучить конструкцию люксметров Ю-16 и Ю116, ТКА-ЛЮКС.
- 2 Ознакомиться с описанием на приборы.
- 3 Изучить методику проведения измерений уровней освещенности разных объектов (по указанию преподавателя).
- 4 Ознакомиться с требованиями уровней освещенности рабочих мест при проведении визуального контроля по ГОСТ 23479–79.
- 5 Оценить уровни освещенности на рабочих местах в соответствии с ГОСТ 23479–79.
- 6 Дать оценку соответствия уровня освещенности.
- 7 Сравнить показания уровней освещенности разными люксметрами и оценить погрешность измерения.
- 8 Оформить отчет по работе.

1.2 Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Описание работы люксметра и схемы измерения.
- 3 Результаты измерения освещенности на рабочих местах.
- 4 Оценить погрешность измерения в соответствии с методикой, приведенной в разделе 1.4.
- 5 Требования ГОСТ 23479–79 уровней освещенности на рабочих местах при проведении визуального контроля.
- 6 Выводы по результатам измерения и соответствия требованиям ГОСТ 23479–79.

1.3 Правила проведения измерений и отсчета показаний по шкале люксметра Ю116

Для подготовки к измерению установите измеритель люксметра в горизонтальное положение. Проверьте, находится ли стрелка прибора на нулевом делении шкалы, для чего фотоэлемент отсоедините от измерителя люксметра. В случае необходимости с помощью корректора установите стрелку прибора на нулевое деление шкалы.

Принцип отсчета значения измеряемой освещенности состоит в следующем: против нажатой кнопки определяют выбранное с помощью насадок (или без насадок) наибольшее значение диапазонов измерений. При нажатой правой

кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений, кратные 10, следует пользоваться для отсчета показаний шкалой 0–100. При нажатой левой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений, кратные 30, следует пользоваться шкалой 0–30. Показания прибора в делениях по соответствующей шкале умножают на коэффициент пересчета шкалы, указанной таблице 1.1, в зависимости от применяемых насадок.

Таблица 1.1 – Диапазон измерений и общий номинальный коэффициент ослабления применяемых двух насадок (коэффициент пересчета шкалы)

Диапазон измерений, лк	Условное обозначение одновременно применяемых двух насадок на фотоэлементе	Общий номинальный коэффициент ослабления применяемых двух насадок – коэффициент пересчета шкалы
5...30 17...100	Без насадок, с открытым фотоэлементом	1
60...300 170...1000	К, М	10
500...3000 1700...10000	К, Р	100
5000...30000 17000...100000	К, Т	1000

Например, на фотоэлементе установлены насадки К, Р, нажата левая кнопка, стрелка показывает 10 делений по шкале 0–30. Измеряемая освещенность равна $10 \cdot 100 = 1000$ лк.

Для получения правильных показаний люксметра оберегайте селеновый фотоэлемент от излишней освещенности, не соответствующей выбранным насадкам. Поэтому, если величина измеряемой освещенности неизвестна, начинайте измерения с установки на фотоэлемент насадок К, Т.

С целью ускорения поиска диапазона измерений, который соответствует показаниям прибора в пределах 17...100 делений по шкале 0–100 и 5...30 делений по шкале 0–30, поступайте следующим образом: последовательно установите насадки К, Т; К, Р; К, М и при каждой насадке сначала нажимайте правую кнопку, а затем левую.

Если при насадках К, М и нажатой левой кнопке стрелка не доходит до пяти делений по шкале 0–30, измерения производите без насадок, т. е. с открытым фотоэлементом.

Как правило, при определении освещенности фотоэлемент установите горизонтально на рабочих местах, а отсчет по измерителю, также расположенному горизонтально, производите на некотором расстоянии от фотоэлемента, чтобы тень от проводящего измерения не попадала на фотоэлемент.

При окончании измерения:

- отсоедините фотоэлемент от измерителя люксметра;
- наденьте на фотоэлемент насадку Т;
- уложите фотоэлемент в крышку футляра.

1.4 Оценка погрешности прямых измерений

Прямые измерения – измерения, производимые непосредственно по показаниям измерительных приборов. Точность измерения физических величин определяется в первую очередь точностью прибора, выбранного для измерений.

Прежде чем приступить к измерениям, необходимо предварительно определить пределы точности данных приборов и инструментов (инструментальные погрешности).

Последовательность расчета.

Равноточные измерения любой физической величины делаются не менее трех раз и заносятся в таблицу с учетом инструментальной погрешности.

Величину инструментальной погрешности записывают как Δ_u .

В зависимости от поведения значений результатов измерения возникают две различные схемы.

Случайная погрешность много меньше инструментальной.

Если оказывается, что все время получается один и тот же результат (нет разброса), то в качестве погрешности берется стандартная погрешность прибора, рассчитанная по его классу точности (или погрешность градуировки прибора) Δ_u (*инструментальная погрешность*) и результат записывается в виде

$$x = \langle x \rangle \pm \Delta_u. \quad (1.1)$$

При этом доверительная вероятность (надежность) $p(\sigma) = 0,68$ и, как правило, не указывается.

Совокупная погрешность.

Если разброс значений физической величины x превышает погрешность градуировки, то количество измерений n увеличивают до тех пор, пока они не окажутся величинами одного порядка.

Совокупную погрешность (случайную плюс систематическую) вычисляют в следующей последовательности.

1 Находят среднее значение:

$$\langle x \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (1.2)$$

2 Оценивают среднеквадратичное отклонение – СКО:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \langle x \rangle)^2}. \quad (1.3)$$

3 По заданному значению доверительной вероятности p и числу измерений n находят случайную абсолютную погрешность:

$$\Delta x_{cl} = t_{n,p} \cdot S. \quad (1.4)$$

4 Полученное значение Δx_{cl} сравнивается с инструментальной погрешностью Δx_u . Если они различаются на порядок и более, то берется наибольшее из них. Если они сравнимы по величине, то полную погрешность Δx вычисляют как корень квадратный из суммы квадратов этих погрешностей:

$$\Delta x = \sqrt{(\Delta x_u)^2 + (\Delta x_{cl})^2}. \quad (1.5)$$

5 Находят относительную погрешность:

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta x}{\langle x \rangle}. \quad (1.6)$$

6 Результат записывают в следующем виде:

$$x = \langle x \rangle \pm \Delta_n; \quad \varepsilon_x = \dots, p = \dots. \quad (1.7)$$

Пример расчета погрешности прямого измерения.

Измерялся микрометром диаметр d стержня (систематическая погрешность измерения $\Delta_{cu} = 0,005$ мм).

Результаты измерений заносим во вторую графу таблицы 1.2 и находим $\langle d \rangle$:

$$\langle d \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i = \frac{24,06}{6} = 4,01 \text{ мм.}$$

В третью графу этой таблицы записываем разности $(d - \langle d \rangle)$, а в четвертую $(d - \langle d \rangle)^2$ – их квадраты (см. таблицу 1.2) и вычисляем СКО:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \sum_{i=1}^n (d_i - \langle d \rangle)^2} = \sqrt{\frac{0,0046}{5 \cdot 6}} = 0,01238 \text{ мм.}$$

Таблица 1.2 – Таблица измерений и вычислений

n	d , мм	$(d - \langle d \rangle)$	$(d - \langle d \rangle)^2$
1	4,02	+ 0,01	0,0001
2	3,98	- 0,03	0,0009
3	3,97	- 0,04	0,0016
4	4,01	+ 0,00	0,0000
	4,05	+ 0,04	0,0016
6	4,03	+ 0,02	0,0004
Σ	24,06	-	0,0046

Задавшись вероятностью $p = 0,95$, по таблице 1.3 коэффициентов Стьюдента для шести измерений найдем $t_{n,p} = 2,57$.

Таблица 1.3 – Коэффициенты Стьюдента $t_{p,n}$

Число измерений n	Доверительная вероятность $t_{p,n}$			
	0,90	0,95	0,99	0,999
2	6,314	12,706	63,657	636,619
3	2,920	4,303	9,925	31,598
4	2,353	3,182	5,841	12,941
5	2,132	2,776	4,604	8,610
6	2,015	2,571	4,032	6,859
7	1,943	2,447	3,707	5,959
8	1,895	2,365	3,499	5,405
9	1,860	2,306	3,355	5,041
10	1,833	2,262	3,250	4,781

Случайная погрешность найдется по формуле [4]

$$\Delta d_{cl} = t_{n,p} \cdot S = 0,01238 \cdot 2,57 = 0,04 \text{ мм.}$$

Сравним случайную и систематическую погрешности:

$$\frac{\Delta d_{cl}}{\Delta_{cu}} = \frac{0,04}{0,005} = 8,$$

следовательно, $\Delta_{cu} = 0.005$ мм можно отбросить.

Найдем относительную погрешность:

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta d_{cl}}{\langle d \rangle} \cdot 100 \% = \frac{0,04}{4,01} \cdot 100 \approx 1 \%$$

Окончательный результат запишем в виде

$$d = (4,01 \pm 0,04) \text{ мм при } p = 0,95, \varepsilon = 1 \%$$

Контрольные вопросы

- 1 От чего зависят нормы освещенности поверхности объекта?
- 2 Единицы измерения освещенности, силы света, светового потока, яркости.
- 3 Чему равна освещенность при контроле дефектов минимальным размером до 0,15 мм, малом контрасте, светлом фоне, при общем, освещении лампы накаливания?

- 4 В каком свете проводится контроль поверхностных дефектов непрозрачных материалов и измерение линейных размеров?
- 5 Какие имеются схемы испытаний методами оптического вида?
- 6 Как определяется контраст изображения?
- 7 Какой контраст считается высоким?
- 8 Какой контраст считается малым?
- 9 Какой диапазон длин волн входит в оптическое излучение?
- 10 Какой диапазон длин волн относится к видимому спектру?

2 Лабораторная работа № 2. Проведение измерений непрямолинейности

Цель работы: изучение методов и приборов измерения непрямолинейности и приобретение навыков работы с оптическими приборами.

2.1 Приборы и инструменты

- 1 Лазерная струна с механизмом юстировки.
- 2 Оптический нивелир Н-3.
- 3 Ротационный лазерный нивелир ЕСО4.
- 4 Линейка металлическая 300 мм.
- 5 Линейка нивелирная 2,0.

2.2 Программа работы

- 1 Изучить конструкцию лазерной струны с механизмом юстировки, оптического нивелира Н-3, ротационного лазерного нивелира ЕСО4.
- 2 Ознакомиться с описанием и инструкцией по эксплуатации на приборы.
- 3 Изучить методику проведения измерений непрямолинейности посредством нивелира Н-3.
- 4 Ознакомиться с методикой измерений непрямолинейности при помощи лазерной струны.
- 5 Ознакомиться с методикой измерений непрямолинейности при помощи ротационного лазерного нивелира ЕСО4.
- 6 Провести измерения непрямолинейности объекта с помощью нивелиров оптического и лазерного.
- 7 Провести измерения непрямолинейности объекта с помощью лазерной струны.
- 8 Занести результаты измерений в таблицу 2.1.
- 9 По результатам контроля представить графическое изображение непрямолинейности $h = f(L)$.
- 10 Сделать выводы по результатам измерений, графически изобразить непрямолинейность образующей объекта контроля.

11 Оформить отчет по работе.

Таблица 2.1 – Результаты отсчета

Результат отсчета, h , мм										

2.3 Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Основные характеристики оптических приборов.
- 3 Вычертить схему измерения.
- 4 Результаты измерения непрямолинейности посредством приборов занести в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты измерения непрямолинейности

Номер точки измерений	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Расстояние L , мм										

Контрольные вопросы

- 1 Что такое непрямолинейность?
- 2 В каких объектах необходимо измерять непрямолинейность?
- 3 Какой величиной нормируется непрямолинейность?
- 4 Каким образом устанавливается оптическая струна на объект контроля?
- 5 Как устанавливается оптический нивелир и как производится регулировка перед проведением измерений?
- 6 Как производится отсчет показаний на лазерном нивелире?
- 7 Что такое строительный подъем в металлоконструкции крана?
- 8 Что такое прогиб образующей горизонтального сосуда?

3 Лабораторная работа № 3. Исследование волоконно-оптического интроскопа и проведение контроля

Цель работы: изучение методов и приборов контроля трудно доступных участков изделий и приобретение навыков работы с гибкими и жесткими эндоскопами.

3.1 Общие теоретические сведения

Визуально-оптическим называют неразрушающий контроль качества с применением оптических средств, позволяющих существенно расширить пределы естественных возможностей органов зрения человека. Он является техническим продолжением визуального контроля, дает возможность обнаруживать более мелкие дефекты и производить измерения с высокой разрешающей способностью. Нормальный невооруженный взгляд человека может изменять свои характеристики в процессе наблюдения (аккомодирует) так, что может четко видеть резкое изображение с расстояния наилучшего зрения (250 мм) и далее до 600 мм с угловой разрешающей способностью около 1'. Поле зрения составляет $125^\circ \times 150^\circ$. Если объект контроля нельзя приблизить или удалить из-за его недоступности, токсичности или радиоактивности, необходимо применить вспомогательные средства. Эти средства необходимы также, если угол обзора слишком мал.

Эндоскоп – оптический прибор, имеющий осветительную систему, предназначенный для осмотра внутренней поверхности объектов контроля путем переноса изображения из недоступной зоны к оператору. Особенностью эндоскопов является отсутствие электрического сигнала, несущего информацию о контролируемом объекте.

Жесткие эндоскопы предназначены для контроля узлов, к которым возможен прямолинейный доступ, и используются для осмотра газоздушного тракта авиадвигателей, полостей машин и механизмов, пустот в стенах зданий, каналов и труб малого диаметра, полостей отливок и др. Жесткий эндоскоп состоит из визуальной и осветительной систем. Визуальная система состоит из системы линз, помещенных во внутреннюю металлическую трубку. Осветительная система состоит из оптического волокна, которое расположено между двумя металлическими трубками: внутренней и внешней. Основное преимущество жестких эндоскопов – высокая разрешающая способность – до 25 линий на миллиметр.

Не всегда возможен прямой доступ к объекту или сам объект имеет сложную геометрию, например, газотурбинные, электрические двигатели, турбогенераторы, котлы, теплообменники, трубы водоснабжения, канализации, промышленные коммуникации. В этом случае для визуального контроля применяют гибкие эндоскопы. В гибких эндоскопах визуальная система и система передачи света состоит из волоконной оптики, смонтированной внутри гибкой с управляемым дистальным концом. Канал для передачи изображения представляет собой

линзовый объектив, который строит изображение исследуемого объекта на торце кабеля для передачи изображения. Далее изображение передается по кабелю, состоящему из большого числа волокон диаметром 13...15 мкм.

Расположение торцов волокон на входе кабеля точно должно соответствовать их расположению на выходе, т. е. должна быть регулярная укладка. Изображение, полученное на торце кабеля, рассматривается через окуляр, имеющий диоптрийную подвижку для подстройки под глаза. Канал для передачи света представляет собой светорассеивающую линзу, вклеенную в головку прибора и световолоконный жгут с нерегулярно уложенными волокнами толщиной 25 мкм. Конец световолоконного жгута вмонтирован в специальный разъем, подключающийся к осветителю.

Гибкие эндоскопы имеют управляемый дистальный конец, изгибающийся в одной или двух плоскостях.

Основным недостатком гибких эндоскопов, по сравнению с жесткими, является более низкая разрешающая способность.

3.2 Приборы и инструменты

- 1 Волоконно-оптический эндоскоп ЭТГ-0,8-1,5.
- 2 Осветитель с волоконными световодами БО-150ТМ.
- 3 Линейка металлическая Л-300.
- 4 Объекты контроля.

3.3 Программа работы

- 1 Изучить конструкцию жесткого и гибкого эндоскопа.
- 2 Ознакомиться с описанием на приборы.
- 3 Провести внешний осмотр и подготовку эндоскопа и вспомогательных устройств (осветителя) к работе. Проверить работоспособность эндоскопа, осветителя на контрольном образце или на наружной детали с настройкой требуемого фокусного расстояния.
- 4 Изучить методику проведения контроля объектов (по указанию преподавателя).
- 5 Выполнить визуально-оптический контроль эндоскопом представленных преподавателем образцов.
- 6 Визуально-оптический контроль эндоскопами деталей включает следующие основные операции:
 - ввод рабочей части эндоскопа по рабочему пространственному каналу к контролируемой детали или узлу;
 - фиксация рабочей части в наиболее удобном положении для контроля;
 - осмотр контролируемой поверхности детали (узла) и обнаружение дефектов;
 - регистрация результатов осмотра;
 - вывод рабочей части эндоскопа и завершение контроля.

7 По результатам контроля графически изобразить обследуемый объект. При обнаружении поверхностных дефектов зарисовать их изображение, видимое в окуляре эндоскопа.

8 Оценить качество объекта контроля.

9 Оформить отчет по работе.

3.4 Содержание отчета

1 Цель работы.

2 Привести основные технические характеристики эндоскопа.

3 Оптическая схема эндоскопа.

4 Эскиз внешнего вида обследуемого объекта, изобразить обнаруженные на его внутренней поверхности дефекты и их место расположения.

5 Выводы по результатам контроля.

Контрольные вопросы

1 Из каких основных узлов состоит эндоскоп?

2 На каком принципе работает волоконно-оптический световод?

3 Какой принцип передачи изображения волоконно-оптическим жгутом?

4 От чего зависит увеличение эндоскопа?

5 Какие основные характеристики эндоскопа?

6 Какие основные оптические характеристики эндоскопа?

7 Как определяется разрешающая способность оптического прибора?

8 Каким образом передается изображение через градиентный световод?

9 Почему линзовый эндоскоп должен быть жестким?

10 Каким образом производится подсветка контролируемой поверхности при использовании эндоскопа?

4 Лабораторная работа № 4. Изучение и исследование видеоконтрольного устройства

Цель работы: изучение методов и приборов контроля трудно доступных участков изделий и приобретение навыков работы с телевизионными эндоскопами и системами.

4.1 Приборы и инструменты

1 Телевизионное досмотровое устройство ТДК-2.

2 Объекты контроля.

3 Компьютер и специальное программное обеспечение для обработки изображений.

4 Рулетка металлическая 5 м.

5 Линейка Л-300.

4.2 Общие теоретические сведения

Визуально-оптическим называют неразрушающий контроль качества с применением оптических средств, позволяющих существенно расширить пределы естественных возможностей органов зрения человека. Он является техническим продолжением визуального контроля, дает возможность обнаруживать более мелкие дефекты и производить измерения с высокой разрешающей способностью. Нормальный невооруженный взгляд человека может изменять свои характеристики в процессе наблюдения (аккомодирует) так, что может четко видеть резкое изображение с расстояния наилучшего зрения (250 мм) и далее до 600 мм с угловой разрешающей способностью около 1'. Поле зрения составляет $125^\circ \times 150^\circ$. Если объект контроля нельзя приблизить или удалить из-за его недоступности, токсичности или радиоактивности, необходимо применить вспомогательные средства. Эти средства необходимы также, если угол обзора слишком мал.

Эндоскоп - оптический прибор, имеющий осветительную систему, предназначенный для осмотра внутренней поверхности объектов контроля путем переноса изображения из недоступной зоны к оператору. Особенностью эндоскопа является отсутствие электрического сигнала, несущего информацию о контролируемом объекте.

Видеоэндоскоп – устройство, преобразующее изображение объекта в электрический телевизионный сигнал с последующей передачей данного сигнала по каналам связи на расстояние и отображением полученной информации на экране монитора.

Достоинствами видеоэндоскопических систем являются: большая, по сравнению с волоконно-оптическими эндоскопами, разрешающая способность; нет необходимости в мощных источниках подсветки объекта контроля ввиду большой чувствительности используемых камер; практически не ограниченная возможность передачи данных на расстояние; возможность записи изображения объекта с последующей его обработкой с регистрацией на бумажном носителе и выдачей протоколов контроля.

4.3 Программа работы

1 Изучить конструкцию видеоустройства ТДК-2 (телевизионное досмотровое устройство) для визуально-оптического контроля.

2 Ознакомиться с инструкцией по эксплуатации на ТДК-2.

3 Провести внешний осмотр и подготовку ТДК-2 и вспомогательных устройств к работе.

4 Изучить методику проведения контроля объектов (по указанию преподавателя).

5 Выполнить визуально-оптический контроль устройством ТДК-2 пред-

ставленных преподавателем образцов.

6 Визуально-оптический контроль эндоскопами деталей включает следующие основные операции:

- ввод рабочей части эндоскопа по рабочему пространственному каналу к контролируемой детали или узлу;
- фиксация рабочей части в наиболее удобном положении для контроля;
- осмотр контролируемой поверхности детали (узла) и обнаружение дефектов;
- регистрация результатов осмотра (посредством записи в видео, фото или видеоформата на карту памяти);
- вывод рабочей части эндоскопа и завершение контроля.

7 Переписать записанную информацию об объекте контроля с внутренней памяти устройства ТДК-2 на компьютер.

8 Составить отчет о проведении контроля с приведением распечатки фотографий обнаруженных дефектов.

9 Оценить качество объекта контроля.

10 Оформить отчет по работе.

4.4 Содержание отчета

1 Цель работы.

2 Привести основные технические характеристики видеоконтрольного устройства ТДК-2 для визуально-оптического контроля.

3 Передать изображение обнаруженных дефектов с карты памяти устройства на компьютер.

4 Провести обработку изображений и распечатать результаты.

5 Эскиз внешнего вида обследуемого объекта, изобразить условно обнаруженные на его внутренней поверхности дефекты и их место расположения.

6 Выводы по результатам контроля.

4.5 Описание видеоконтрольного устройства ТДК-2

Данное описание предназначено для ознакомления с конструкцией, принципом действия, характеристиками, правилами эксплуатации комплекта ТДК-2.

Описание и работа комплекта.

Назначение. Комплект ТДК предназначен для визуального осмотра труднодоступных, в том числе светоизолированных, мест:

- в технических системах для экспертизы состояния различных объектов;
- в таможенном деле при решении задач досмотра и контроля пассажирских и грузовых перевозок;
- при ликвидации последствий чрезвычайных происшествий (осмотр завалов, труднодоступных мест);
- для осмотра объектов коммунального хозяйства (колодцы, лифтовое оборудование, коллекторы и т. п.);

– при проведении досмотра и технического обслуживания транспортных средств;

– для проведения специальных работ службами спасения и безопасности.

Технические характеристики.

1 Масса изделия в полной комплектации не более 5 кг.

2 Габаритные размеры:

– футляр для телескопической штанги 900 × 100 × 70 мм;

– сумка для блока монитора 260 × 190 × 120 мм.

3 Масса снаряженной телескопической штанги с видеокамерой, рукояткой и кабелем управления не более 1,5 кг.

Масса блока монитора не более 0,6 кг.

4 Время работы от одного комплекта заряженных батарей, не менее 180 мин.

5 Длина штанги в сборе (с камерой и гибкой секцией) 1,2...2,85 м.

6 Видеокамера цветная ПЗС матрица, 1/3".

7 Габариты корпуса видеокамеры 27 × 34 мм.

8 Разрешающая способность по горизонтали, не хуже 760 тв. линий (976 × 582 пикс).

9 Чувствительность 0,15 лк.

10 Угловое поле зрения 70 град.

11 Управление углом наклона видеокамеры относительно оси штанги – электронное с рукоятки штанги ±125 град.

12 Рабочее расстояние от 80 мм.

13 Система подсветки светодиодная, белый свет

14 Тип монитора жидкокристаллический, цветной

15 Размер экрана монитора, по диагонали 127 мм.

16 Длина межблочного кабеля до 2 м.

17 Время готовности после включения не более 10 с.

18 Средний срок службы до списания – 8 лет, из них 5 лет эксплуатации и 3 года хранения.

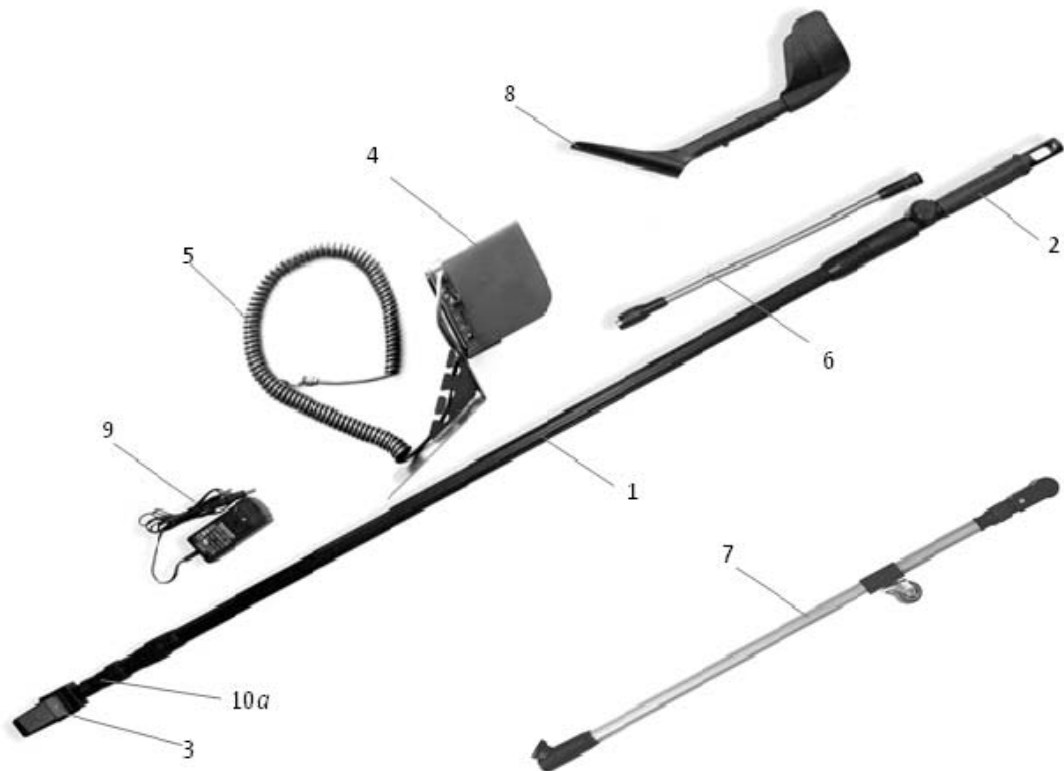
Комплектность. Комплект при поставке должен соответствовать указанному в таблице 4.1.

Устройство и работа. Телевизионный досмотровый комплект ТДК состоит из телескопической штанги с видеокамерой, секции гибкой (опция) и рукоятки с элементами управления, которые размещаются в специальном футляре, а также блока монитора, комплектов аккумуляторных батарей и зарядных устройств, упакованных в сумку с наплечным ремнем.

Основные составные части комплекта показаны на рисунках 4.1–4.3.

Таблица 4.1 – Комплект поставки

Наименование	Обозначение	Количество
Состав комплекта		
Телескопическая штанга	ДК01.06.000	1
Рукоятка телескопической штанги	ДК01.06.001	1
Блок видеоголовки	ДК01.06.002	1
Блок монитора	ДК01.05.000	1
Кабель межблочный	ДК01.07.000	1
Секция гибкая с вкладышами (опция)	ДК01.12.000	1
Аккумуляторная батарея Li-Ion 18650		4
Зарядное устройство монитора		1
Зарядное устройство АКБ 18650		1
Укладки		
Сумка для блока монитора с ремнем	ДК01.10.000	1
Ремень для переноски монитора		1
Футляр для телескопической штанги	ДК01.11.000	1



1 – телескопическая штанга; 2 – рукоятка телескопической штанги; 3 – блок видеоголовки; 4 – блок монитора; 5 – кабель межблочный; 6 – гибкая секция; 7 – подкатная штанга; 8 – локтевой упор; 9 – зарядное устройство; 10а – гайка стыковочная

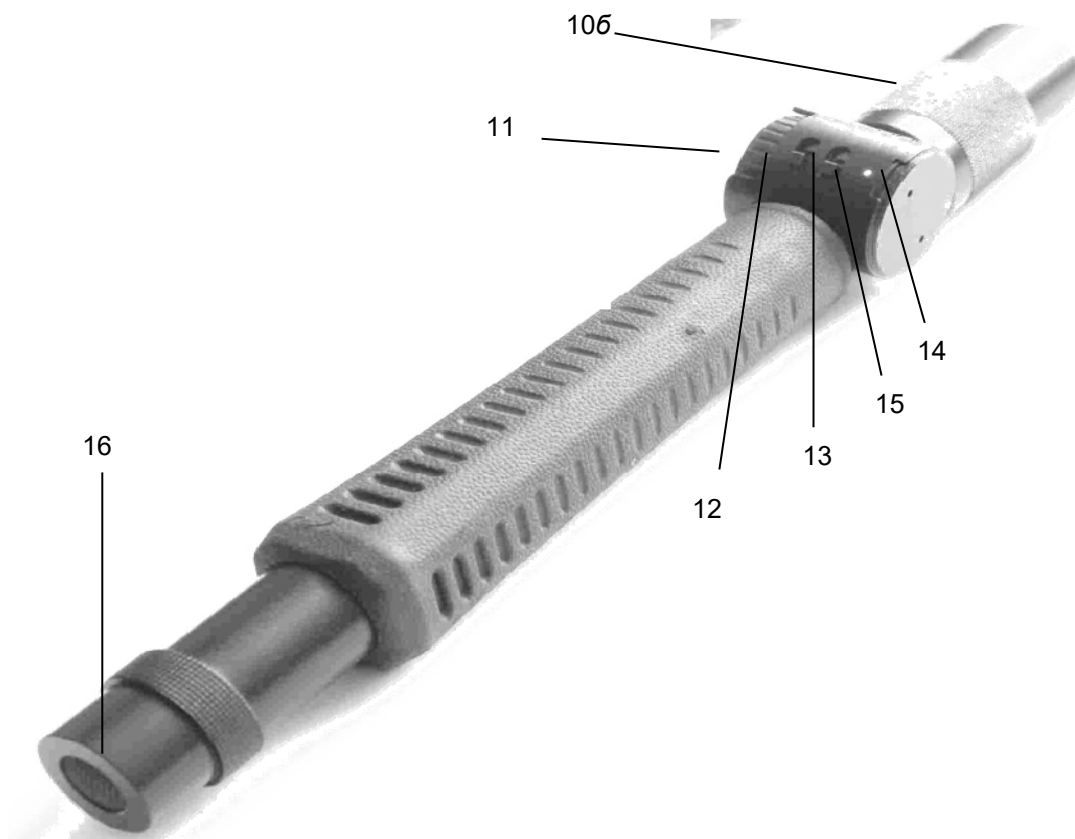
Рисунок 4.1 – Общий вид комплекта

Устройство и работа комплекта ТДК. Основными составными частями комплекта являются штанга телескопическая с видеокамерой и рукояткой управления, блок монитора.

Штанга телескопическая с видеокамерой предназначена для дистанционного наведения на объект, его подсветки в условиях недостаточной освещенности, формирования телевизионного сигнала. Состоит из трех независимых узлов, стыковка между которыми производится посредством гаек *10а* и *10б*.

Блок видеоголовки *3* содержит минивидеокамеру, вокруг объектива которой расположены две группы светодиодов подсветки, электрический привод управления углом наклона видеокамеры и стыковочный узел с электрическим разъемом.

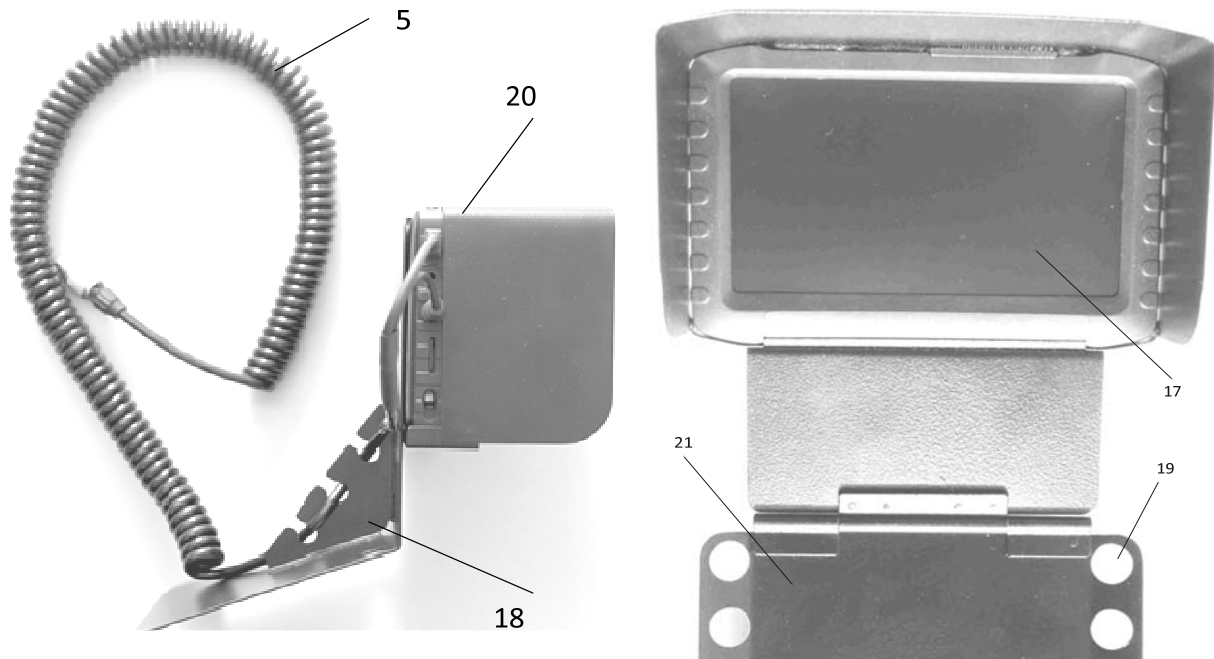
Телескопическая штанга *1* состоит из трех секций, образующих телескопическую систему, длину которой можно изменять от минимальной до максимальной, перемещая отдельные секции вдоль продольной оси. Положение секций фиксируется пластмассовыми гайками на цанговых зажимах. Внутри штанги размещен витой кабель. Для изменения ориентации видеоголовки относительно оси телескопической штанги служит гибкая секция *б* (опция), которая пристыковывается между узлом видеоголовки и телескопической штангой и может быть изогнута произвольным образом.



10б – гайка стыковочная; *11* – маховичок управления углом наклона камеры; *12* – выключатель подсветки «ближний свет»; *13* – выключатель подсветки «дальний свет»; *14* – регулятор резкости; *15* – индикатор питания; *16* – кнопка включения питания

Рисунок 4.2 – Рукоятка телескопической штанги

Рукоятка 2 содержит органы управления наклоном оси видеокамеры: маховичок управления наклоном камеры 11, выключатели подсветки 12 («ближний свет»), 13 («дальний свет»), регулятор резкости объектива 14, индикатор состояния аккумуляторной батареи 15 и кнопку включения питания 16. Внизу расположен закрытый защитным колпачком разъем для подключения межблочного кабеля 5. Внутри рукоятки находится отсек для двух Li-Ion аккумуляторных батарей форм-фактора 18650. Обрезиненная накладка рукоятки обеспечивает удобство работы оператора в процессе манипуляций со штангой.



17 – телевизионный монитор; 18 – кронштейн монитора; 19 – отверстие крепления ремня; 20 – бленда монитора; 21 – опорная площадка кронштейна

Рисунок 4.3 – Блок монитора

Телескопическая штанга 1 состоит из трех секций, образующих телескопическую систему, длину которой можно изменять от минимальной до максимальной, перемещая отдельные секции вдоль продольной оси. Положение секций фиксируется пластмассовыми гайками на цанговых зажимах. Внутри штанги размещен витой кабель. Для изменения ориентации видеоголовки относительно оси телескопической штанги служит гибкая секция б (опция), которая пристыковывается между узлом видеоголовки и телескопической штангой и может быть изогнута произвольным образом.

Рукоятка 2 содержит органы управления наклоном оси видеокамеры: маховичок управления наклоном камеры 11, выключатели подсветки 12 («ближний свет»), 13 («дальний свет»), регулятор резкости объектива 14, индикатор состояния аккумуляторной батареи 15 и кнопку включения питания 16. Внизу расположен закрытый защитным колпачком разъем для подключения межблочного кабеля 5. Внутри рукоятки находится отсек для двух Li-Ion аккумуля-

торных батарей форм-фактора 18650. Обрезиненная накладка рукоятки обеспечивает удобство работы оператора в процессе манипуляций со штангой.

Блок монитора состоит из телевизионного монитора 17, закрепленного на кронштейне 18, имеющего откидную опорную площадку 21. Бленда 20 защищает экран монитора от посторонней подсветки в процессе работы. Отверстия 19 служат для крепления карабинов переносного кремня.

В транспортном положении опорная площадка 21 закрывает экран монитора, предохраняя его от случайных ударов в процессе транспортировки комплекта.

Вывод изображения от видеокамеры на монитор осуществляется по радиоканалу или с помощью межблочного кабеля 5.

Встроенный видеорегистратор позволяет осуществлять запись на SD-карту отдельных снимков и видеоклипов.

Зарядное устройство предназначено для зарядки блока аккумуляторных батарей в стационарных условиях от сети переменного тока 220 В, 50 Гц.

Принцип работы ТДК заключается в следующем.

В зависимости от решаемой задачи оператор устанавливает необходимую длину телескопической штанги и вводит дистальную часть с видеокамерой в зону осмотра. Формируемое телевизионное изображение передается на вход блока монитора и отображается на его ЖКИ-экране. Ориентация видеокамеры в зоне осмотра осуществляется путем дистанционного изменения угла наклона ее оптической оси относительно продольной оси штанги маховичком 11 и/или осевого поворота и продольного перемещения штанги. С помощью гибкой секции может быть задана произвольная ориентация камерной головки относительно продольной оси телескопической штанги. В условиях отсутствия или недостаточной освещенности исследуемые объекты можно осветить встроенной в корпус видеокамеры двухдиапазонной системой подсветки.

Видеомонитор.

Дисплей цветной 5-дюймовый с разрешением 800 × 480 пикс.

Беспроводной прием встроенный 2,4 ГГц/5,8 ГГц, беспроводной модуль приема с поддержкой до восьми каналов.

Антенна – складная внешняя антенна для беспроводного приема видеосигнала.

Видеозапись – поддержка видеозаписи клипов определенной длительности, а также непрерывной записи до полного заполнения карты памяти или в режиме циклической перезаписи.

Фото – запись одиночных снимков.

Разрешение фото/видеозаписи 720 × 480, 720 × 576 пикс.

Вход телевизионного сигнала – AV IN (NTSC / PAL).

Выход телевизионного сигнала, AV OUT (NTSC / PAL).

Аккумулятор – встроенная Li-Ion батарея емкостью 3200 мА·ч.

Динамик – встроенный, 1 Вт.

Память – сменная microSD карта емкостью до 32 GB.

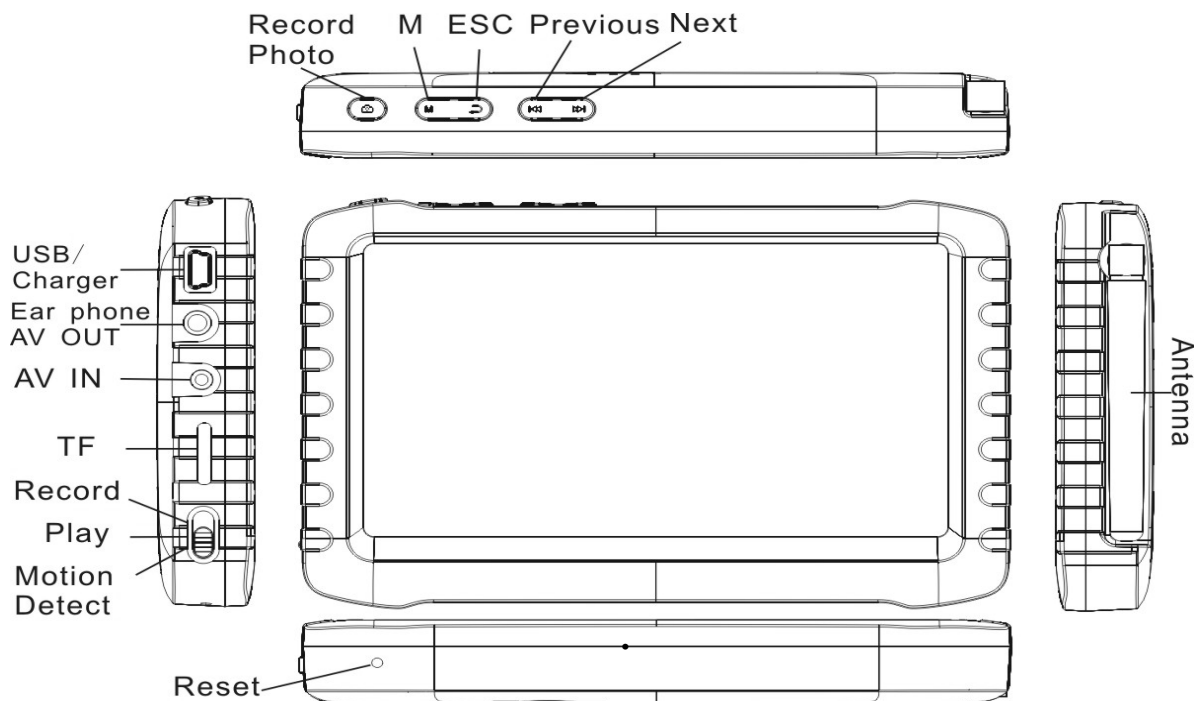
Язык – поддержка нескольких языков.

Энергосбережение – автовыключение, автоотключение экрана.

Возможности видеорегистратора. В зависимости от емкости установленной SD-карты суммарное время записи видео может составлять свыше 10 ч.

Кроме того, устройство содержит встроенный генератор даты/времени, позволяющий накладывать на записываемые кадры информацию о дате и времени произведенного снимка.

Основные входы и органы управления монитором показаны на рисунке 4.4.



USB/Charger – USB-порт/подключение зарядного устройства; AV OUT – выход телевизионного сигнала; AV IN – вход телевизионного сигнала; TF – слот для установки micro-SD карты; Antenna – складная внешняя антенна для беспроводного приема видеосигнала

Рисунок 4.4 – Внешний вид монитора

Функциональное назначение кнопок представлено в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Функциональное назначение кнопок

Record/ Play/ Motion Detect	Переключатель режимов: Запись/ Воспроизведение/ Детектор движения
Record/ Photo	Видеозапись/ фото/ «Ок» в режиме меню настроек
M-ESC	M: включение/выключение питания; отключение звука; выход из «спящего» режима. ESC: возврат, вход/выход в/из меню настроек
Previous-Next	Перемещение по пунктам меню
Reset	Сброс устройства до заводских настроек

Служебные символы, отображаемые на экране монитора, показаны на рисунке 4.5.

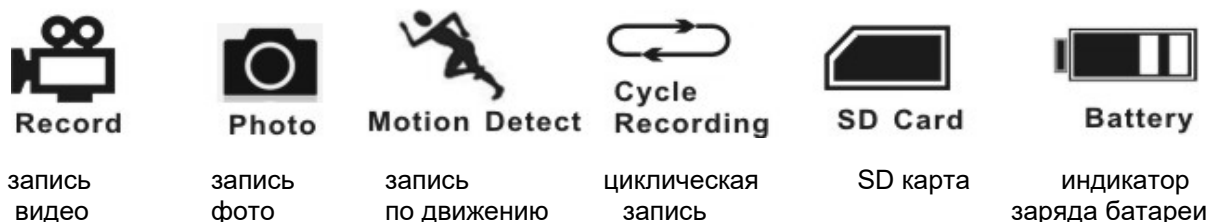




Рисунок 4.5 – Внешний вид служебных символов

Основные режимы работы монитора:

- Record – вывод на экран изображения от видеокамеры, запись видео и фото. В левом верхнем углу экрана отображается символ ;
- Play – воспроизведение записанных видеоклипов и фото. В левом верхнем углу экрана отображается символ ;
- Motion Detect – не используется.

Контрольные вопросы

- 1 Какие преимущества видеоэндоскопов перед волоконно-оптическими?
- 2 Каковы основные характеристики видеоконтрольных устройств?
- 3 Что такое угловое поле зрения?
- 4 Как измерить угловое поле зрения?
- 5 Что такое видимое увеличение эндоскопа?
- 6 Какие основные операции осуществляются при проведении визуально-оптического контроля посредством видеоэндоскопа?

5 Лабораторная работа № 5. Проведение визуально-оптического контроля с помощью оптических приборов

Цель работы: изучение оптических приборов и инструментов, а также приобретение навыков работы с ними посредством проведения контроля образцов.

5.1 Приборы и инструменты

- 1 Лупа обзорная 2^x.
- 2 Лупа измерительная 10^x.
- 3 Микроскоп МБС-10.
- 4 Штангенциркуль ШЦ-1-200-0,1.
- 5 Угольник металлический слесарный.

6 Линейка металлическая 300 мм.

7 Набор щупов № 3.

5.2 Программа работы

1 Изучить конструкцию луп.

2 Измерить поле зрения обзорной лупы и измерительной лупы.

3 Изучить конструкцию микроскопа МБС-10.

4 Измерить поле зрения микроскопа при различных увеличениях.

5 Определить цену деления шкалы при заданном увеличении.

6 Провести визуально-оптический контроль образца (по заданию преподавателя).

7 Вычертить эскиз контрольного образца с измеренными дефектами и геометрическими размерами.

8 Оформить отчет по работе.

Отчет должен содержать следующие требования.

Поле зрения лупы увеличением _____ крат – _____ мм, оптический диаметр – _____ мм.

Поле зрения лупы увеличением _____ крат – _____ мм, оптический диаметр – _____ мм.

Цена деления измерительной шкалы микроскопа МБС-9 при увеличении _____ крат – _____ мм, при увеличении _____ крат – _____ мм.

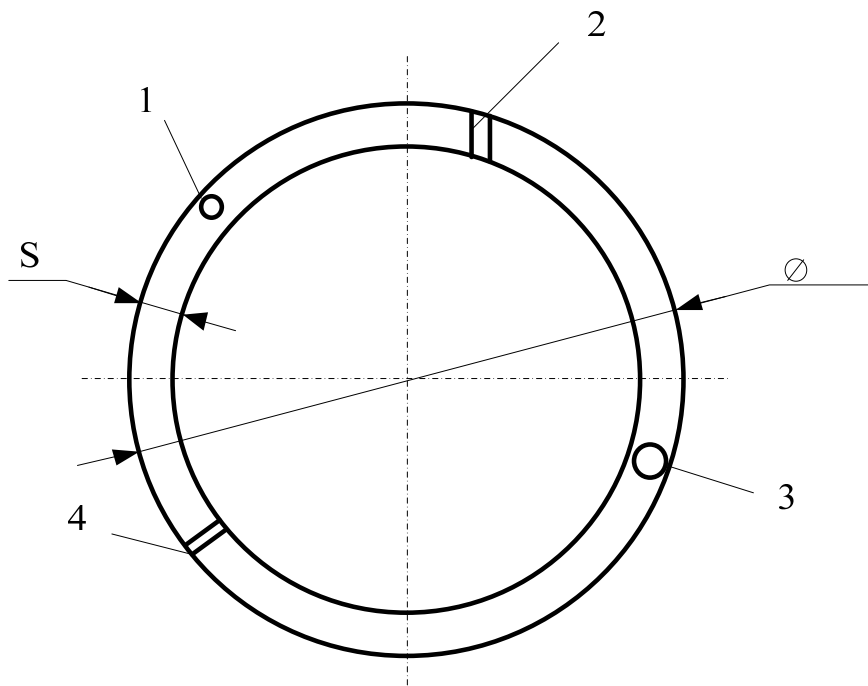


Рисунок 5.1 – Примерный эскиз образца № 1

Вычертить эскиз образца со всеми обнаруженными дефектами. Оформить и заполнить таблицу следующей формы (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Результаты контроля образца

Наименование и номер образца	Средство контроля и измерения	Тип выявленных дефектов	Измеренное значение параметров дефектов

Контрольные вопросы

- 1 Как определяется увеличение лупы?
- 2 Какие основные характеристики оптических приборов?
- 3 Что такое угловое поле зрения?
- 4 Что такое линейное поле зрения?
- 5 Как определяется увеличение микроскопа?
- 6 Как определить цену деления шкалы микроскопа?
- 7 От чего зависит поле зрения микроскопа?
- 8 Для чего нужны щупы?
- 9 Какие параметры трубы необходимо измерить для определения овальности?
- 9 Чему равна цена деления измерительной лупы?

6 Лабораторная работа № 6. Порядок проведения контроля деталей, подготовленных под сварку, и сборки деталей, подготовленных к сварке

Цель работы: изучение приборов и инструментов для визуально-измерительного контроля и проведение контроля образцов деталей при подготовке под сварку. Ознакомление с требованиями ТНПА при подготовке деталей под сварку.

6.1 Приборы и инструменты

- 1 Лупа обзорная 2^x.
- 2 Лупа измерительная 10^x.
- 3 Штангенциркуль ШЦ-1-200-0,1.
- 4 Угольник металлический слесарный.
- 5 Линейка металлическая Л-300 мм.
- 6 Набор щупов № 3.
- 7 Универсальный шаблон сварщика УШС-3.
- 8 Образцы шероховатости.

6.2 Программа работы

1 Провести визуально-оптический контроль качества подготовки деталей под сварку – образец № _____, сборки соединений под сварку – образец № _____ (образцы для контроля выдает преподаватель).

2 Выбрать необходимые средства контроля и измерения, определить перечень контролируемых параметров дефектов и их минимальные допустимые значения.

3 Провести контроль образцов и измерения выявленных дефектов, отклонений размеров выполненных сварных соединений.

4 Провести оценку качества подготовки деталей под сварку и сборки конструктивных элементов в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов.

5 Оформить отчет по работе.

Отчет должен содержать следующие сведения.

1 Образец № _____
(наименование)

диаметр _____ мм, толщина стенки _____ мм.

2 Средства контроля качества подготовки деталей под сварку и сборки конструктивных элементов сварных соединений

3 Нормативный документ, в соответствии с которым проводится контроль детали, подготовленной под сварку _____

При подготовке деталей под сварку необходимо контролировать:

– наличие маркировки и/или документации, подтверждающей приемку полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц и изделий при входном контроле;

– наличие маркировки материала на деталях, подготовленных под сварку (для деталей изделий, работающих под давлением, и для деталей, на которые распространяется действие Правил);

– наличие удаления механическим путем зоны термического влияния в месте термической (огневой) резки деталей (заготовок);

– форму обработки кромок, в т. ч. при подготовке деталей с различной номинальной толщиной стенки;

– форму обработки внутренних поверхностей кольцевых деталей;

– материал и форму подкладных колец и расплавляемых вставок;

– наличие заварки разъема подкладного кольца, качество шва заварки подкладного кольца, а также наличие зачистки шва заварки разъема подкладного кольца;

– чистоту (отсутствие визуально наблюдаемых загрязнений, пыли, продуктов коррозии, масла и т. п.), подлежащих сварке (наплавке) кромок и

прилегающих к ним поверхностей, а также подлежащих неразрушающему контролю участков основного материала.

При подготовке деталей под сварку необходимо измерять:

- размеры разделки кромок (угол скоса кромок, толщина и ширина приотупления кромок разделки); радиусы округления размером до 1,0 мм в местах перехода поверхностей разделки, а также размер скоса внутренней кромки, выполняемый для улучшения условий выявления не проваров в корне шва при радиографическом контроле, измерению не подлежат;

- размеры (диаметр, длина, угол выхода реза) расточки (раздачи) концов труб по внутреннему диаметру;

- размеры подкладных колец и расплавляемых вставок (ширина, толщина, угол скоса, диаметр);

- размеры элементов секторных отводов;

- перпендикулярность торцов, подготовленных под сварку цилиндрической детали после расточки по внутреннему диаметру;

- размеры отверстий под штуцер (патрубок) и обработки кромок в трубе (коллекторе, корпусе);

- ширину зоны зачистки механическим путем наружной и внутренней поверхностей деталей и шероховатости поверхностей кромок и прилегающих поверхностей деталей, в т. ч. места зачистки шва разъема подкладного остающегося кольца.

4 Схемы разделок кромки подготовленных деталей под сварку (рисунки 6.1 и 6.2) и сборки конструктивных элементов сварного соединения (рисунки 6.3 и 6.4).

5 Результаты контроля и измерения приведены в таблице 6.1.

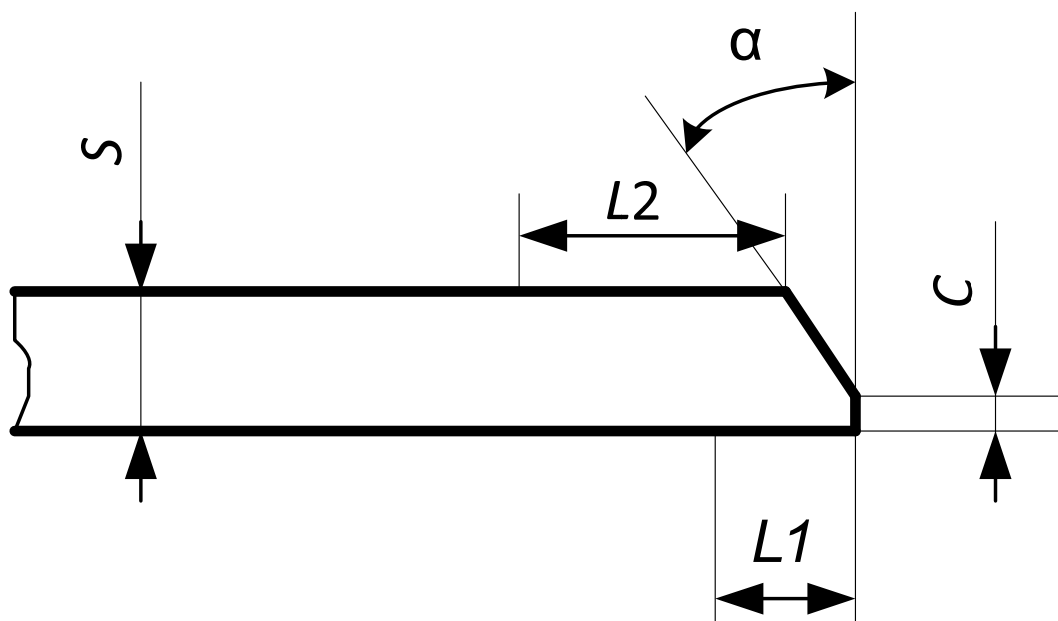


Рисунок 6.1 – Эскиз контролируемого изделия при подготовке деталей под сварку (пластина)

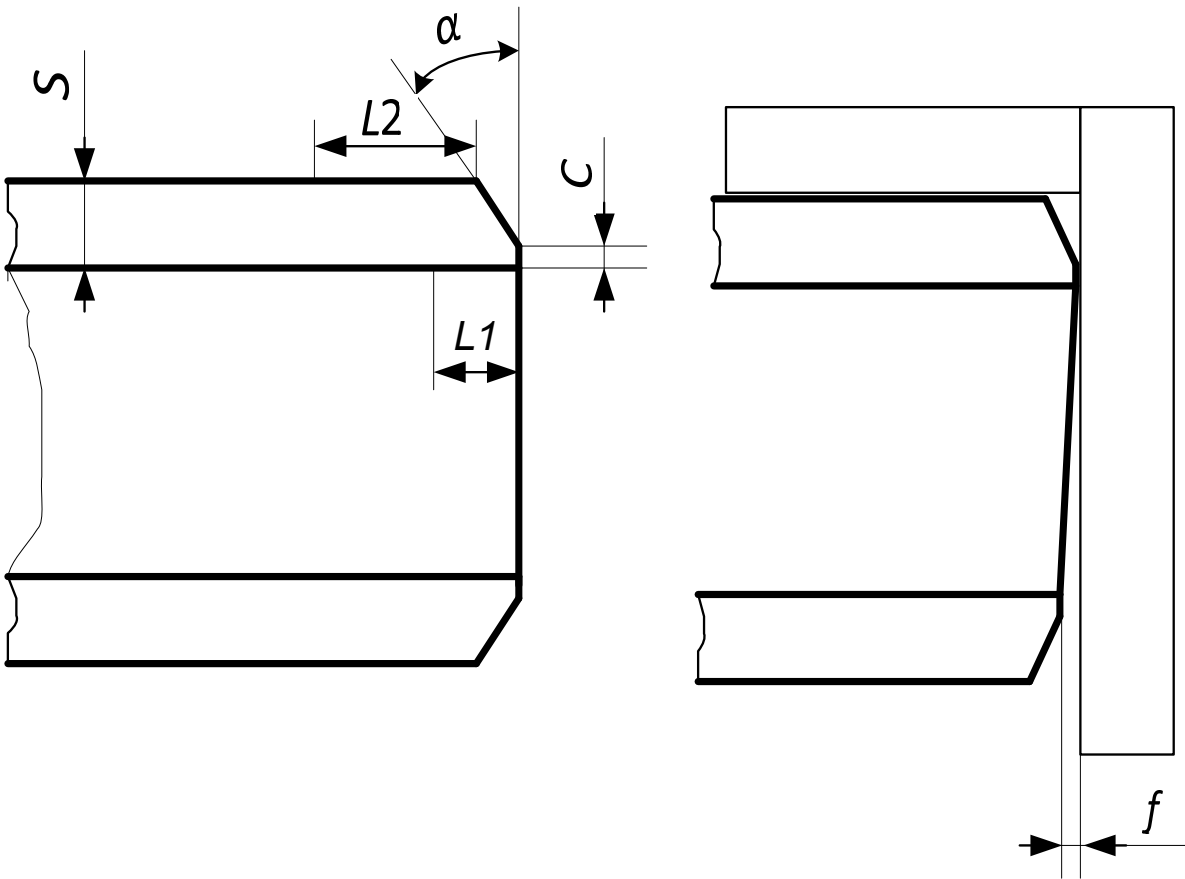


Рисунок 6.2 – Эскиз контролируемого изделия при подготовке деталей под сварку (труба)

Таблица 6.1 – Результаты контроля детали, подготовленной под сварку

Возможный дефект и контролируемый параметр геометрических размеров подготовленных под сварку соединений	Минимальное допустимое значение параметров дефектов и размеров по НД в соответствии с производственным сектором	Измеренное значение дефектов и размеров
1 Угол скоса кромки 2 Притупление 3 Зона зачистки: снаружи L2 изнутри L1 4 Шероховатость поверхности 5 Неперпендикулярность торца трубы f (для трубы)		

Заключение по результатам проведенного контроля _____

6 Нормативный документ, в соответствии с которым проводится контроль детали, подготовленной под сварку _____

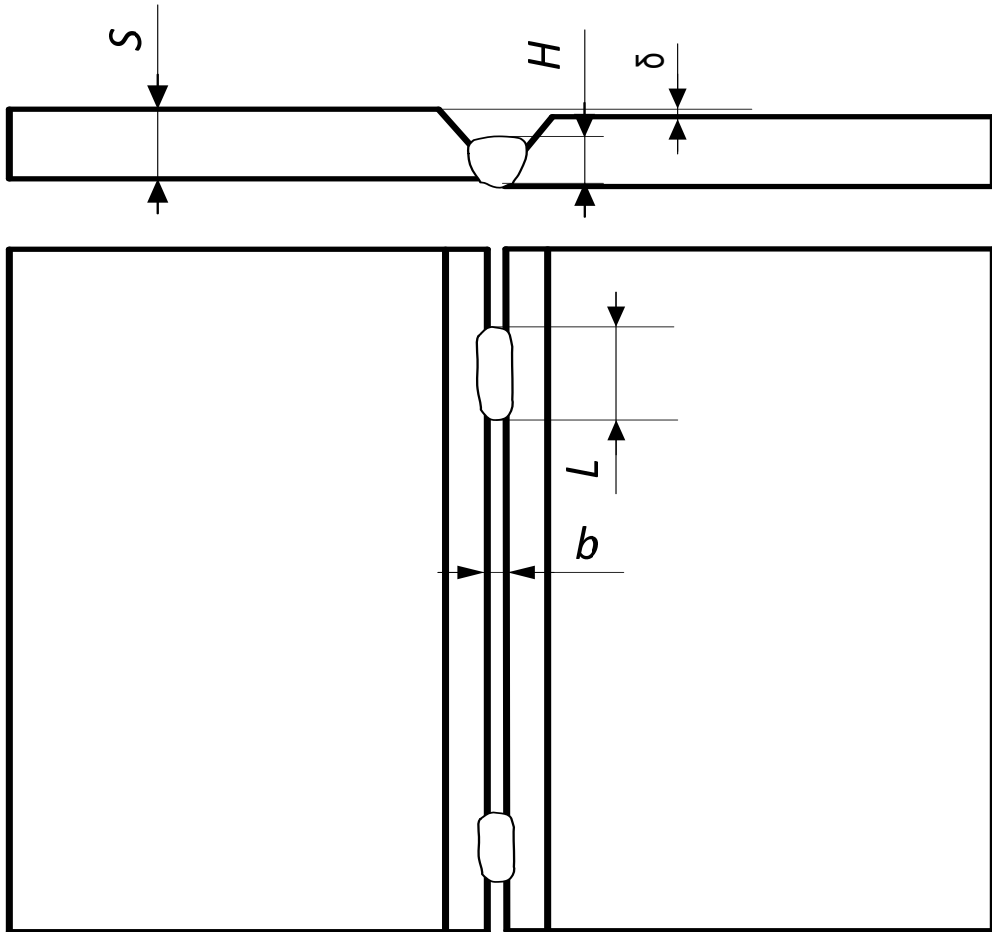


Рисунок 6.3 – Эскиз контролируемого изделия при контроле сборки деталей под сварку (пластин)

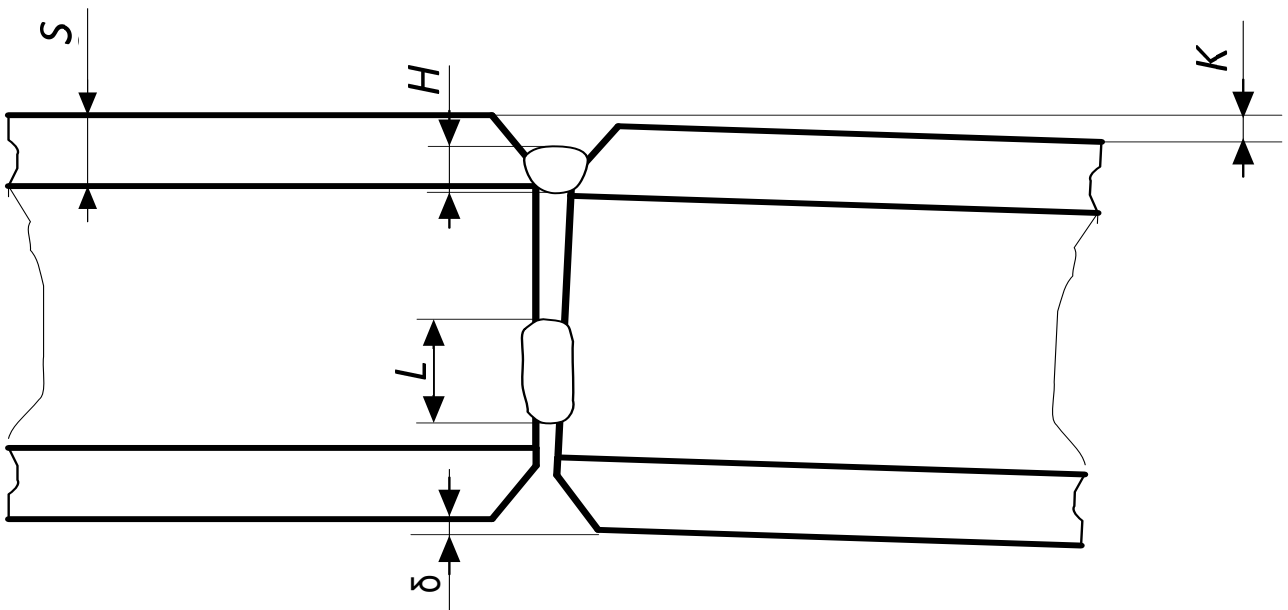


Рисунок 6.4 – Эскиз контролируемого изделия при контроле сборки деталей под сварку (трубы)

При сборке деталей под сварку визуально необходимо контролировать:

- правильность установки подкладных колец и расплавляемых вставок;
- правильность установки временных технологических креплений;
- правильность сборки крепления деталей в сборочных приспособлениях;
- правильность (расположение и количество) установки прихваток и их

качество;

- правильность установки приспособлений для поддува защитного газа;
- правильность нанесения активирующего флюса и защитной флюс-пасты;
- наличие защитного покрытия от брызг расплавленного металла на

поверхности деталей из аустенитных сталей, свариваемых ручной дуговой и полуавтоматической (автоматической) сваркой плавящимся электродом в среде защитного газа:

- чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей деталей.

При контроле соединения, собранного под сварку, необходимо измерять:

– размеры швов приварки временных технологических креплений, расстояние технологического крепления от кромки разделки и расположение креплений по длине (периметру) соединения (в случае, если технологией оговорено расстояние между соседними креплениями);

– величину зазора в соединении, в т. ч. между деталью и подкладным кольцом;

- величину смещения кромок (внутренних и наружных) собранных деталей);

– размеры (длина, высота) прихваток и их расположение по длине (периметру) соединения (в случае, если в технологии оговорено расстояние между соседним прихватками);

- величину зазора в замке расплавляемой проволочной вставки;

– перелом осей цилиндрических деталей трубы и плоскостей плоских деталей (листы);

- несимметричность осей штуцера и отверстия в корпусе (трубе);

- ширину зоны нанесения защитного покрытия на поверхности деталей;

– геометрические (линейные) размеры узла, собранного под сварку (в случаях, оговоренных в технологии).

7 Результаты контроля (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Результаты контроля сборки деталей

Возможный дефект и контролируемый параметр геометрических размеров подготовленных под сварку соединений	Минимальное допустимое значение параметров дефектов и размеров по НД, в соответствии с производственным сектором	Измеренное значение дефектов и размеров
1 Зазор в соединении 2 Смещение кромок 3 Высота прихватки 4 Длина прихватки 5 Количество прихваток 6 Перелом осей (плоскостей) 7 Прочие дефекты		

Заключение по результатам проведенного контроля _____

подпись лица, проводившего контроль

ФИО

Контрольные вопросы

- 1 Какие параметры необходимо контролировать деталей, подготовленных под сварку?
- 2 Какие элементы необходимо измерять деталей, подготовленных под сварку?
- 3 Что такое притупление?
- 4 Что такое угол скоса кромки?
- 5 Как измерить неперпендикулярность реза трубы к образующей?
- 6 Чему равна зона зачистки прилегающей поверхности к кромке разделки?
- 7 Какая должна быть шероховатость поверхности кромки разделки?
- 8 Как определяется овальность трубы?
- 9 Чему равна зона зачистки прилегающей поверхности при электрошлаковой сварке?
- 10 Чему равна допустимая погрешность средства измерения при диапазоне измерения от 2,5 до 5,0 мм согласно СТБ 1133–98?

7 Лабораторная работа № 7. Порядок проведения контроля сварных соединений

Цель работы: является изучение приборов для визуально-измерительного контроля и проведение контроля образцов сварных соединений. Ознакомление с требованиями ТНПА к сварным соединениям.

7.1 Приборы и инструменты

- 1 Лупа обзорная 2^x.
- 2 Лупа измерительная 10^x.
- 3 Штангенциркуль ШЦ-1-200-0,1.
- 4 Линейка металлическая 300 мм.
- 5 Набор щупов № 3.
- 6 Универсальный шаблон сварщика УШС-3.

7.2 Программа работы

- 1 Провести визуально-оптический контроль образцов сварных соединений № _____ в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов.

2 Выбрать необходимые средства контроля и измерения, определить перечень контролируемых параметров дефектов и их минимальные допустимые значения по ТНПА.

3 Провести контроль образцов и измерения выявленных дефектов, отклонений размеров выполненных сварных соединений.

4 Провести оценку качества проконтролированных сварных соединений на соответствие требованиям ТНПА.

Порядок выполнения визуального контроля сварных соединений (наплавки).

Визуальный контроль сварных соединений выполняется при производстве сварочных работ (послойный контроль в процессе сварки с фиксацией результатов контроля) и на стадии приемо-сдаточного контроля готовых сварных соединений.

Послойный контроль в процессе сварки выполняется в случаях, например, невозможности проведения неразрушающих методов контроля или в случаях, оговоренных в рабочих чертежах при согласовании с Заказчиком и головной материаловедческой организацией (последнее – для объектов атомной энергетики).

Визуальный послойный контроль в процессе сварки соединений выполняется с целью подтверждения отсутствия недопустимых поверхностных дефектов (трещин, пер, включений, западаний между валиками, наплывов) в каждом слое (валике) шва.

Выявленные при контроле дефекты подлежат исправлению перед началом сварки последующего слоя (валика) шва.

Сварные соединения, выполненные с послойным визуальным контролем, подлежат дополнительно контролю капиллярным или магнитопорошковым методом на доступных участках.

При визуальном контроле сварного соединения (наплавки) проверяется:

- отсутствие (наличие) поверхностных трещин всех видов и направлений;
- отсутствие (наличие) на поверхности сварных соединений и наплавки дефектов (пор, включений, скоплений пор и включений, отслоений, прожогов, свищей, наплывов, усадочных раковин, подрезов, непроваров, брызг расплавленного металла, а также мест касания сварочной дугой поверхности основного материала);

- наличие зачистки металла в местах приварки временных технологических креплений, гребенок индуктора и бобышек крепления термоэлектрических преобразователей (термопар), а также отсутствие поверхностных дефектов в местах зачистки;

- наличие зачистки поверхности сварного соединения изделия (сварного шва и прилегающих участков основного металла) под следующий контроль неразрушающими методами;

- наличие маркировки (клеймения) шва (наплавки) и правильности ее выполнения.

В сварном соединении необходимо измерить;

- размеры поверхностных дефектов (поры, включения и др.), выявленных при визуальном контроле: высоту и ширину шва, а также вогнутость и

выпуклость обратной стороны шва в случае доступности обратной стороны шва для контроля;

- высоту (глубину) углублений между валиками (западания межваликовые) и чешуйчатости поверхности шва;
- размеры подрезов основного материала;
- протяженность несплавления (непровары) с наружной и внутренней стороны шва.

Отчет о проведении лабораторной работы должен содержать следующие сведения.

1 Образец № _____

(наименование)

диаметр _____ мм, _____ толщина стенки, мм.

2 Средства контроля и измерения размеров сварных швов и выявленных дефектов _____

3 Нормативный документ, в соответствии с которым проводится контроль сварного соединения _____

4 Условия проведения контроля.

Освещенность _____

Подготовка поверхности _____

5 Вычертить эскиз сварного соединения с изображением выявленных дефектов (рисунки 7.1 и 7.2).

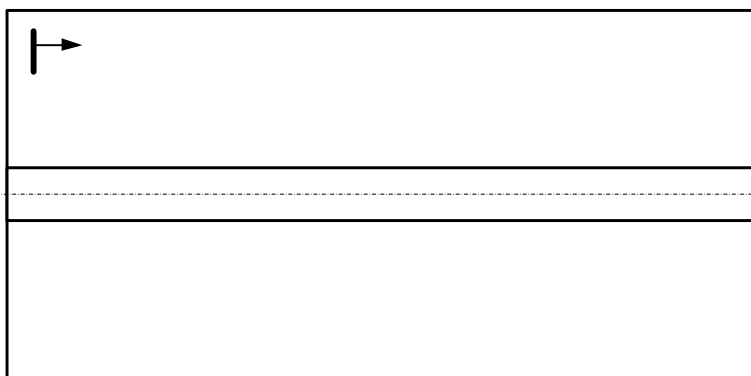
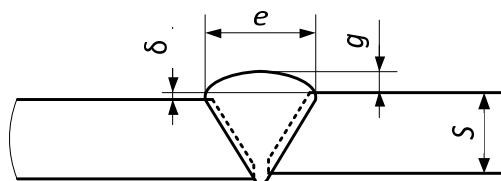
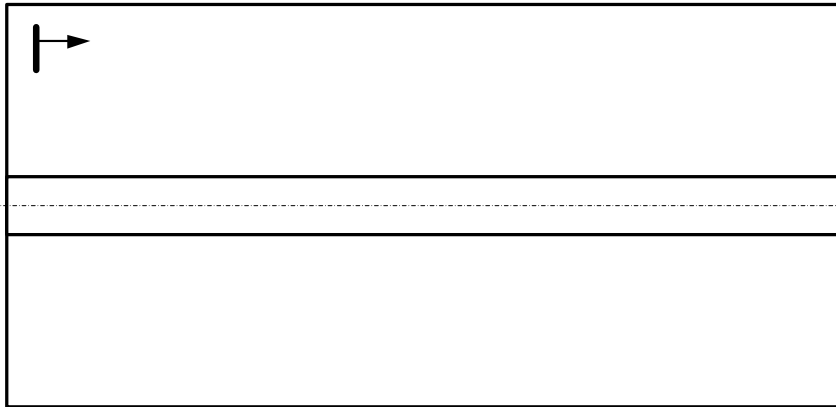
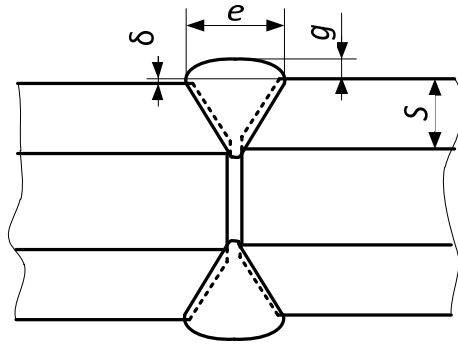


Рисунок 7.1 – Эскиз стыкового сварного соединения листов



Развертка трубы

Рисунок 7.2 – Эскиз стыкового сварного соединения трубы

Результаты контроля оформить в виде таблицы 7.1.

Таблица 7.1 – Результаты контроля образца сварного соединения

Возможный дефект и контролируемый параметр геометрических размеров сварных соединений	Минимальное допустимое значение параметров дефектов и размеров по НД в соответствии с производственным сектором	Измеренное значение размеров и дефектов

Заключение по результатам контроля _____

Подпись лица,
проводившего контроль _____

Контрольные вопросы

- 1 Какие параметра сваренного соединения необходимо контролировать при визуальном контроле?
- 2 Какие параметры сварного соединения необходимо измерять при визуальном контроле?
- 3 Что такое чешуйчатость? Как и чем она измеряется?

4 Что такое западание между валиками? Как и чем оно измеряется?

5 Как и чем измеряется смещение кромок?

6 По каким ТНПА необходимо оценивать высоту и ширину выпуклости сварного шва?

7 Какой объем сварных соединений на объекте необходимо контролировать визуальным методом?

8 Что такое угловое смещение? Как и чем оно измеряется?

9 Какие дефекты в сварных швах считаются недопустимыми по любым нормативным документам?

10 Какая допустимая погрешность измерительного инструмента при измерении линейного размера 8 мм в соответствии с СТБ 1133–98?

8 Лабораторная работа № 8. Разработка технологической карты по визуально-оптическому контролю

Цель работы: приобретение навыков в разработке технологической карты по визуально-измерительному контролю конкретного изделия, включающего сварные соединения.

8.1 Порядок разработки технологических карт по визуальному контролю

Визуальный контроль сварных соединений выполняется по технологическим картам контроля. Карты должны соответствовать требованиям ТНПА, иметь номер и отражать рабочую технологию контроля конкретного изделия или группы однотипных изделий.

Карты должны иметь информацию о конструкции и категории объекта контроля, степени контроледоступности, схеме контроля, ширине зоны контроля, конкретных номинальных параметрах контроля, приборах и инструментах, способе настройки аппаратуры, оценке качества изделия.

Для составления технологических карт предлагаются следующие задания.

1 Проведение визуально-оптического контроля сварных соединений при ремонте питательного трубопровода 273×28 сталь 20 (сварные соединения – труба с трубой).

2 Проведение визуально-оптического контроля конструктивных элементов главного паропровода – $15X1M1Ф$, 273×38 при сборке под сварку (сварные соединения – тубы с задвижкой).

3 Проведение визуально-оптического контроля конструктивных элементов трубопровода линии расхолаживания 133×17 , сталь $12X1MФ$ при сборке под сварку (сварные соединения – труба с трубой, разница по внутреннему диаметру 8 мм).

4 Проведение визуально-оптического контроля таврового соединения металлоконструкции.

5 Проведение визуально-оптического контроля угловых сварных соединений смотровых штуцеров к боковым коллекторам при сборке под сварку с полным проплавом 133×17 .

6 Проведение визуально-оптического контроля двухстороннего сварного соединения приварки днища толщиной 20 мм к обечайке толщиной 15 мм, сталь 20.

7 Изучение ТНПА, в соответствии с которыми производится визуально-измерительный контроль.

8.2 Составление технологической карты по объекту контроля

Пользуясь соответствующими нормативными документами, необходимо заполнить бланк технологической карты, вычертить эскиз сварного соединения (рисунок 8.1).

1 Объект контроля _____

2 Основные размеры _____

3 Способ сварки _____

4 Вид сварного соединения _____

5 Стадия контроля _____

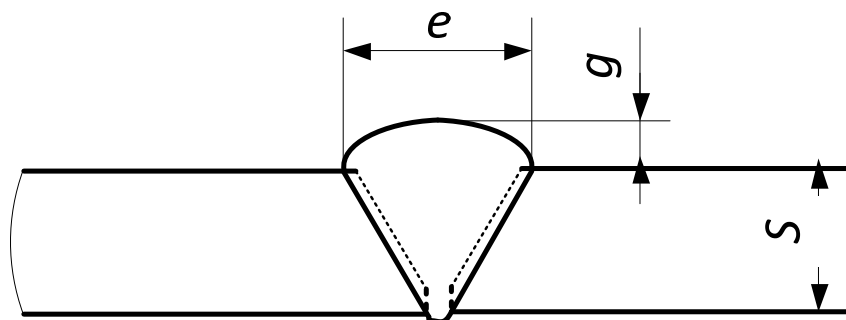


Рисунок 8.1 – Эскиз объекта контроля (фрагмент сварного соединения)

Бланк оформления технологической карты (рисунок 8.2).

<p>1 Нормативный документ</p> <p>1.1 по методу контроля _____</p> <hr/> <p>1.2 по объему и оценке качества _____</p> <hr/>
<p>2 Объем контроля</p> <p>2.1 визуального _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>2.2 измерительного _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>3 Подготовка объекта к контролю (вывод объекта из эксплуатации, удаление изоляции, способ очистки, зона очистки, шероховатость поверхности, условия проведения контроля, освещенность)</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>4 Средства контроля и принадлежности _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

Рисунок 8.2 – Бланк технологической карты по визуальному контролю

<p>5 Нормы оценки качества (контролируемые несоответствия и дефекты)</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>Предельные отклонения и нормы допустимых дефектов</p>
<p>7 Оформление результатов контроля (перечислить учетные и отчетные документы)</p> <hr/> <hr/>	
<p>Карту разработал _____</p>	

Окончание рисунка 8.2

Контрольные вопросы

- 1 Кто имеет право разрабатывать технологическую карту?
- 2 Технологическая карта разрабатывается на один объект или можно разработать карту на группу однотипных объектов?
- 3 Надо ли разрабатывать технологические карты на все объекты контроля?
- 4 Какие разделы должны быть отражены в технологической карте?
- 5 Какие требования необходимо описать в разделе «Подготовка объекта к контролю»?
- 6 Какие сведения необходимо занести в раздел «Средства контроля и принадлежности»?
- 7 Где необходимо брать данные о предельных отклонениях и нормах допустимых дефектов?
- 8 Какие данные необходимо записать в раздел «Объем визуального контроля»?
- 9 Какие данные необходимо записать в раздел «Объем измерительного контроля»?
- 10 Как проводится разметка сварного соединения на трубе?

Список литературы

1 **Соснин, Ф. Г.** Неразрушающий контроль: справочник в 7 т. Т. 1: Визуальный и измерительный контроль. Кн. 2: Радиационный контроль / Ф. Г. Соснин; под общ. ред. В. В. Ключева. – Москва: Машиностроение, 2003. – 560 с.

2 **СТБ ЕН 970–2003.** Контроль неразрушающий сварных соединений. Визуальный метод. – Минск: БелГИСС, 2003. – 10 с.

3 **СТБ ISO 6520-1–2009.** Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов при сварке металлов. – Минск: Госстандарт, 2004. – 21 с.

4 **СТБ 1133–98.** Соединения сварные. Метод контроля внешним осмотром и измерением. Общие требования. – Минск: Госстандарт, 1998. – 11 с.

5 **ГОСТ 23479–79.** Контроль неразрушающий. Методы оптического вида. Общие требования. – Москва: Изд-во стандартов, 1979. – 10 с.

6 **РД 03-606–03.** Инструкция по визуальному и измерительному контролю. Сер. 03. Вып. 39. – Москва: Промышленная безопасность, 2009. – 104 с.