



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

**Кафедра «Сопротивление материалов
машиностроительного профиля»**

**ВИЗУАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИЙ
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ**

Методическое пособие

**Минск
БНТУ
2013**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Соппротивление материалов
машиностроительного профиля»

ВИЗУАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ

Методическое пособие
по дисциплине «Неразрушающий контроль качества»
для студентов специальности 1-54 01 02 «Методы и приборы
контроля качества и диагностики состояния объектов»

Минск
БНТУ
2013

УДК 620.179.1.05(075.8)

ББК 30.3я7

В42

А в т о р ы :

*Ю. В. Василевич, А. М. Язневич, А. М. Якимович,
Е. Ю. Неумержицкая, Н. Б. Кардович*

Рецензенты:

А. Ч. Якубовский, М. В. Югова

Визуально-оптический контроль качества изделий : методическое
В42 пособие по дисциплине «Неразрушающий контроль качества» для
студентов специальности 1-54 01 02 «Методы и приборы контроля
качества и диагностики состояния объектов» / Ю. В. Василевич
[и др.]. – Минск : БНТУ, 2013. – 47 с.
ISBN 978-985-550-025-5.

Методическое пособие по дисциплине «Неразрушающий контроль качества» предназначено для студентов технических специальностей высших учебных заведений, а также для аспирантов и преподавателей.

В пособии представлен визуально-оптический метод неразрушающего контроля качества изделий, его физические основы и средства для выполнения контроля. Приведен порядок выполнения визуально-оптического контроля сварных соединений и швов. Излагается методика проведения лабораторных работ по данному методу контроля.

УДК 620.179.1.05(075.8)

ББК 30.3я7

ISBN 978-985-550-025-5

© Белорусский национальный
технический университет, 2013

Введение

Виды неразрушающего контроля и реализующие их методы классифицируют по следующим признакам: характеру взаимодействия физических полей или веществ с контролируемым объектом; первичным информативным параметрам; способам получения первичной информации; способам представления окончательной информации. Основные виды контроля следующие: акустический; капиллярный; магнитный; оптический; радиационный; радиоволновой; вихретоковый; тепловой; течеискание; электрический.

Акустический вид неразрушающего контроля основан на регистрации параметров упругих колебаний, возбужденных в контролируемом объекте. Этот вид контроля применим ко всем материалам, достаточно хорошо проводящим акустические волны: металлам, пластмассам, керамике, бетонам и т.д. Наибольшее распространение нашел ультразвуковой метод, который наряду с дефектоскопией позволяет обнаруживать неоднородности структуры, определять механические характеристики материалов, анализировать напряженное состояние и решать широкий огромный круг производственных проблем контроля и диагностики. Кроме ультразвукового существуют метод акустической эмиссии, вибрационный метод контроля и другие.

Капиллярный контроль (контроль проникающими веществами) основан на капиллярном проникновении индикаторных жидкостей в полости поверхностных дефектов и регистрации индикаторного рисунка (цветного, люминесцентного, контрастного). Применяют для обнаружения невидимых и слабовидимых невооруженным глазом поверхностных дефектов.

Магнитный вид неразрушающего контроля основан на регистрации магнитных полей рассеяния дефектов или магнитных свойств контролируемого объекта. Его применяют для контроля объектов из ферромагнитных материалов. Процесс намагничивания и перемагничивания ферромагнитного материала сопровождается гистерезисными явлениями. Свойства, которые требуется контролировать (химический состав, структура, наличие несплошностей и др.), обычно связаны с параметрами процесса намагничивания и

петлей гистерезиса, измеряя которые можно сделать вывод о наличии тех или иных отклонений от заданных параметров изделия.

Визуально – оптический вид неразрушающего контроля основан на взаимодействии светового излучения с контролируемым объектом. Применение инструментов (визуально-оптический контроль) типа луп, микроскопов, эндоскопов для осмотра внутренних полостей, проекционных устройств для контроля формы изделий, спроецированных в увеличенном виде на экран, значительно расширяет возможности оптического метода.

Радиационный вид неразрушающего контроля основан на взаимодействии проникающего ионизирующего излучения с контролируемым объектом. В зависимости от природы ионизирующего излучения вид контроля подразделяют на подвиды: рентгеновский, гамма-, бета- (поток электронов), нейтронный методы контроля. Этот вид неразрушающего контроля пригоден для любых материалов. Основным способом радиационного (рентгеновского и гамма-) контроля является метод прохождения. Имеются хорошие результаты по использованию обратнорассеянного излучения фотонов с целью рентгеновского контроля при одностороннем доступе к объекту.

Радиоволновой вид неразрушающего контроля основан на регистрации изменений параметров электромагнитных колебаний, взаимодействующих с контролируемым объектом. Обычно применяют волны сверх высокочастотного (СВЧ) диапазона длиной 1 – 100 мм и контролируют изделия из материала, где радиоволны не очень сильно затухают: диэлектрики (пластмассы, керамика, стекловолокно), магнитодиэлектрики (ферриты), полупроводники, тонкостенные металлические объекты.

Вихретоковый вид неразрушающего контроля основан на регистрации изменения взаимодействия собственного электромагнитного поля катушки с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых этой катушкой в контролируемом объекте. Интенсивность и распределение вихревых токов в объекте зависят от его геометрических размеров, электрических и магнитных свойств материала, от наличия в материале нарушений сплошности, взаимного расположения преобразователя и объекта. Вихретоковый вид неразрушающего контроля в различных вариантах применяют с целью обнаружения поверхностных и подповерхностных дефектов сплошности,

контроля геометрических размеров, химсостава, структуры, внутренних напряжений только электропроводящих материалов.

Тепловой вид неразрушающего контроля основан на регистрации тепловых полей, температуры или теплового контраста контролируемого объекта. Он применим к объектам из любых материалов. Наиболее эффективным средством бесконтактного наблюдения, регистрации температурных полей и тепловых потоков является сканирующий тепловизор.

Течеискание (контроль проникающими веществами) используют для выявления только сквозных дефектов в деталях и в перегородках. В полость дефекта проникающее вещество заходит либо под действием разности давлений, либо под действием капиллярных сил.

Электрический вид неразрушающего контроля основан на регистрации электрических полей и электрических параметров контролируемого объекта или полей, возникающих в контролируемом объекте в результате внешнего воздействия (термоэлектрический и трибоэлектрический методы). Первичными информативными параметрами являются электрические емкость или потенциал. Кроме названных, применяется емкостный метод для контроля диэлектрических или полупроводниковых материалов. Метод электрического потенциала применяют для контроля проводников с целью определения глубины несплошности вблизи поверхности проводника.

1. ВИЗУАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Визуально-оптический контроль – неразрушающего метод контроля основанный на взаимодействии светового излучения с контролируемым объектом. Это единственный метод неразрушающего контроля, который может выполняться и часто выполняется без какого-либо оборудования или проводится с использованием простейших измерительных средств. Он позволяет выявлять поверхностные поры и трещины, подрезы, кратеры, прожоги, свищи, наплывы, смещения кромок и другие дефекты. К недостаткам метода можно отнести низкую вероятность обнаружения мелких поверхностных дефектов, а также зависимость выявляемости дефектов от субъективных факторов (острота зрения, усталость, опыт ра-

боты выполняющего контроль специалиста) и условий контроля (освещенность, оптический контраст и др.). Тем не менее простота, малая трудоемкость и определенная информативность визуального и измерительного контроля делают его обязательным и предшествующим проведению неразрушающего контроля другими методами. Какими бы уникальными ни были методы и средства последующих контрольных операций, контроль изделий начинается с визуального осмотра невооруженным глазом. На оптимальном для глаз расстоянии в 250 мм различают детали размером $\sim 0,1$ мм.

Визуальный 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.

1.1. Физические основы визуально-оптического контроля

Оптическое излучение – электромагнитное излучение (волна) с длиной волны от 10^{-9} до 10^{-3} м. К оптическому излучению, помимо видимого света, воспринимаемого глазом, относятся инфракрасные и ультрафиолетовые излучения.

Видимое излучение (свет) – это излучение, которое непосредственно вызывает зрительное ощущение ($\lambda = 380 \dots 760$ нм).

Законы геометрической оптики

Контроль поверхностных дефектов непрозрачных материалов проводится в отраженном свете. По характеру распределения светового потока выделяют виды отражения:

- направленное (зеркальное);
- направленно-рассеянное – отражение от металла.
- рассеянное;
- диффузно-рассеянное.

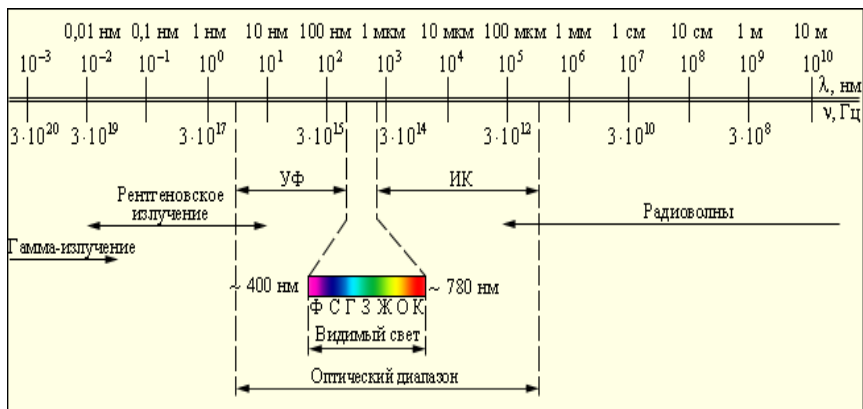


Рис. 1. Шкала электромагнитных волн

Законы отражения света:

1-й закон: Падающий и отраженный лучи, а также перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости (плоскость падения).

2-й закон: Угол падения α равен углу отражения γ .

Закон преломления света:

1-й закон: Падающий и преломленный лучи, а также перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости.

2-й закон: Углы падения и преломления связаны между собой законом Снеллиуса-Декарта: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$.

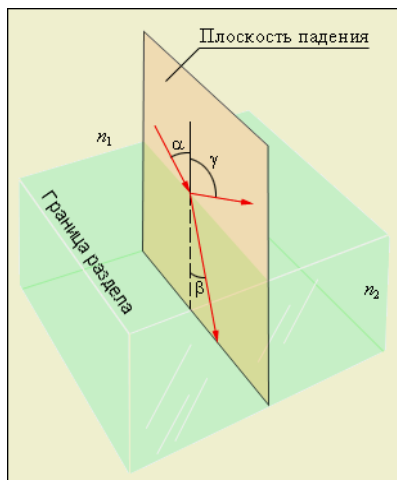


Рис. 2. Законы отражения света

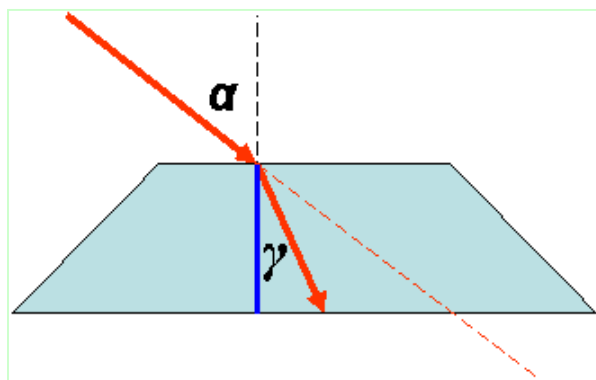


Рис. 3. Законы преломления света

Относительный показатель преломления двух сред равен отношению скорости распространения волн в первой среде v_1 к скорости их распространения во второй среде v_2 :

$$n = \frac{v_1}{v_2}$$

Абсолютный показатель преломления равен отношению скорости света c в вакууме к скорости света v в среде:

$$n = \frac{c}{v}$$

Среду с меньшим абсолютным показателем преломления называют оптически менее плотной. При переходе света из оптически более плотной среды в оптически менее плотную $n_2 < n_1$ можно наблюдать явление полного отражения, то есть исчезновение преломленного луча.

При критическом угле падения $\alpha_{\text{пр}} = \arcsin 1/n$ угол преломления равен 90° и наступает явление полного внутреннего отражения (при $\alpha > \alpha_{\text{пр}}$ все лучи отражаются, не преломляются).

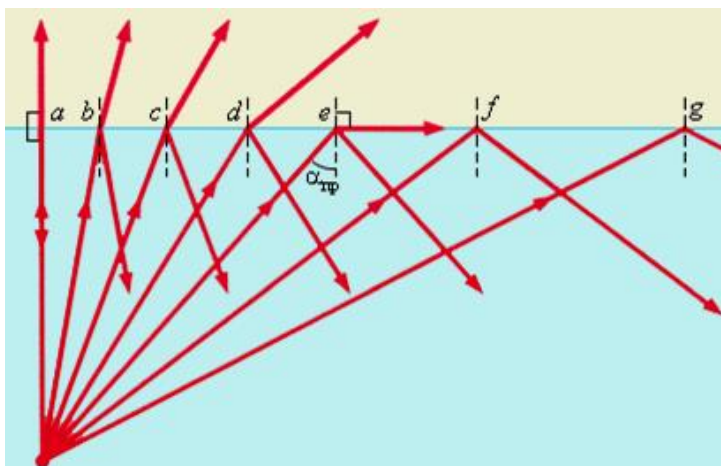


Рис. 4. Полное внутреннее отражение света

1.2. Глаз как средство контроля

Глаз человека является основным контрольным прибором в дефектоскопических производственных процессах. Визуально определяют состояние защитных покрытий, контролируют качество изделий по их цвету и осуществляют другие контрольные функции. Основные преломляющие элементы глаза – роговица и хрусталик.

Оптическая сила роговицы почти постоянна и составляет примерно 43 дптр. Хрусталик глаза представляет собой двояковыпуклую линзу, которая проецирует изображение предмета на сетчатку глаза. Кривизна хрусталика может изменяться. Этим обеспечивается изменение оптической силы хрусталика от 19 до 33 дптр и достигается аккомодация глаза, т. е. наводка на резкость.

Аккомодация – способность глаза приспособливаться к четкому видению различно удаленных предметов благодаря изменению кривизны хрусталика, его оптической силы.

Между роговицей и хрусталиком находится радужная оболочка с отверстием переменного диаметра – зрачком, который выполняет роль диафрагмы. При больших (дневных) освещенностях диаметр зрачка глаза равен 2 – 3 мм, а при низкой освещенности (менее 0,01лк) увеличивается до 6 – 8 мм.

В сетчатке, на которую фокусируется изображение, расположены светочувствительные клетки – палочки и колбочки. Палочки более светочувствительны, чем колбочки. При темновой адаптации они позволяют отличать белую поверхность от черной при освещенности 10^{-6} лк. Но палочки не различают цветов.

Адаптация – способность глаза приспособливаться к различным условиям освещенности. Колбочки чувствительны к цветам, но менее чувствительны к освещенности. Они не работают при освещенности 10^{-2} лк. Поэтому при низкой освещенности люди цветнослепы. Практически цветное зрение начинается при освещенности около 1 лк. При освещенности выше $10^2 - 10^3$ лк зрение является почти чисто колбочковым. Палочки и колбочки распределены в сетчатке неравномерно.

В соответствии с распределением в сетчатке палочек и колбочек поле зрения одного глаза условно можно разделить на три зоны:

- зона наиболее четкого видения – центральная с полем зрения около 2° ;
- зона ясного видения, в пределах которой (при неподвижном глазе) возможно опознавание предметов без различения мелких деталей, с полем зрения около 30° по горизонтали и около 22° по вертикали;
- зона периферического зрения, в пределах которой предметы не опознаются. Эта зона имеет важное значение для ориентации. Ве-

личина поля периферического зрения составляет 150° по горизонтали и 125° по вертикали.

Бинокулярное зрение – способность человека воспринимать рассматриваемый предмет одновременно обоими глазами. Обязательным условием бинокулярного зрения является перекрытие зрительного поля обоих глаз.

Видимость объектов. Контрастная чувствительность зрения

Под *видимостью* понимают степень различимости объектов при их наблюдении. Для НК существенное значение имеет видимость близко расположенных объектов. Эта видимость, помимо психофизиологических свойств зрения, зависит от продолжительности рассматривания, а также от следующих основных факторов: контраста, яркости, цвета, угловых размеров объектов, резкости их контуров и условий освещения.

Под *контрастом* понимают свойство объекта выделяться на окружающем фоне благодаря различию их оптических свойств.

Остротой зрения называют способность глаза замечать мелкие детали или различать их форму. Остроту зрения чаще всего определяют величиной минимального углового размера объекта, воспринимаемого глазом при максимальном контрасте.

Для нормального глаза в оптимальных условиях осмотра острота зрения составляет $1'$.

Разрешающей способностью называют способность глаза различать 2 точки раздельно друг от друга под минимальным углом. Острота зрения и разрешающая способность характеризуют возможность глаза видеть мелкие объекты.

Острота зрения и разрешающая способность зависят от освещенности объекта, диаметра зрачка глаза, продолжительности осмотра, спектральной характеристики объекта и других факторов. На разрешающую способность и остроту зрения оказывает влияние также *иррадиация*, которая заключается в кажущемся увеличении размеров светлых предметов на темном фоне.

Время, необходимое для возникновения зрительного ощущения, зависит от яркости объекта и длины волны и в среднем колеблется от 0,025 до 0,1 с.

Обычно для осмотра деталей естественного света недостаточно, поэтому даже в дневное время приходится пользоваться искусственным освещением. Освещенность на рабочем месте для контроля и система искусственного освещения выбираются в зависимости от цвета и яркости проверяемых деталей, размеров отыскиваемых дефектов и их контраста с фоном.

Общее освещение – светильники равномерно распределены по всей площади помещения и создают во всех его точках примерно одинаковую освещенность.

Местное освещение – светильники (стационарные или переносные) расположены только на рабочем месте. При таком освещении в разных точках помещения создается резко различающаяся освещенность.

Комбинированное освещение – на рабочих местах имеется местное освещение, а по всей площади помещения – общее, создающее освещенность не менее 10 % от нормируемой при комбинированном освещении.

Параметры источника излучения выбирают так, чтобы обеспечить максимальный контраст изображения. Наименьший размер выявляемых дефектов должен не менее чем в 3 раза превышать величину микронеровностей рельефа поверхности.

Все виды визуально-оптического контроля требуют повышенной остроты зрения, чтобы с максимальной быстротой обнаруживать, воспринимать и различать дефекты на поверхности деталей или, внутри полых изделий и закрытых конструкций. Для глаза наиболее благоприятные условия создают так называемые оптимальные цвета. К ним относятся достаточно светлые тона желтой и зеленой зоны спектра при слабой и средней их насыщенности.

Оптические системы. Средства контроля

Визуальные оптические приборы, используемые при визуальном контроле для поиска дефектов в деталях и конструкциях, по назначению разделяют на три группы:

1) приборы для контроля мелких близко расположенных объектов, т.е. деталей и изделий, расположенных от глаза контролера в пределах расстояния наилучшего зрения – 250 мм (лупы, микроскопы);

2) приборы для контроля удаленных объектов, т.е. расположенных далее 250 мм (телескопические лупы, зрительные трубы, бинокли);

3) приборы для контроля скрытых объектов – внутренних поверхностей отверстий, полых деталей и конструкций (эндоскопы, бороскопы, перископические дефектоскопы и др.).

Луна – оптическая система, состоящая из линзы или нескольких линз.

Эндоскоп – смотровой прибор для скрытых поверхностей, построены на базе волоконной, линзовой оптики и механических устройств. Волоконно-оптическая техника построена на основе явления полного внутреннего отражения.

1.3. Комплект для визуально-оптического контроля

1 - Универсальный шаблон сварщика УШС-3, предназначен для контроля элементов разделки под сварной шов, электродов и элементов сварного шва.

2 - Лупа ЛП-3 (трехкратная) для просмотра деталей, мелких предметов.

3 - Лупа ЛП-6 (шестикратная) для просмотра деталей, мелких предметов и т.д.

4 - Лупа измерительная ЛИ-10 (десятикратная) для измерения линейных размеров плоских предметов с помощью шкалы, выполненной на стеклянной пластине.

5 - Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 с глубиномером.

6 - Линейка металлическая Л-300.

7 - Набор радиусных шаблонов для оценки радиусов выпуклых и вогнутых поверхностей

№ 1 ($R = 1 \dots 6\text{мм}$)

№ 3 ($B = 7 \dots 25\text{мм}$)

8 - Набор щупов для контроля зазоров № 4 (0,1 ... 1мм).

9 - Угольник металлический 150 × 100 мм.

10 - Фонарик миниатюрный.

11 - Смотровое зеркало (поворотное) $L = 140$ мм.

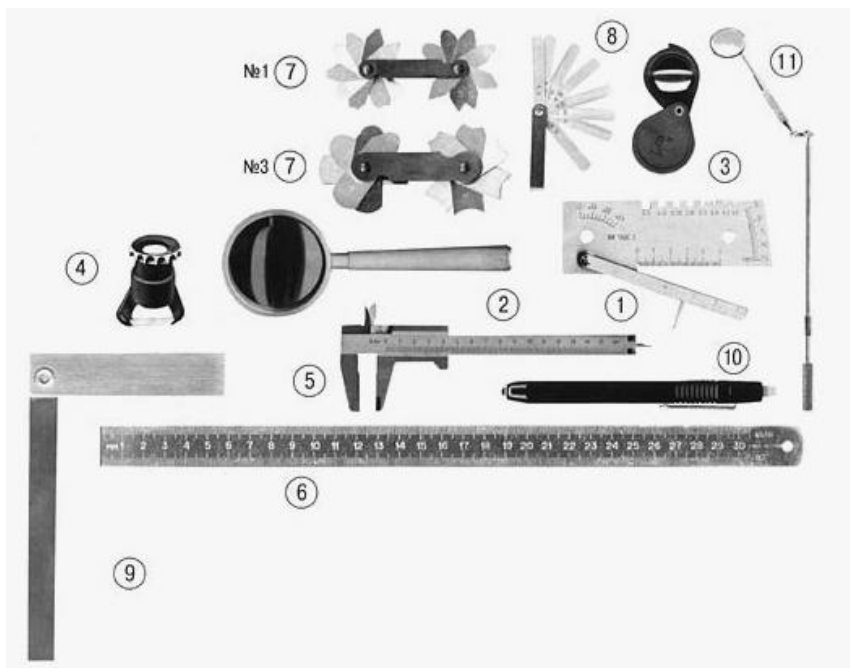


Рис. 5. Средства для визуально-оптического контроля

2. КЛАССИФИКАЦИЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ШВОВ

Сварным соединением называется участок конструкции, в котором отдельные ее элементы соединены с помощью сварки. В это соединение входят сварной шов, прилегающая зона основного металла со структурными и другими изменениями в результате термического воздействия (зона термического влияния) и примыкающая к ней зона основного металла.

Сварной шов – участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла.

Металл шва – сплав, образованный расплавленным основным и наплавленным металлами или только переплавленным основным металлом.

Основной металл – металл подвергающихся сварке соединяемых частей.

Зона сплавления – зона, где находятся частично оплавленные зерна металла на границе основного металла и металла шва. Эта зона нагрева ниже температуры плавления. Нерасплавленные зерна в этой зоне разъединяются жидкими прослойками, связанными с жидким металлом сварочной ванны и в эти прослойки имеют возможность проникать элементы, введенные в ванну с дополнительным металлом или сварочными материалами. Поэтому химический состав этой зоны отличен от химического состава основного металла.

Зона термического влияния – участок основного металла, не подвергшийся расплавлению, структура и свойства которого изменились в результате нагрева при сварке, наплавке или резке.

В металлических конструкциях встречаются следующие основные типы сварных соединений: *стыковые, угловые, тавровые, нахлесточные и торцовые* сварные соединения.

Основные типы сварных соединений

Стыковое соединение – сварное соединение двух элементов, примыкающих друг к другу торцовыми поверхностями и расположенных в одной плоскости или на одной поверхности (рис. 6). Поверхности элементов могут быть несколько смещены при соединении листов разной толщины.



Рис. 6. Стыковое сварное соединение

Угловое соединение – сварное соединение двух элементов, расположенных под углом и сваренных в месте примыкания их краев (рис. 7).

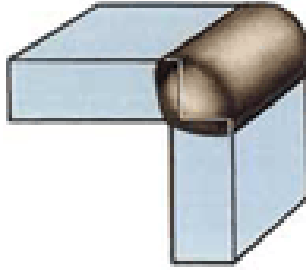


Рис. 7. Угловое сварное соединение

Тавровое соединение – сварное соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом и приварен к боковой поверхности другого элемента (рис. 8).

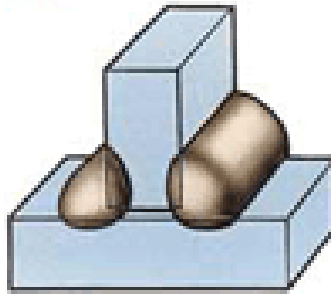


Рис. 8. Тавровое сварное соединение.

Нахлесточное соединение – сварное соединение, в котором сваренные элементы расположены параллельно и частично перекрывают друг друга (рис. 9). Отсутствие опасности прожогов при сварке облегчает применение высокопроизводительных режимов сварки. Применение нахлесточных соединений облегчает сборку и сварку швов, выполняемых при монтаже конструкций (монтажных швов).

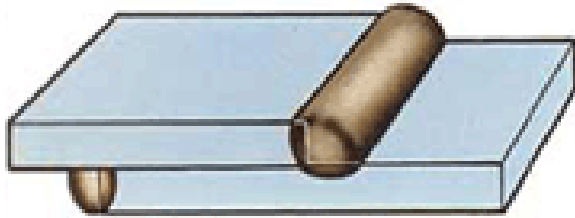


Рис. 9. Нахлесточное сварное соединение.

Торцовое соединение – сварное соединение, в котором боковые поверхности сваренных элементов примыкают друг к другу (рис. 10).

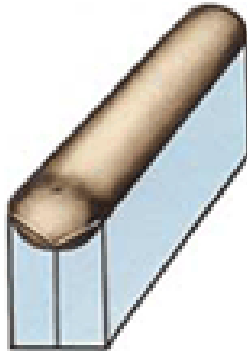


Рис. 10. Торцовое сварное соединение.

Классификация сварных швов

Сварные швы подразделяются:

- по положению в пространстве;
- по протяженности;
- по отношению к направлению действующих усилий;
- по форме наружной поверхности (выпуклости сварного шва);
- по условиям работы сварного узла;
- по ширине;
- по числу проходов (слоев);
- по характеру выполнения.

Классификация по положению в пространстве

Сварка швов в нижнем положении по сравнению со сваркой других швов наиболее удобна и экономична (при прочих равных условиях).



Рис. 11. Классификация по положению в пространстве:
1 – нижнее положение; 2 – горизонтальное или вертикальное положения; 3 –
потолочное положение

Классификация по протяженности

Швы делят на:

- сплошные (рис. 12);
- прерывистые:
 - цепные (рис. 13);
 - шахматные (рис. 14).



Рис. 12. Сплошной сварной шов

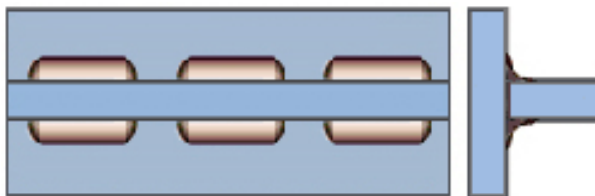


Рис. 13. Цепной сварной шов

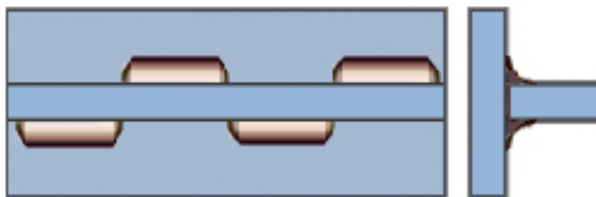


Рис. 14. Шахматный сварной шов

Классификация по отношению к направлению действующих усилий

Швы подразделяются на:

- продольный (фланговый) – усилие параллельно оси шва (рис. 15);
- поперечный (лобовой) – ось шва перпендикулярна направлению действия усилий (рис. 16);
- комбинированный – комбинация продольного и поперечного швов (рис. 17);
- косой – ось шва располагается под углом к направлению действующих усилий (рис. 18).

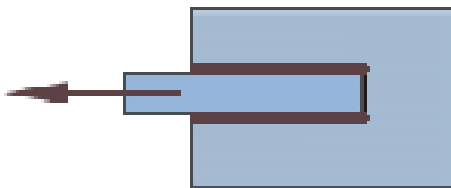


Рис. 15. Продольный сварной шов

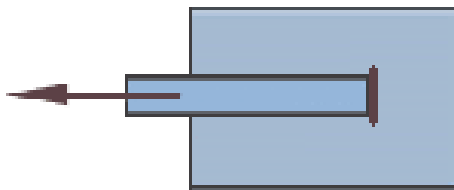


Рис. 16. Поперечный сварной шов

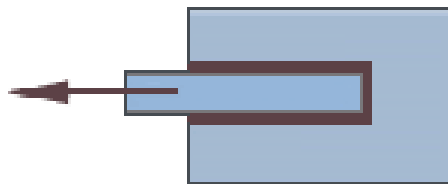


Рис. 17. Комбинированный сварной шов

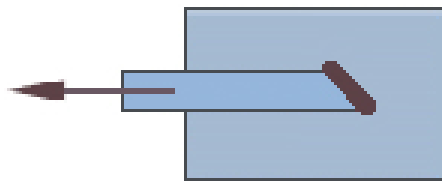


Рис. 18. Косой сварной шов

Классификация по форме наружной поверхности

Швы подразделяются:

- нормальные (рис. 19);
- выпуклые (усиленные) (рис. 20);
- вогнутые (ослабленные) (рис. 21).



Рис. 19 Нормальный сварной шов

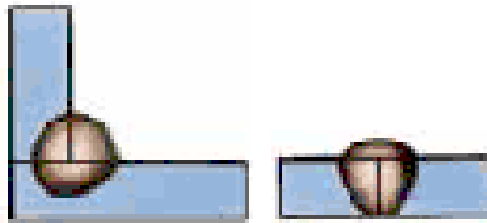


Рис. 20 Выпуклый сварной шов



Рис. 21 Вогнутый сварной шов

Выпуклые швы лучше работают в соединениях при статических нагрузках, однако чрезмерный наплыв приводит к лишнему расходу электродного металла и поэтому выпуклые швы неэкономичны.

Плоские и вогнутые швы лучше работают при динамических и знакопеременных нагрузках, так как нет резкого перехода от основного металла к сварному шву. В противном случае создается концентрация напряжений, от которых может начаться разрушение сварного шва.

Классификация по условиям работы сварного узла

В процессе эксплуатации изделия сварные швы подразделяют:

- рабочие – которые непосредственно воспринимают нагрузки;
- нерабочие (соединительные или связующие) – предназначенные только для скрепления частей или деталей изделия.

Классификация по ширине

Швы делятся на:

- *ниточные* – с шириной шва равной или незначительно превышающей диаметр электрода, выполняются без поперечных колебательных движений сварочного электрода;

- *уширенные* – выполняют с поперечными колебательными движениями электрода;

Ниточные швы обычно выполняют при сварке тонкого металла, а уширенные швы – при наплавочных работах.

Классификация по числу проходов (слоев)

По числу проходов (слоев) сварные швы подразделяются:

- *однопроходные (однослойные)*;
- *многопроходные (многослойные)* (рис. 22).

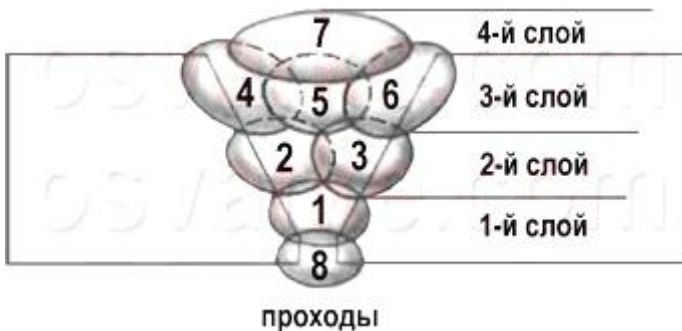


Рис. 22. Многослойный сварной шов

Многослойный шов используется при сварке толстого металла, а также чтобы уменьшить зону термического влияния. Проход – однократное перемещение источника тепла в одном направлении при сварке или наплавке. Валиком называется часть металла сварного шва, которая была наплавлена за один проход. Слой сварного шва – металл шва, состоящий из одного, двух или нескольких валиков, которые размещены на одном уровне поперечного сечения шва.

При сварке каждый слой многослойного стыкового шва, кроме усиления и подварочного шва, отжигается при наложении следующего слоя. В результате такого теплового воздействия улучшается структура и механические свойства металла шва.

Классификация по характеру выполнения

Швы делят на:

- односторонние (рис. 23);
- двусторонние (рис. 24).



односторонний шов

Рис. 23. Односторонний сварной шов



двусторонний шов

Рис. 24. Двусторонний сварной шов

Геометрические параметры сварного шва

Основные геометрические параметры стыкового шва (рис. 25):

S – толщина свариваемого металла;

e – ширина сварного шва;

q – выпуклость стыкового шва – наибольшая высота (глубина) между поверхностью сварного шва и уровнем расположения поверхности сваренных деталей;

h – глубина провара (глубина проплавления) – наибольшая глубина расплавления основного металла;

t – толщина шва, $t = q + h$;

b – зазор.

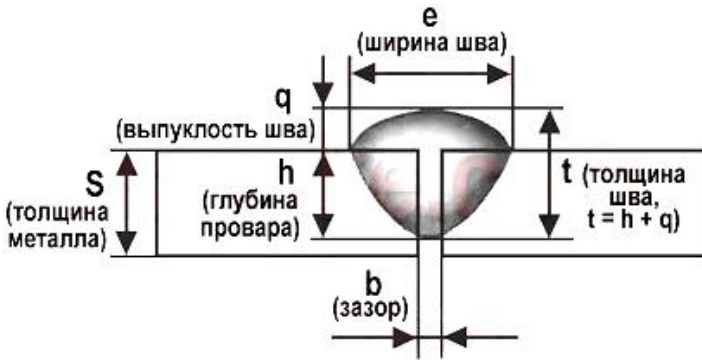


Рис. 25. Стыковой сварной шов

Основные геометрические параметры углового шва (рис. 26):

k – катет углового шва – кратчайшее расстояние от поверхности одной из свариваемых деталей до границы углового шва на поверхности второй свариваемой детали;

q – выпуклость шва;

ρ – расчетная высота углового шва – длина перпендикулярной линии, проведенной из точки наибольшего проплавления в месте сопряжения свариваемых частей к гипотенузе наибольшего прямоугольного треугольника, вписанного во внешнюю часть углового шва;

a – толщина углового шва, $a = q + \rho$.

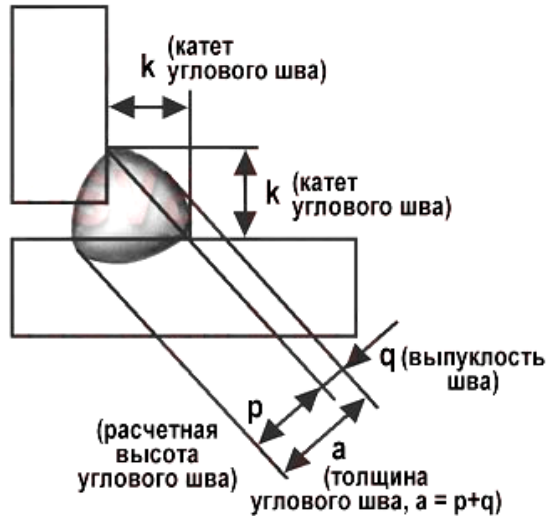


Рис. 26. Угловой сварной шов

Корнем сварного шва называется часть шва, которая наиболее удалена от его лицевой поверхности. **Подварочный шов** – меньшая часть двустороннего шва, выполняемая заранее для предотвращения прожогов при дальнейшей сварке основного шва или укладываемая в последнюю очередь в корень шва (рис. 27).

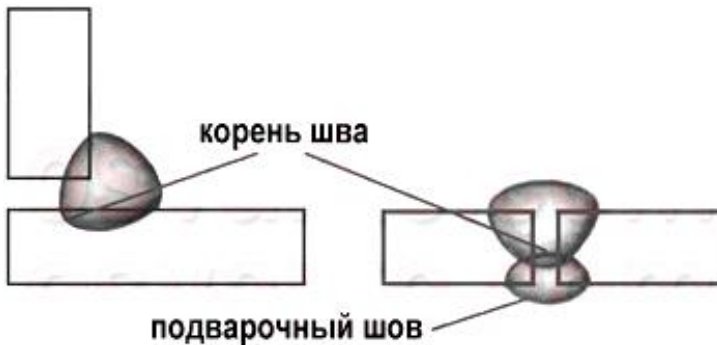


Рис. 27. Корень сварного шва

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ВИЗУАЛЬНО-ОПТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ (НАПЛАВОК)

1. Визуально-оптический контроль сварных соединений (наплавки) выполняется при производстве сварочных (наплавочных) работ и на стадии приемосдаточного контроля готовых сварных соединений. В случае если контролируется многослойное сварное соединение, визуальный контроль и регистрация его результатов могут проводиться после выполнения каждого слоя.

2. Послойный визуальный контроль в процессе сварки выполняется с целью выявления недопустимых поверхностных дефектов (трещин, пор, включений, прожогов, свищей, усадочных раковин, несплавлений, грубой чешуйчатости, западаний между валиками, наплывов) в каждом слое (валике) шва. Выявленные при контроле дефекты подлежат исправлению перед началом сварки последующего слоя (валика) шва.

3. В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать:

- отсутствие (наличие) поверхностных трещин всех видов и направлений;

- отсутствие (наличие) на поверхности сварных соединений дефектов (пор, включений, скоплений пор и включений, отслоений, прожогов, свищей, наплывов, усадочных раковин, подрезов, непроваров, брызг расплавленного металла, западаний между валиками, грубой чешуйчатости, а также мест касания сварочной дугой поверхности основного материала);

- качество зачистки металла в местах приварки временных технологических креплений, а также отсутствие поверхностных дефектов в местах зачистки;

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

- наличие маркировки (клеймения) шва и правильность ее выполнения.

4. В выполненном сварном соединении измерениями необходимо контролировать:

- размеры поверхностных дефектов (поры, включения и др.), выявленных при визуальном контроле;

- высоту и ширину шва, а также вогнутость и выпуклость обратной стороны шва;
- высоту (глубину) углублений между валиками (западания межваликовые) и чешуйчатости поверхности шва;
- подрезы (глубину и длину) основного металла;
- отсутствие непроваров (за исключением конструктивных непроваров) с наружной и внутренней стороны шва;
- размеры катета углового шва;
- отсутствие переломов осей сваренных цилиндрических элементов. Измеряемые параметры и требования к выполнению измерительного контроля сварных швов приведены на рис. 28.

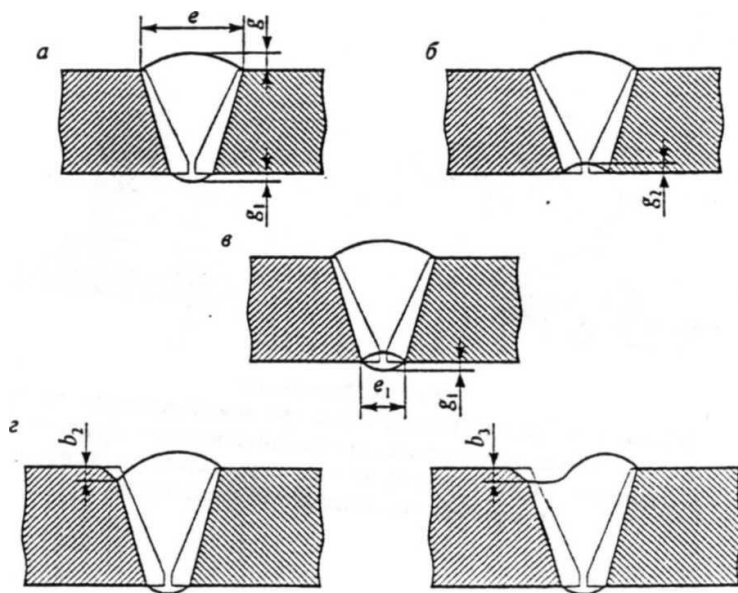


Рис. 28. Конструктивные элементы и дефекты сварного шва, подлежащие измерительному контролю (начало): *а, б* – размеры (ширина, высота) стыкового одно-стороннего шва с наружной и внутренней стороны; *в* – то же двухстороннего сварного шва; *г* – подрез и неполное заполнение разделки кромок

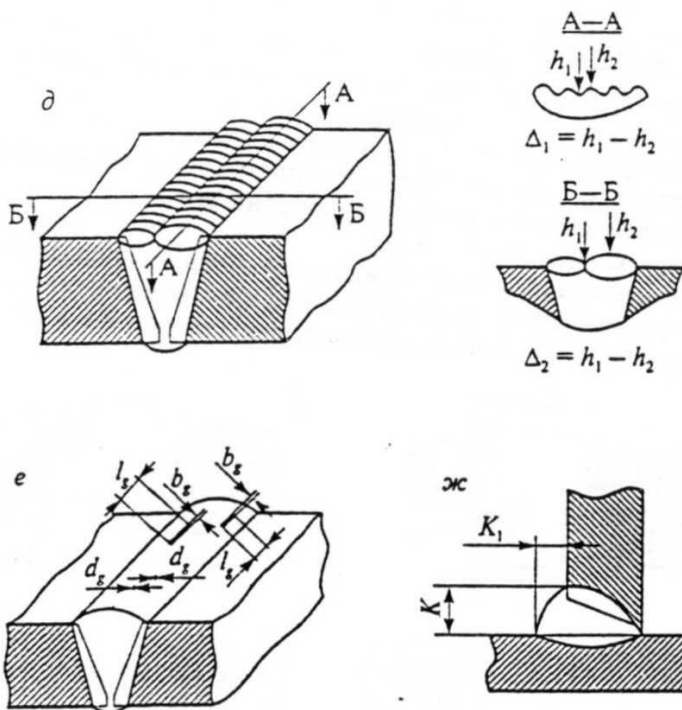


Рис. 28. Окончание: δ – чешуйчатость (Δ_1) шва и западание между валиками шва (Δ_2); e – размеры поверхностных включений (диаметр – d_g ; длина – l_g ; ширина – b_g включения); $ж$ – размеры катета шва углового (таврового, нахлесточного) соединения

5. Измерительный контроль геометрических размеров сварного соединения (конструктивных элементов сварных швов, геометрического положения осей или поверхностей сваренных деталей, углублений между валиками и чешуйчатости поверхности шва, выпуклости и вогнутости корня односторонних швов и т.д.) следует проводить в местах, указанных в рабочих чертежах, а также в местах, где допустимость указанных показателей вызывает сомнения по результатам визуального контроля.

При контроле стыковых сварных соединений труб наружным диаметром до 89 мм включительно с числом однотипных соедине-

ний более 50 на одном изделии допускается определение размеров шва выполнять на 10 - 20 % соединений в одном-двух сечениях, при условии, что при визуальном контроле, которому подвергают все соединения, нет сомнений в части отклонения размеров (ширина, высота) шва от допуска.

6. При измерительном контроле наплавленного антикоррозионного покрытия его толщину на цилиндрических поверхностях проводить не менее чем через 0,5 м в осевом направлении и через каждые 60° по окружности при ручной наплавке и 90° при автоматической наплавке.

На плоских и сферических поверхностях проводят не менее одного замера на каждом участке размером до 0,5×0,5 м при автоматической наплавке.

7. При контроле угловых швов сварных соединений катеты сварного шва измеряют с помощью специальных шаблонов. Определение размеров высоты, выпуклости и вогнутости углового шва выполняется расчетным путем и только в тех случаях, когда это требование предусмотрено конструкторской документацией. Измерение выпуклости, вогнутости и высоты углового шва проводится с помощью шаблонов.

8. Измерение глубины западаний между валиками при условии, что высоты валиков отличаются друг от друга, выполняют относительно валика, имеющего меньшую высоту. Аналогично определяют и глубину чешуйчатости валика (по меньшей высоте двух соседних чешуек).

9. Измерительный контроль сварных соединений и наплавки (высота и ширина сварного шва, толщина наплавки, размеры катетов угловых швов, западания между валиками, чешуйчатость шва, выпуклость и вогнутость корневого шва, величина перелома осей соединяемых цилиндрических элементов, форма и размеры грата и т.д.), следует выполнять на участках шва, где допустимость этих показателей вызывает сомнение по результатам визуального контроля.

10. Выпуклость (вогнутость) стыкового шва оценивается по максимальной высоте (глубине) расположения поверхности шва от уровня расположения наружной поверхности деталей. В том случае, когда уровни поверхностей деталей одного типоразмера (диаметр, толщина) отличаются друг от друга, измерения следует проводить

относительно уровня поверхности детали, расположенной выше уровня поверхности другой детали (рис. 29).

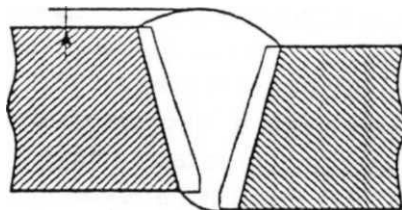


Рис. 29. Измерение выпуклости (вогнутости) g стыкового шва при различном уровне наружных поверхностей деталей, вызванном смещением при сборке соединения под сварку

В том случае, когда выполняется сварка деталей с различной толщиной стенки и уровень поверхности одной детали превышает уровень поверхности второй детали, оценку выпуклости (вогнутости) поверхности шва выполняют относительно линии, соединяющей края поверхности шва в одном сечении (рис. 30).

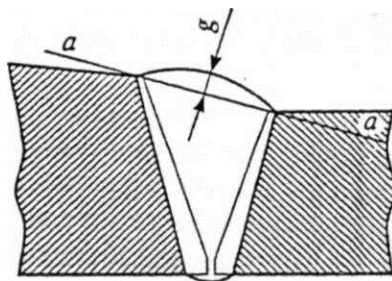


Рис. 30. Измерение выпуклости (вогнутости) g стыкового шва при различном уровне наружных поверхностей деталей, вызванном разницей в толщинах стенок

11. Выпуклость (вогнутость) углового шва оценивается по максимальной высоте (глубине) расположения поверхности шва от линии, соединяющей края поверхности шва в одном поперечном сечении (рис. 31).

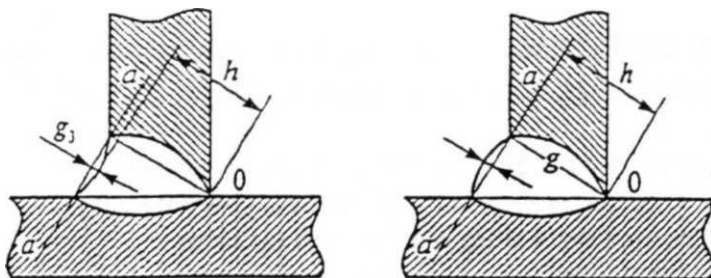


Рис. 31. Измерение выпуклости (g) и вогнутости (g_3) наружной поверхности и высоты (h) углового шва

12. Выпуклость (вогнутость) корня шва оценивается по максимальной высоте (глубине) расположения поверхности корня шва от уровня расположения внутренних поверхностей сваренных деталей.

В том случае, когда уровни внутренних поверхностей разные, измерения выпуклости (вогнутости) корня шва следует проводить согласно рис. 32.

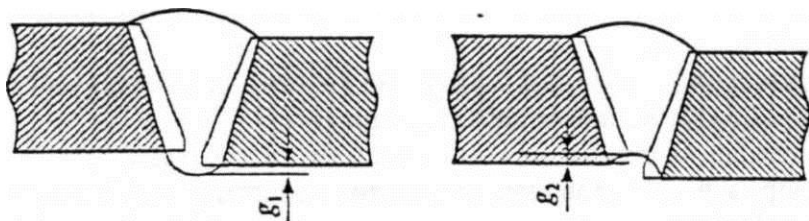
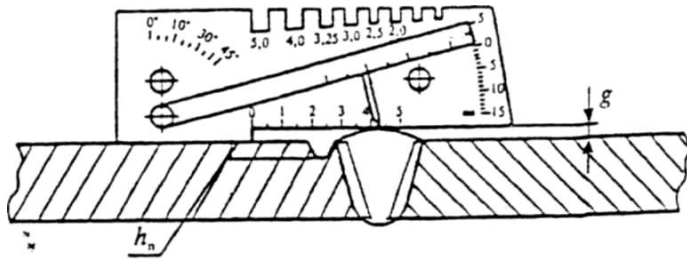
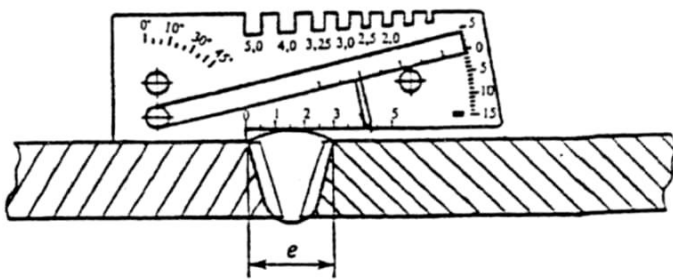


Рис. 32. Измерение выпуклости (g_1) и вогнутости (g_2) корня шва стыкового одностороннего шва

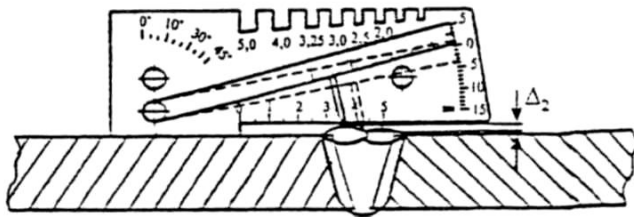
13. Измерения отдельных размеров сварного соединения с помощью универсального шаблона типа УШС приведены на рис. 33.



a



б



в

Рис. 33. Измерения с помощью шаблона УШС размеров сварного шва:
a – измерение высоты шва g и глубины подреза h_n ; *б* – измерение ширины шва e ;
в – измерение западений между валиками Δ_2

14. Измерения чешуйчатости и западений между валиками шва, глубины и высоты углублений (выпуклостей) в сварном шве и металле разрешается определять по слепку, снятому с контролируе-

мого участка. Для этого применяют пластилин, воск, гипс и другие материалы. Измерения проводят с помощью измерительной лупы или на микроскопе после разрезки слепка механическим путем.

4. ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ВИЗУАЛЬНО-ОПТИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ

Несплошность	Обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, непроваров и включений
Трещина сварного соединения. Трещина	Дефект сварного соединения в виде разрыва металла в сварном шве и (или) прилегающих к нему зонах сварного соединения и основного металла
Продольная трещина сварного соединения. Продольная трещина	Трещина сварного соединения, ориентированная вдоль оси сварного шва
Поперечная трещина сварного соединения. Поперечная трещина	Трещина сварного соединения, ориентированная поперек оси сварного шва
Разветвленная трещина сварного соединения. Разветвленная трещина	Трещина сварного соединения, имеющая ответвления в различных направлениях, или группа соединенных трещин, отходящих от одной общей трещины
Радиальная трещина	Несколько трещин разного направления, исходящих из одной точки (могут располагаться в металле сварного шва, в зоне термического влияния, в основном металле) Примечание. Маленькие трещины этого типа известны как звездообразные трещины
Кратерная трещина. Трещина в кратере	Трещина (продольная, поперечная, разветвленная) в кратере валика (слоя) сварного шва
Включение	Полость в металле, заполненная газом, шлаком или инородным металлом; обобщенное наименование пор, шлаковых и вольфрамовых включений

Несплошность	Обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, непроваров и включений
Шлаковое включение сварного шва. Шлаковое включение	Полость в металле, в том числе сварном шве, заполненная шлаком
Флюсовое включение	Полость в металле сварного шва, заполненная нерасплавившимся флюсом, попавшим в металл шва во время затвердевания
Вольфрамовое включение	Внедрившаяся в металл шва нерасплавленная частица (осколок) неплавящегося вольфрамового электрода
Окисное включение	Окисел металла, попавший в металл шва во время затвердевания
Пора	Заполненная газом полость округлой формы
Отслоение	Дефект в виде нарушения сплошности сплавления наплавленного металла с основным металлом
Кратер. Усадочная раковина сварного шва	Дефект в виде полости или впадины, образовавшийся при усадке расплавленного металла при затвердевании (располагается, как правило, в местах обрыва дуги или окончания сварки)
Свищ в сварном шве	Дефект в виде воронкообразного или трубчатого углубления в сварном шве. Примечание. Обычно свищи группируются в скопления и распределяются елочкой
Подрез	Острые конусообразные углубления на границе поверхности сварного шва с основным металлом
Брызги металла	Дефект в виде затвердевших капель расплавленного металла на поверхности сваренных или наплавленных деталей с образованием или без образования кристаллической связи с основным металлом

Несплошность	Обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, непроваров и включений
Непровар. Неполный провар	Дефект в виде несплавления в сварном соединении вследствие неполного расплавления кромок основного металла или поверхностей ранее выполненных валиков сварного шва
Углубление (западание) между валиками шва	Продольная впадина между двумя соседними валиками (слоями) шва (оценивается по максимальной глубине)
Чешуйчатость сварного шва	Поперечные или округлые (при автоматической сварке под флюсом — удлиненно-округлые) углубления на поверхности валика, образовавшиеся вследствие неравномерности затвердевания металла сварочной ванны (оценивается по максимальной глубине)
Выпуклость (превышение проплавления) корня шва	Часть одностороннего сварного шва со стороны его корня, выступающая над уровнем расположения поверхностей сваренных деталей (оценивается по максимальной высоте расположения поверхности корня шва над указанным уровнем)
Вогнутость корня шва	Дефект в виде углубления на поверхности обратной стороны сварного одностороннего шва (оценивается по максимальной глубине расположения поверхности корня шва от уровня расположения поверхностей сваренных деталей)
Максимальный размер включения	Наибольшее расстояние a между точками внешнего контура включения
Максимальная ширина включения	Наибольшее расстояние b между двумя точками внешнего контура включения, измеренное в направлении, перпендикулярном максимальному размеру включения
Цепочка пор. Личейная пористость	Группа пор в сварном шве, расположенная в линию, параллельно оси сварного шва

Несплошность	Обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, непроваров и включений
Включение одиночное	Включение, минимальное расстояние, от края которого до края любого соседнего включения – не менее максимальной ширины каждого из двух рассматриваемых включений, но не менее трехкратного максимального размера включения с меньшим значением этого показателя (из двух рассматриваемых)
Скопление включений	Два или несколько включений (пор, шлаковых и прочих включений), минимальное расстояние между краями которых менее установленных для одиночных включений, но не менее максимальной ширины каждого из любых двух рассматриваемых соседних включений
Превышение усиления сварного шва	Избыток наплавленного металла на лицевой стороне (сторонах) стыкового шва
Превышение выпуклости	Избыток наплавленного металла на лицевой стороне углового шва
Местное превышение проплава	Местный избыточный проплав (с внутренней стороны одностороннего шва)
Неправильный профиль сварного шва	Слишком малый угол (α) между поверхностью основного металла и плоскостью касательной к поверхности сварного шва
Наплыв	Дефект в виде металла, натекшего в процессе сварки (наплавки) на поверхность сваренных (наплавленных) деталей или ранее выполненных валиков и неславившегося с ними
Перелом осей деталей. Угловое смещение	Смещение между двумя свариваемыми деталями, при котором их плоские поверхности непараллельны (или не направлены под определенным углом)

Несплошность	Обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, непроваров и включений
Прожег сварного шва	Дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве, образовавшийся вследствие вытекания части жидкого металла сварочной ванны в процессе выполнения сварки
Не полностью за-полненная разделка кромок	Продольная непрерывная или прерывистая вогнутость на поверхности сварного шва из-за недостаточности присадочного металла
Асимметрия углового шва	Несоответствие фактического значения катета шва проектному значению
Неравномерная ширина шва	Чрезмерное колебание ширины шва
Неравномерная поверхность шва	Чрезмерная неровность наружной поверхности шва
Плохое возобновление шва	Местная неровность поверхности в месте возобновления сварки

Дефекты поверхности основного металла

Несплошность	Обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, непроваров и включений
Случайное оплавление основного металла в результате зажигания или гашения дуги	Местное повреждение поверхности основного металла, примыкающего к сварному шву, возникшее в результате случайного и (или) преднамеренного возбуждения дуги вне разделки соединения
Задир поверхности основного металла	Повреждение поверхности, вызванное удалением путем отрыва временного технологического крепления
Утонение металла	Уменьшение толщины металла вследствие чрезмерного его удаления при обработке абразивным инструментом

Несплошность	Обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, непроваров и включений
Остатки поджога от резки	Темное пятно, отличающееся по травимости от основного металла, или углубление, частично заполненное расплавленным металлом и шлаком, образовавшееся при резке на анодно-механических станках
Дефект рубки металла	Трещины или рваные вязкие изломы
Пузыри в поверхностных слоях металла	Полости, имеющие в поперечном сечении округлую форму, а в продольном сечении – форму капсулы, ориентированной перпендикулярно оси слитка. При выходе пузырей на поверхность слитка имеют вид отверстий округлой формы
Завороты корки	Завернувшиеся корки металла, окислившиеся заливины и брызги, расположенные у поверхности слитков. В деформированном металле дефект представляет собой или разрывы, или частичное отслоение, образовавшееся в результате раскатки завернувшихся корок или брызг
Загрязнения и волосовины	Загрязнения поверхности слитков, прутков и других изделий неметаллическими включениями (шлаком, огнеупорами, утепляющими смесями, оксидами и др.). Имеют вид пристывших или частично залитых металлом кусков или мелких частиц светло-серого, темно-серого или коричневого цвета
Ус	Продольный выступ с одной стороны прутка или с двух диаметрально противоположных его сторон

Несплошность	Обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, непроваров и включений
Трещины горячие (кристаллизационные)	Извилистый окисленный разрыв металла, более широкий у поверхности и сужающийся вглубь, образовавшийся в период кристаллизации металла вследствие растягивающихся напряжений, превышающих прочность наружных слоев слитка
Дефект от вдавливания в слиток кернов клещей крана	Углубления на блюмах и слябах, образовавшиеся от вдавливания острых кернов клещей крана в горячие слитки при их транспортировке. По виду дефект напоминает единичную чечевицеобразную, широко открытую, сравнительно короткую трещину
Трещина напряжения	Направленный в глубь металла разрыв, часто под прямым углом к поверхности, образовавшийся вследствие объемных изменений, связанных со структурными превращениями или с нагревом и охлаждением металла
Трещина шлифовочная	Сетка паутинообразных разрывов или отдельных произвольно направленных поверхностных разрывов, образовавшихся при шлифовке металла. Очень тонкие, извилистые и проникающие в глубь металла зигзагами или ступеньками с ответвлениями
Трещины травильные	Разрывы, образовавшиеся при травлении металла с внутренними напряжениями, вызванными структурными превращениями или деформацией. Травильные трещины иногда образуют поверхностную сетку, подобную сетке шлифовочных трещин

Несплошность	Обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, непроваров и включений
Рванины	Раскрытые разрывы, расположенные перпендикулярно или под углом к направлению наибольшей вытяжки металла
Прокатные плены	Отслоения металла языкообразной формы, соединенные с основным металлом и образованные вследствие раскатки или расковки рванин
Чешуйчатость	Отслоения или разрывы в виде сетки, образовавшиеся при прокатке из-за перегрева (пережога) или пониженной пластичности металла периферийной зоны
Прожоги	Дефекты, образующиеся при локальном перегреве металла (шлифование, электрохимическое клеймение, спектральный анализ и др.), являющиеся структурными концентраторами напряжений, в зоне которых может возникнуть растрескивание
Подрез	Продольное углубление по всей длине прутка или на отдельных участках его поверхности, образовавшееся из-за неправильной настройки валковой арматуры или одностороннего перекрытия калибра. Прокатный подрез может иметь волнистый или зазубренный край
Морщины	Группа чередующихся продольных углублений и выступов
Риска	Прямоугольное продольное углубление с закругленным или плоским дном, образовавшееся из-за царапания поверхности металла наварями и другими выступами
Отпечатки	Углубления или выступы, расположенные по всей поверхности металла или на отдельных его участках

Несплошность	Обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, непроваров и включений
Рябизна	Углубление от вдавленной окалины, образовавшееся при ковке, прокатке или правке металла с толстым слоем окалины
Заусенец	Острый в виде гребня выступ на конце прутка, образовавшийся при резке металла
Остатки окалины	Окалина, не удаленная с отдельных участков прутков
Перетрав	Местное или общее разъедание поверхности металла при травлении
Царапина	Канавка неправильной формы и произвольного направления, образовавшаяся в результате механических повреждений, в том числе при складировании и транспортировке металла
Раковины от вдавленной окалины	Отдельные углубления, иногда частично вытянутые вдоль направления прокатки, образующиеся при выпадании и вытравливании вкатанной окалины
Вкатанный кусок металла	Приварившийся кусок инородного металла к металлу основного материала

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО КУРСУ «МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ»

Целью выполнения лабораторной работы является практическое закрепление студентами теоретических знаний, полученных при изучении лекционного материала по дисциплине. Перед выполнением лабораторной работы студент получает допуск к ее выполнению. При подготовке к допуску студент изучает не только матери-

ал, представленный в данном издании, но и теоретические положения по работе, изложенные в курсе лекций.

После выполнения работы студент готовит отчет, в котором сформулированы цели работы, основные теоретические положения и результаты проведенной лабораторной работы. Отчет о лабораторной работе должен включать:

- фамилию, имя, отчество и номер группы студента;
- описание цели лабораторной работы;
- краткое описание принципа действия прибора или схемы установки;
- необходимые графики, таблицы с результатами испытаний.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

«ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ВИЗУАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ КОНТРОЛЯ»

Цель работы:

- отработать практические навыки выявления дефектов визуально-оптическим методом контроля;
- научиться классифицировать дефекты и оценивать их качество по нормативным документам.

Подробные указания по выполнению контроля

1. Установить аппаратуру в соответствии со схемой освещения.
2. Проверить возможность создания требуемых уровней освещенности 350 лк.
3. Осмотр невооруженным глазом при освещенности не менее 350 лк, измерение обнаруженных дефектов, фиксация зон повышенного внимания.
4. Осмотр зон повышенного внимания с помощью лупы общего осмотра при освещенности не менее 1500 лк.
5. Осмотр зон повышенного внимания с целью обнаружения микротрещин при освещенности не менее 1500 лк.
6. Измерение обнаруженных дефектов измерительной лупой.
7. Оформление результатов контроля.

Объем визуального контроля

1. 100 % периметра сварного шва и прилегающих участков основного металла шириной не менее 20 мм в обе стороны от шва.
2. Классификация дефектов сварного соединения и прилегающих участков основного металла.

Объем измерительного контроля

1. Размеры шва в местах наибольших отклонений не менее чем в 3-х сечениях по периметру через 1 м.
2. Размеры и координаты обнаруженных дефектов.
3. Смещение кромок и перелом осей в местах наибольших отклонений, не менее чем в 3-х точках.
4. Форма лицевой поверхности шва (чешуйчатость и межваликовые западания).

Инструкция по визуально-оптическому контролю

Цель работы: выявление дефектов в сварном шве и околошовной зоне.

Тип образца: плоское стыковое сварное соединение.

Геометрические размеры: $300 \times 200 \times 6$ мм.

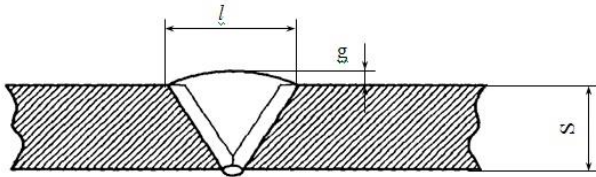
Материал: Сталь 3.

Вид сварки: ручная дуговая.

Тип разделки кромок: V-образная.

Приборы и средства контроля: лупа смотровая ЛП-3*, лупа измерительная ЛИ-10*, линейка металлическая 300мм, рулетка измерительная, штангенциркуль с глубиномером ШЦ-1-125-0,1, шаблон сварщика УШС-3, набор радиусных шаблонов, образцы шероховатости, набор щупов 1-4, угольник лекальный 90°, фонарик, мел.

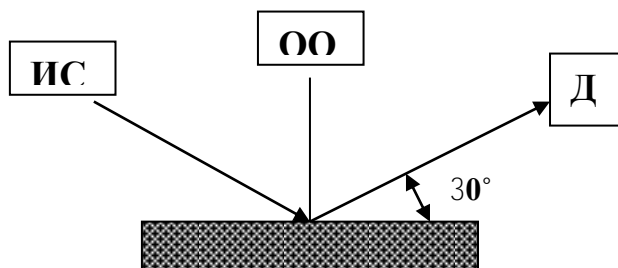
Эскиз объекта контроля (фрагмент металлоконструкции):



Подготовка объекта к контролю и условия контроля

1. Зачистка шва и прилегающих участков основного металла шириной не менее 20 мм в обе стороны от шва от шлака, грязи, масла, брызг и др.
2. Оценка степени готовности поверхности к проведению контроля (шероховатость не более $Rz\ 80$ мкм).
3. Проверка работоспособности аппаратуры в соответствии с техническим паспортом и наличие свидетельств о поверке.
4. Общее освещение 350 – 500 лк, местное 2500 – 3000 лк.
5. Угол обзора объекта контроля не менее 30° .
6. Максимальное расстояние от глаз до объекта контроля не более 600 мм.
7. Чувствительность контроля 0,1 мм.

Схема освещения – комбинированная (типовая)



ОО – общее освещение;

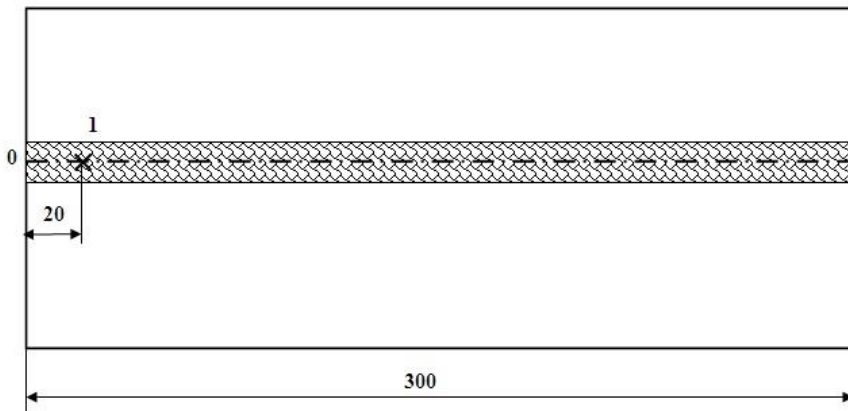
ИС – источник света;

Д – дефектоскопист.

Оформление результатов контроля

Наименование объекта контроля: сварной шов и основной металл.

№ образца: 1.



Выявленные дефекты

№ п/п	Координаты дефекта, мм	Тип дефекта	Размер дефекта, мм	Протяженность дефекта, мм
1	20	подрез	1,0	10
2				
3				

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Визуально-оптический контроль. Краткие теоретические сведения	5
1.1. Физические основы визуально-оптического контроля	6
1.2. Глаз как средство контроля	9
1.3. Комплект для визуально-оптического контроля	13
2. Классификация сварных соединений и швов	14
3. Порядок выполнения визуально-оптического контроля сварных соединений (наплавки)	26
4. Дефекты сварных соединений при визуально-оптическом контроле	33
5. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов»	41
Лабораторная работа «Выявление дефектов визуально-оптическим методом контроля»	42

Учебное издание

ВАСИЛЕВИЧ Юрий Владимирович
ЯЗНЕВИЧ Алексей Михайлович
ЯКИМОВИЧ Александр Максимович и др.

ВИЗУАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ

Методическое пособие
по дисциплине «Неразрушающий контроль качества»
для студентов специальности 1-54 01 02 «Методы и приборы
контроля качества и диагностики состояния объектов»

Подписано в печать 10.06.2013. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 2,73. Уч.-изд. л. 2,14. Тираж 100. Заказ 891.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.