

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра материаловедения и технологии материалов

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ МЕТАЛЛОВ, ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.01 Машиностроение, 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Оренбург
2018

УДК 621.791.75.035(076.5)

ББК 34.641я7

Н 34

Рецензент – профессор, доктор технических наук В.М. Кушнарченко

Авторы: В.И. Юршев, В.С. Репях, С.Е. Крылова, Р.И. Мукатдаров,
Е.В. Свиденко

Н 34 Неразрушающий контроль металлов, технических устройств:
методические указания / В.И. Юршев, В.С. Репях, С.Е. Крылова,
Р.И. Мукатдаров, Е.В. Свиденко; Оренбургский гос. ун-т. –
Оренбург: ОГУ, 2018.

Методические указания содержат описание общих принципов проведения визуального и измерительного контроля изделий, а также сварных соединений полученных при сварке плавлением.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по курсу «Техническая диагностика и контроль качества» при подготовке обучающихся по направлениям подготовки 15.03.01 Машиностроение, 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Методические указания подготовлены в рамках реализации проектов по развитию системы подготовки кадров для оборонно-промышленного комплекса («Новые кадры ОПК-2015».)

УДК 621.791.75.035(076.5)

ББК 34.641я7

© Юршев В.И.,

© Репях В.С.,

© Крылова С.Е.,

© Мукатдаров Р.И.,

© Свиденко Е.В., 2018

© ОГУ, 2018

Содержание

Введение	4
1 Цель работы	5
2 Общие сведения.....	5
3 Подготовка к контролю	7
4 Инструменты и приборы используемые при проведении визуально- измерительного контроля	9
5 Порядок выполнения лабораторной работы	18
6 Содержание отчета	19
7 Контрольные вопросы.....	19
Список использованных источников	19
Приложение А Акт визуального и измерительного контроля	21

Введение

Визуально-измерительный контроль (ВИК) – это единственный вид неразрушающего контроля (НК), который может выполняться без какого-либо дорогостоящего и сложного оборудования и проводиться с использованием простейших измерительных средств.

С помощью визуального контроля можно обнаруживать отклонения формы деталей и изделий, изъяны материала и обработки поверхности, а также другие дефекты: остаточную деформацию, поверхностную пористость, крупные трещины, подрезы, риски, задиры, эрозионные и коррозионные поражения, следы наклепа и другие. Визуально определяют состояние защитных покрытий, контролируют качество изделий по их цвету и осуществляют другие контрольные функции.

Визуальный контроль основных материалов проводят с целью выявления поверхностных трещин, расслоений, закатов, недопустимых забоин, раковин, плен, шлаковых включений и других несплошностей.

Визуальный контроль сварных соединений проводят для выявления поверхностных трещин, непроваров, отслоений, прожогов, свищей, наплывов, усадочных раковин и брызг металла, недопустимых подрезов, поверхностных включений и скоплений.

Измерительный контроль полуфабрикатов проводят с целью проверки соответствия их геометрических размеров (сортамента) требованиям стандартов или технических условий на конкретные полуфабрикаты, а также допустимости размеров выявленных при визуальном контроле поверхностных забоин, раковин, шлаковых включений и других несплошностей соответственно нормам стандартов или технических условий.

Измерительный контроль деталей и сборочных единиц выполняют для проверки соответствия их геометрических размеров, а также допустимости размеров выявленных при визуальном контроле поверхностных несплошностей основного металла соответственно требованиям конструкторской документации.

Визуально-измерительный контроль качества исправления дефектных участков в материале, сварных соединениях и наплавках выполняют с целью подтверждения полноты удаления дефекта, проверки соответствия формы и размеров выборки дефектного участка и качества заварки выборок (в случаях, когда выборка подлежит заварке) требованиям нормативных документов (НД) и Правил.

Визуально-измерительный контроль нормируется «Инструкцией по визуальному и измерительному контролю» РД 03-606-03.

1 Цель работы

1. Ознакомиться с комплектом инструментов, применяемых при проведении ВИК.
2. Провести качественную оценку предоставленных изделий и сварных соединений.

2 Общие сведения

Визуальный контроль проводится путем осмотра объекта контроля невооруженным глазом или с применением несложных оптических средств – зеркал и луп. Контроль с применением оптических приборов называют визуально-оптическим. Он предназначен для обнаружения различных поверхностных дефектов материала деталей, скрытых дефектов агрегатов, контроля закрытых конструкций, труднодоступных мест механизмов и машин (при наличии каналов для доступа приборов к контролируемым объектам). Контроль проводится путем наблюдения деталей и изделий в видимом свете. При контроле используются оптические приборы, создающие полное изображение проверяемой зоны, ее видимую картину.

Оптические приборы позволяют намного расширить пределы естественных возможностей человеческого глаза. Вследствие преломления лучей в оптической системе приборов увеличивается угловой размер рассматриваемого объекта.

Острота зрения и разрешающая способность глаза увеличиваются примерно во столько раз, во сколько увеличивает оптический прибор. Это позволяет видеть мелкие объекты, размеры которых находятся за пределами границы видимости, а также мелкие детали видимых невооруженным глазом объектов. При этом облегчается анализ их природы и вида.

Визуально-оптический контроль так же, как и визуальный осмотр, это наиболее доступный и простой метод обнаружения поверхностных дефектов деталей. Оптические средства контроля используют на различных стадиях изготовления изделий, деталей и конструкций, а также в процессе регламентных работ и осмотров, проводимых при эксплуатации техники и ее ремонте.

Основные преимущества данного метода – простота контроля, несложное оборудование, сравнительно малая трудоемкость; недостатки – невысокие достоверность и чувствительность. Поэтому визуально-оптический контроль применяют в следующих случаях:

- для поиска поверхностных дефектов (трещин, коррозионных и эрозионных повреждений, забоин, язв, открытых раковин, пор и других) при визуально-оптическом контроле деталей;

- для обнаружения крупных трещин, мест разрушения элементов конструкций, остаточной деформации скрытых или удаленных элементов конструкций, течей, загрязнений, а также различных посторонних предметов внутри закрытых конструкций;

- для анализа характера и определения типа поверхностных дефектов, обнаруженных при контроле деталей каким-либо методом дефектоскопии (ультразвуковым, токовихревым, цветным и другим).

В связи с тем, что с возрастанием увеличения оптических приборов существенно сокращается поле зрения и глубина резкости, снижаются производительность и надежность контроля, для осмотра деталей в основном применяют оптические приборы с увеличением не более 20 – 30 крат.

Участки контроля, особенно стационарные, рекомендуется располагать в наиболее освещенных местах, имеющих естественное освещение. Для создания

оптимального контраста дефекта с фоном в зоне контроля необходимо применять дополнительный переносной источник света, то есть использовать комбинированное освещение. Освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм (рисунок 1).

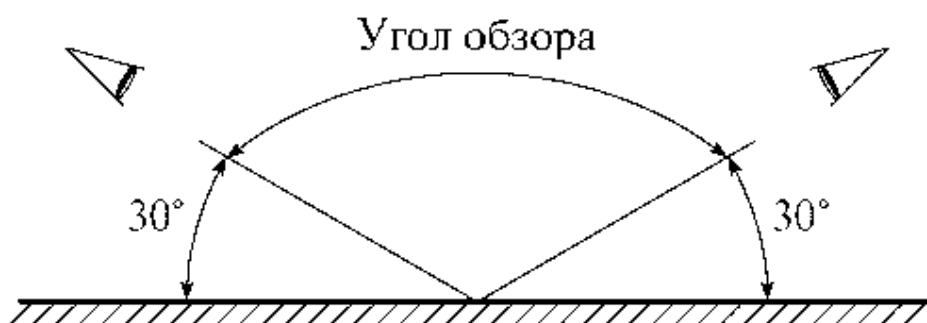


Рисунок 1 – Условия для проведения визуального контроля

3 Подготовка к контролю

Перед проведением визуально-измерительного контроля поверхность объекта в зоне контроля подлежит зачистке до чистого металла от ржавчины, окалины, грязи, краски, масла, влаги, шлака, брызг расплавленного металла, продуктов коррозии и других загрязнений, препятствующих проведению контроля (на контролируемых поверхностях допускается наличие цветов побежалости, в случаях, когда это оговорено в производственно-технической документации (ПТД). Зона зачистки должна определяться НД на вид работ или на изготовление изделия. При отсутствии требований в НД зона зачистки деталей и сварных швов должна составлять:

– при зачистке кромок деталей под все виды дуговой, газовой и контактной сварки – не менее 20 мм с наружной стороны и не менее 10 мм с внутренней стороны от кромок разделки детали;

– при зачистке кромок деталей под электрошлаковую сварку – не менее 50 мм с каждой стороны сварного соединения;

– при зачистке кромок деталей угловых соединений труб (например, вварка штуцера (патрубка) в коллектор, трубу или барабан) зачистке подлежат: поверхность вокруг отверстия в основной трубе (коллекторе, барабане) на расстоянии 15–20 мм, поверхность отверстия под ввариваемую деталь – на всю глубину и поверхность привариваемого (патрубка) штуцера – на расстоянии не менее 20 мм от кромки разделки;

– при зачистке стального подкладного остающегося кольца (пластины) или расплавляемой проволочной вставки – вся наружная поверхность подкладного кольца (пластины) и все поверхности расплавляемой вставки.

При контроле окрашенных объектов краска с поверхности в зоне контроля не удаляется, если это специально не оговорено в НД, и поверхность объекта не вызывает подозрения на наличие трещин по результатам визуального контроля.

Очистка контролируемой поверхности производится способом, указанным в соответствующих НД (например, промывка, механическая зачистка, протирка, обдув сжатым воздухом). При этом толщина стенки контролируемого изделия не должна уменьшаться за пределы минусовых допусков и не должны возникать недопустимые, согласно НД, дефекты (риски, царапины и другие).

При необходимости подготовку поверхностей следует проводить искробезопасным инструментом.

Шероховатость зачищенных под контроль поверхностей деталей, сварных соединений, а также поверхность разделки кромок деталей (сборочных единиц, изделий), подготовленных под сварку, должна быть не более Ra 12,5 (Rz 80).

4 Инструменты и приборы, используемые при проведении визуально-измерительного контроля

Измерительный контроль – вторая часть визуально- измерительного контроля. Измерением называют нахождение, значение физической величины опытным путём с помощью средств измерения.

На выбор измерительных средств оказывают влияние метрологические показатели:

- цена деления шкалы;
- диапазон измерений;
- предел допустимой погрешности средств измерений;
- допустимая погрешность средств измерений;
- пределы измерений и нормативные условия.

Погрешностью измерения называют отклонение результата измерения от истинного значения.

Основным недостатком визуально- измерительного контроля является только поверхностный контроль. Минимальный размер дефекта, обнаруживаемого невооруженным глазом, равен 0,1 – 0,2 мм.

При визуально-измерительном контроле применяют:

- лупы, в том числе измерительные;
- линейки измерительные металлические;
- угольники поверочные 90 град. лекальные;
- штангенциркули, штангенрейсмасы и штангенглубиномеры;
- щупы;
- угломеры с нониусом;
- стенкомеры и толщиномеры индикаторные;
- микрометры;
- нутромеры микрометрические и индикаторные;
- калибры;

- эндоскопы;
- шаблоны, в том числе специальные и радиусные, резьбовые и другие;
- поверочные плиты;
- плоскопараллельные концевые меры длины с набором специальных принадлежностей;
- штриховые меры длины (стальные измерительные линейки, рулетки).

Допускается применение других средств визуального и измерительного контроля, при условии наличия соответствующих инструкций методик их применения.

Для измерения формы и размеров кромок, зазоров, собранных под сварку деталей, а также размеров выполненных сварных соединений разрешается применять шаблоны различных типов.

Погрешность измерений при измерительном контроле не должна превышать величин, указанных в рабочих чертежах.

Для измерительного контроля следует применять приборы и инструменты, класс точности которых обеспечивает надежное определение измеряемых величин с погрешностью не более указанной в таблице 1.

Таблица 1 – Допустимая погрешность при измерении

Диапазон измеряемой величины, мм	Погрешность измерений, мм
До 0,5	0,1
Свыше 0,5 до 1,0	0,2
Свыше 1,0 до 1,5	0,3
Свыше 1,5 до 2,5	0,4
Свыше 2,5 до 4,0	0,5
Свыше 4,0 до 6,0	0,6
Свыше 6,0 до 10,0	0,8
Свыше 10,0	1,0

Измерительные инструменты и приборы должны периодически (а также после ремонта) проходить поверку в метрологических службах в сроки, установленные нормативно-технической документацией на соответствующие приборы и инструменты.

В стандартный комплект оборудования для ВИК (рисунок 2) входит следующее:

- фонарик карманный;
- маркер по металлу;
- лупа с подсветкой;
- рулетка измерительная 200 см;
- линейка измерительная 30 см;
- штангенциркуль;
- универсальный шаблон сварщика УШС-2;
- универсальный шаблон сварщика УШС-3;
- угольник поверочный;
- набор щупов № 4 кл. (0,1 – 1,0 мм);
- набор радиусов № 1 (1 – 6 мм);
- набор радиусов № 3 (7 – 25 мм);
- сумка упаковочная.



Рисунок 2 – Стандартный комплект ВИК

Для контроля близко расположенных деталей (находящихся на расстоянии не более 250 мм от глаз контролера) используют лупы различного типа. Лупы позволяют обнаруживать трещины различного происхождения, поверхностные коррозионные и эрозионные повреждения, забоины, открытые раковины, язвы, поры, выкрашивание материала деталей, риски, надирь трущихся поверхностей и другие поверхностные дефекты деталей, а также различные дефекты лакокрасочных и гальванических покрытий. При анализе характера дефектов эти приборы позволяют отличать усталостные трещины от хрупких, трещины – от рисок, примятых заусенцев, сколов окисной пленки, нитевидных загрязнений (волокон ветоши, щетины от кистей).

Обычно осмотр деталей проводят с помощью луп с фокусным расстоянием от 125 до 12,5 мм и увеличением соответственно от 2 до 20 крат. Из-за существенного снижения поля зрения и глубины резкости при больших увеличениях для осмотра деталей в цеховых условиях в основном применяют микроскопы с увеличением от 8 до 40–50 крат.

Универсальные шаблоны сварщика (УШС) – простейшие устройства, предназначенные для контроля внешних характеристик сварного соединения.

УШС-2 предназначен для контроля катетов угловых швов в диапазоне от 4 до 14 мм (рисунок 3). Контроль проводится ступенчатым методом определения до минимального зазора.

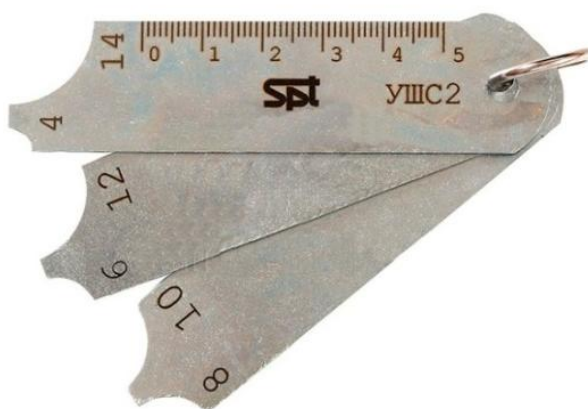


Рисунок 3 – УШС-2

УШС-2 состоит из трех лепестков и одного соединительного кольца. Каждый из лепестков имеет точно выполненные выточки определенного катета. Для удобства контроля рядом с каждой выточкой выбит размер соответствующего радиусу катета шва. Контроль катета сварного шва производится путем последовательного соприкосновения (подбора) лепестков с соединенными сваркой деталями. Размер считается установленным, если длинная сторона лепестка и перемычка между катетами лепестка прилегают к деталям без видимого зазора, а зазор между дугами лепестка и шва является минимальным. При несовпадении ни с одной ступенью размеров в указанном диапазоне значение катета определяется эмпирическим путем.

УШС-3 предназначен для измерения контролируемых параметров труб, контроля качества сборки стыков соединений труб, а также для измерения параметров сварного шва при его контроле.

УШС-3 состоит из основания 1, соединенного осью с бегунком 2 и закрепленного на движке стрелочным указателем 3 (рисунки 4, 5).

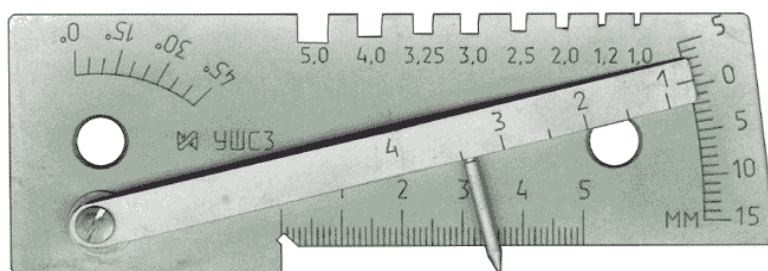
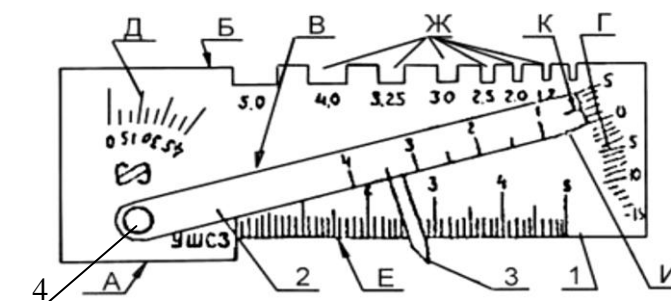


Рисунок 4 – УШС-3



1 – основная измерительная панель; 2 – бегунок; 3 – стрелочный указатель; 4 – ось, предназначенная для поворота бегунка.

Рисунок 5 – Расположение шкал и составляющих элементов УШС-3

На основной измерительной панели универсального шаблона сварщика УШС-3 выделяются следующие измерительные зоны и плоскости:

А – установочная плоскость, которой инструмент накладывается на одну из линейных поверхностей сваренной детали с целью определения высоты и ширины шва;

Б – установочная плоскость для измерения угла скоса кромки под сварку;

В – подвижный указатель;

Г – шкала для отсчёта высотных размеров шва;

Д – шкала для определения угла скоса кромки;

Е – шкала для отсчёта притупления и общей ширины сварного шва;

И – шкала для определения зазора между свариваемыми элементами;

Ж – пазы для измерения толщины металла в зоне сварки.

К – риска-индекс на бегунке, которая предназначается для отсчёта результата по шкале Г.

Контроль производится следующим образом:

1. Контроль глубины раковин, глубины забоин, превышение кромок глубины разделки стыка до корневого слоя и высоту усиления шва производят при установке шаблона поверхностью А (рисунок 5) на изделие, затем поворотом бегунка 2 вокруг оси 4 ввести стрелочный указатель 3 в соприкосновение с измеряемой поверхностью. Результат считывается против риски К по шкале Г.

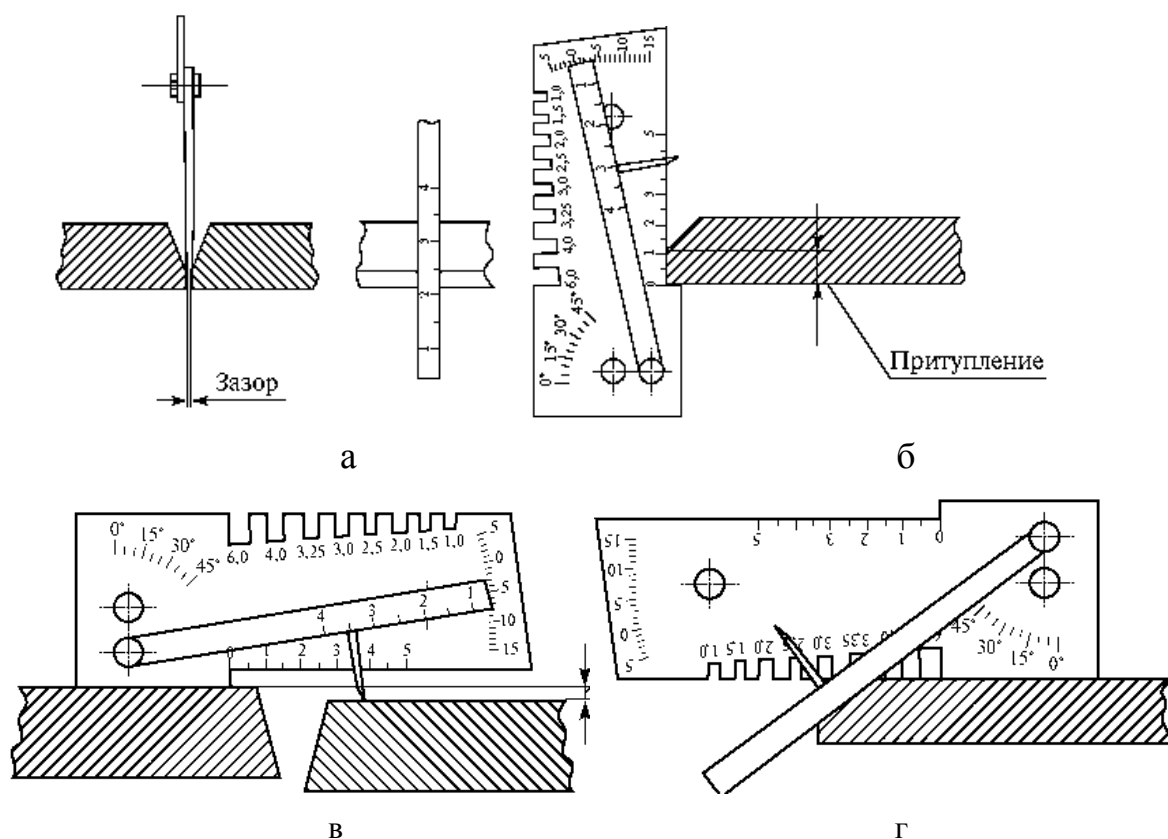
2. Контроль зазора производится введением бегунка 2 его клиновой частью в контролируемый зазор. По шкале И, нанесенной на бегунок 2, считывается результат.

3. Контроль притупления шва, ширины шва производится при помощи шкалы Е, пользуясь ею как измерительной линейкой.

4. Контроль углов скоса кромок производится при установке шаблона поверхностью Б на образующую изделия. Затем, поворотом бегунка 2 совместить без зазора его поверхность В с измеряемой поверхностью. Результат считывается по шкале Д против поверхности бегунка В.

5. Определение диаметров проволоки производится с помощью пазов Ж.

Схемы применения УШС-3 приведены на рисунке 6.

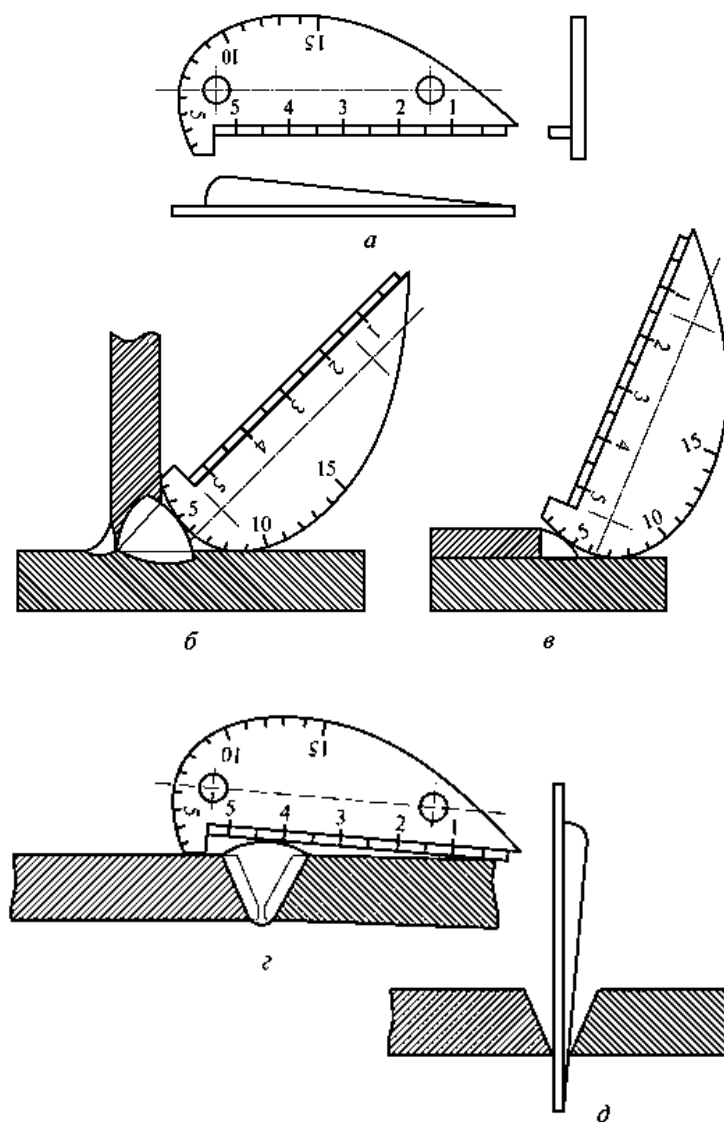


а – измерение зазора в соединении; б – измерение размера притупления кромки;
 в – измерение смещения наружных кромок деталей; г – измерение угла скоса
 разделки.

Рисунок 6 – Схемы применения УШС-3

Кроме указанных выше существует большое количество других шаблонов. Принцип их применения аналогичен применению шаблонов УШС-2 и УШС-3. Например, шаблон А.И. Красовского (рисунок 7).

Шаблон Красовского служит для контроля тавровых и нахлесточных сварных соединений, стыковых сварных соединений, измерения зазора между кромками.



а – общий вид шаблона; б, в – контроль тавровых и нахлесточных сварных соединений; г – контроль стыковых сварных соединений; д – измерение зазора между кромками.

Рисунок 7 – Контроль шаблоном конструкции А.И. Красовского

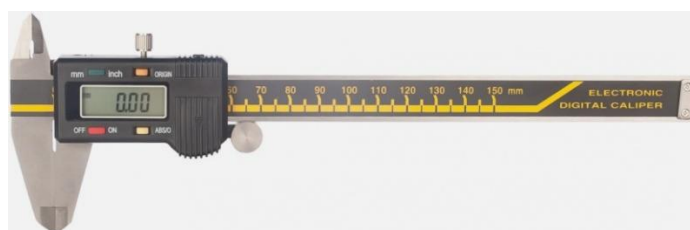
Для проведения измерения отдельных параметров сварного соединения применяют штангенциркули (рисунок 8). Механический штангенциркуль представляет собой две измерительные поверхности, между которыми устанавливается размер, одна из которых составляет единое целое с линейкой (штангой), а другая соединена сдвигающейся по линейке рамкой. На линейке находится через 1 мм деления, на рамке устанавливается или гравировается нониус.



а



б



в

а – механический с нониусом; б – с круговым индикатором; в – электронный.

Рисунок 8 – Виды штангенциркулей

Для расширения возможностей метода НК все чаще находят применение различные эндоскопы – смотровые приборы, построенные на базе волоконной или линзовой оптики и современные видеэндоскопы (рисунок 9), имеющие на торце щупа микровидеокамеру с подсветкой.

Применение различных эндоскопов позволяет увидеть те области конструкции, узлов и деталей машин, которые невозможно увидеть человеческим глазом из-за невозможности проникновения к данной области.



Рисунок 9 – Видеоэндоскоп

5 Порядок выполнения лабораторной работы

Для проведения лабораторной работы требуются наборы для ВИК и образцы со сварными швами, включая образцы с поверхностными дефектами с линейными размерами не менее 0,5 мм.

При выполнении лабораторной работы следует:

- изучить состав стандартного набора для ВИК;
- рассмотреть выданные для проведения контроля образцы и, при необходимости, провести работы по очистке их поверхности;
- зарисовать схему образца (возможно, его развертку, и иные виды отдельных элементов образца, необходимые для полного понимания мест обнаружения и типов дефектов);
- выбрать необходимые инструменты и изучить образец;
- классифицировать все обнаруженные дефекты;
- все результаты осмотра и измерений отразить в Акте визуального и измерительного контроля (Приложение А);
- ответить на контрольные вопросы.

6 Содержание отчета

1. Наименование и цель работы.
2. Общие сведения, применяемые инструменты и оборудование.
3. Схема объекта контроля с изображением дефектов (при наличии).
4. Акт визуального и измерительного контроля.
5. Выводы.

7 Контрольные вопросы

1. Что такое ВИК?
2. В каких отраслях промышленности используется ВИК?
3. Необходимые условия для проведения ВИК.
4. Можно ли с помощью УШС-3 измерить ширину сварного шва?
5. Каким инструментом можно измерить угол скоса кромки?
6. Каким нормативным документом регламентируется применение ВИК?
7. Что входит в стандартный комплект ВИК?
8. Как проводится контроль УШС-2?
9. Назначение шкал и элементов конструкции в УШС-3.
10. Для чего используют шаблон Красовского?

Список использованных источников

1. Неразрушающий контроль сварных конструкций в нефтегазовых отраслях: учебное пособие / А.А. Антонов, Е.М. Вышемирский, О.Е. Капустин, А.К. Прыгаев. – М.: Издательство «Спутник +», 2014. – 238 с.
2. Инструкция по визуальному и измерительному контролю (РД 03-606-03). Серия 03. Выпуск 39 / Колл. авт. - М.: Федеральное государственное унитарное

предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004. – 52 с.

3. Визуальный и измерительный контроль: методические указания/
А.А. Антонов; РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. – Москва, 2016. – 11 с.

Приложение А

(справочное)

Акт визуального и измерительного контроля

_____ (организация)

АКТ № _____ от _____
визуального и (или) измерительного контроля

1. В соответствии с нарядом-заказом (заявкой) _____ (номер)

выполнен _____
(указать вид контроля (визуальный, измерительный))

контроль _____
(наименование и размеры контролируемого объекта,

шифр документации, ТУ, чертежа, плавка (партия), номер объекта контроля)

Контроль выполнен согласно _____
(наименование и (или) шифр

технической документации)

2. При контроле выявлены следующие дефекты _____
(характеристика

дефектов (форма, размеры, расположение и (или) ориентация

для конкретных объектов)

3. Заключение по результатам визуального и измерительного
контроля _____

Контроль выполнил _____

(уровень квалификации, № квалификационного удостоверения)

(фамилия, инициалы, подпись)

Руководитель работ по визуальному
и измерительному контролю _____
(фамилия, инициалы, подпись)

Пояснения к оформлению Акта визуального и (или) измерительного контроля

1. В пункте 1 указываются вид контроля – визуальный, измерительный или визуально-измерительный, а также наименование контролируемого объекта: полуфабрикат, заготовка, деталь, конструкция, подготовка кромки детали под сварку, собранное под сварку соединение, готовое сварное соединение, выборка дефектного участка в материале и (или) сварном соединении, изделие, а также наименование и (или) шифры производственно-контрольного документа (Программа входного контроля, Карта или схема контроля, Технологическая карта контроля, Карта или схема операционного контроля) и нормативного документа, регламентирующего требования к оценке качества контролируемого объекта при визуальном и измерительном контроле.

При контроле материалов (полуфабрикатов, заготовок, поковок) в пункте 1 указываются марка материала, размеры (диаметр, толщина) и номер партии.

При контроле деталей и сборочных единиц в пункте 1 указываются номер чертежа, размеры, марка материала (только для деталей), ее шифр согласно чертежу (стандарту).

При контроле подготовки кромок деталей, сборки соединения под сварку и готовых сварных соединений в пункте 1 указываются номера соединений согласно сварочному формуляру или схемы расположения сварных соединений, а также размеры деталей соединения (диаметр, толщина), марка материала и способ сварки (для готовых сварных соединений).

При контроле выборок дефектных мест указываются наименование, марка материала и размеры объекта (диаметр, толщина), а также расположение выборки.

2. При заполнении пункта 2 Акта в нем указываются все отступления от норм НД, выявленные при контроле конкретных объектов (участков, соединений) в привязке к их номерам согласно сварочному формуляру, схемы расположения или схемы контроля.

В тех случаях, когда объект контроля соответствует требованиям НД, в акте делается отметка – "дефекты отсутствуют". При этом указывают номера конкретных объектов в соответствии с документами, приведенными выше.