



**ООО «НАКС – КАЗАНЬ»**

## **Презентация**

**к теме «Требования к качеству сварных соединений»  
программы специальной подготовки  
специалистов сварочного производства**





# Дефекты сварных соединений

В процессе образования сварного соединения в металле шва и ЗТВ могут возникнуть дефекты, которые снижают эксплуатационную надежность изделия.

**Дефект** – несплошность в сварном соединении или отклонение от требуемой геометрии (определение по ГОСТ Р ИСО 6520-1 «Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением»).

**Недопустимый дефект** - дефект, превышающий норму (определение по ГОСТ Р ИСО 6520-1).

## **Классификация дефектов в зависимости от их природы и причин образования:**

- дефекты, связанные с особенностями технологических и тепловых процессов сварки, возникающие из-за нагрева, кристаллизации и остывания сварного соединения;
- дефекты формирования шва, происхождение которых связано с нарушениями требований НД к подготовке, сборке и сварке соединяемых узлов, механической и термической обработке сварных швов и самой конструкции, к сварочным материалам и оборудованию.



# Дефекты сварных соединений

## Классификация дефектов по месту залегания и способам обнаружения:

- наружные дефекты, расположенные на поверхности сварного соединения и обнаруживаемые невооруженным глазом или с помощью лупы;
- внутренние дефекты, не выходящие на поверхность сварного соединения и обнаруживаемые с помощью специальной аппаратуры.

## Классификация дефектов по времени появления в технологическом процессе:

- дефекты подготовки (и сборки) изделий под сварку;
- сварочные дефекты.

## Классификация дефектов сварных соединений по ГОСТ Р ИСО 6520-1:

- трещины, полости (поры, свищи, усадочные раковины, кратеры);
- твердые включения (шлаковые, флюсовые, оксидные, металлические);
- несплавления и непровары;
- отклонения формы и размера шва (подрезы, превышение выпуклости и проплава, линейное и угловое смещение, прожоги, неравномерная ширина шва, коробление и др.);
- прочие дефекты (ожог дугой, брызги, поверхностные задиры, риски и др.).



# Дефекты сварных соединений

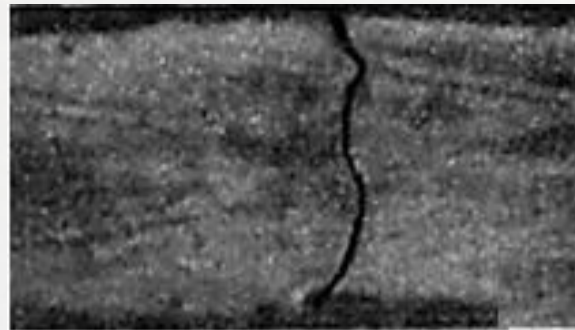
**Трещина** - нарушение сплошности, вызванное локальным разрывом в результате охлаждения или действия нагрузок.

**Холодные трещины** возникают в шве и в ЗТВ при температурах ниже  $300^{\circ}\text{C}$  в процессе структурных изменений при охлаждении сварного соединения. По своему расположению это могут быть трещины продольные или поперечные (рис. 2, б), наружные или внутренние. Поверхность излома холодных трещин блестящая, без следов высокотемпературного окисления.

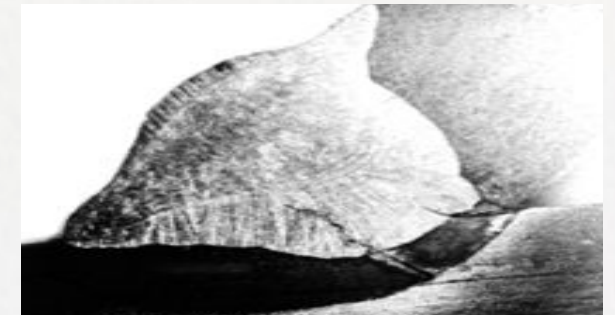
**Причины появления холодных трещин:** непросушенные перед сваркой кромки или сварочные материалы, несоблюдение режимов сварки, заданного порядка наложения сварных швов, техники сварки, нарушение защиты сварочной ванны.



Продольная холодная трещина



Поперечная холодная трещина



Внутренняя холодная трещина



# Дефекты сварных соединений

**Меры по предупреждению холодных трещин:** прокаливание сварочных материалов, просушка и предварительный подогрев свариваемых кромок, соблюдение установленных параметров сварки и порядка наложения швов, медленное охлаждение сварного соединения после сварки или проведение термической обработки в виде нормализации для снятия остаточных напряжений.

**Горячие трещины** появляются в процессе кристаллизации металла при температурах 1100 – 1300°C вследствие резкого снижения пластических свойств и развития растягивающих деформаций. Они могут быть продольными или поперечными, наружными или внутренними, возникать в шве или ЗТВ. Горячие трещины извилисты, на изломе имеют желтовато - оранжевый оттенок, сильно окислены, распространяются по границам зерен.

**Причины появления горячих трещин:** вредные примеси в основном металле (особенно сера), жесткое закрепление свариваемых заготовок, загрязнение свариваемых кромок, высокая скорость сварки.

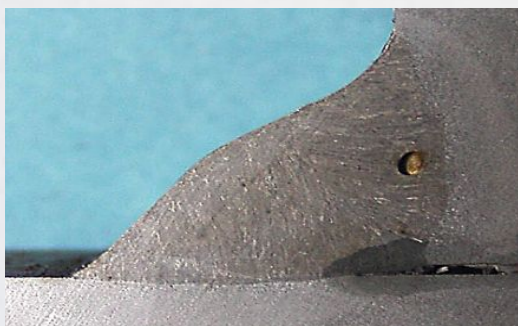
**Меры по предупреждению горячих трещин:** тщательная очистка свариваемых кромок, соблюдение установленных параметров сварки, порядка наложения швов, техники сварки, ограничение доли участия основного металла в образовании сварного шва, применение предварительного или сопутствующего подогрева.

# Дефекты сварных соединений

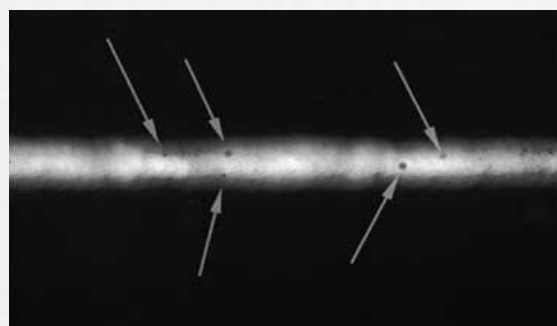
**Газовая полость (пора)** – это полость, образованная задержанным газом, выделяющимся при кристаллизации. Газовые полости могут быть наружными или внутренними, сферической или вытянутой формы, одиночными или в виде скоплений, расположенные параллельно или вдоль оси сварного шва.

**Причины появления пор:** загрязнение и влага на свариваемых кромках и сварочных материалах, высокая скорость сварки, непостоянная толщина покрытия электродов («козыряние»), большая длина дуги, нарушение защиты сварочной ванны.

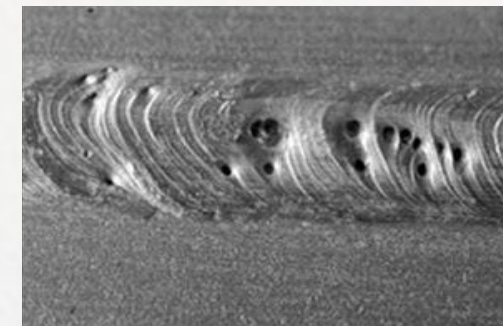
**Меры по предупреждению пористости сварных швов:** тщательная очистка и просушка свариваемых кромок, прокалка и просушка сварочных материалов (электродов, флюса, порошковой проволоки), соблюдение установленных режимов сварки.



Одиночная внутренняя пора



Равномерная пористость на рентгеновском снимке



Скопление наружных пор на поверхности сварного шва



# Дефекты сварных соединений

**Свищ** - наружный дефект в виде трубчатой полости в металле сварного шва, образовавшийся из-за выделений газа в процессе сварки при резком обрыве или неправильном гашении дуги.

**Кратер** – наружный дефект сварного шва, который образуется в виде углублений в местах резкого отрыва или неправильного гашения дуги в конце сварки. В кратере могут появляться усадочные раковины, уменьшающие площадь поперечного сечения сварного шва, и часто переходящие в трещины.



**Свищ**



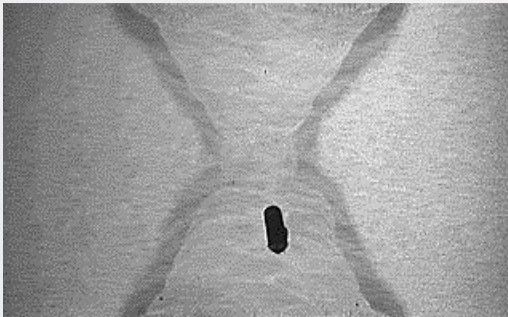
**Кратер**

# Дефекты сварных соединений

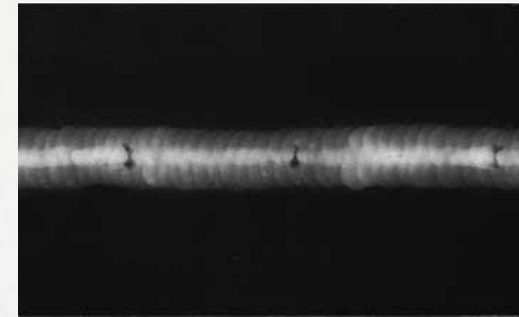
**Твердое включение** – твердое инородное вещество в металле шва. Твердые включения могут быть шлаковыми, флюсовыми, оксидными, металлическими (вольфрамовыми, медными и др.), единичными, линейными или в виде скоплений, макроскопическими или микроскопическими. Твердые включения представляют собой внутренние дефекты, ослабляют сечение шва, уменьшают его прочность и являются зонами концентрации напряжений.

**Причины образования шлаковых и флюсовых включений:** плохая очистка поверхности свариваемых кромок или поверхности шва между проходами, большая длина дуги, малая величина сварочного тока, высокая скорость сварки.

**Меры по предупреждению шлаковых и флюсовых включений:** соблюдение установленных параметров сварки, тщательная очистка свариваемых кромок или поверхности шва между проходами.



**Шлаковые включения на макрошлифе**



**Шлаковые включения на рентгеновском снимке**



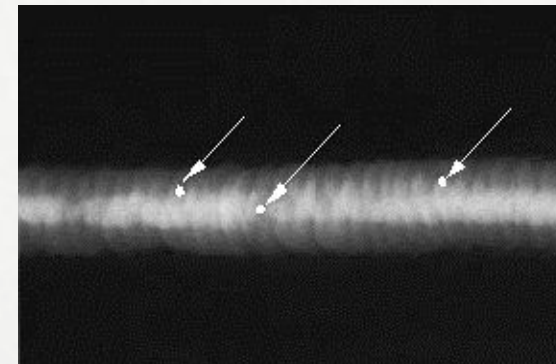
# Дефекты сварных соединений

**Вольфрамовые включения** появляются в сварных швах, выполненных дуговой сваркой неплавящимся электродом в инертных газах, из-за неправильной заточки неплавящегося электрода, его соприкосновения с основным металлом и/или присадочной проволокой в процессе сварки, из-за наличия в защитном газе значительного количества влаги.

**Меры по предупреждению вольфрамовых включений:** правильная заточка рабочего конца вольфрамового электрода, соблюдение установленных параметров и техники сварки, использование источника сварочного тока, имеющего функцию заварки кратера.



**Вольфрамовые включения на макрошлифе**



**Вольфрамовые включения на рентгеновском снимке**

# Дефекты сварных соединений

**Несплавление** - отсутствие соединения между основным и наплавленным металлом или между отдельными слоями (валиками). Несплавление образуется, если к моменту заполнения разделки металлом сварочной ванны жидкая пленка, покрывающая ее поверхность, успела закристаллизоваться, а запас теплоты, накопленный в сварочной ванне, недостаточен для повторного расплавления основного металла.

**Непровар** – различие между фактической и номинальной глубиной проплавления. Непровар появляется из-за наличия тонкой прослойки окислов, а иногда и грубой шлаковой прослойки внутри швов.



**Несплавления между основным и наплавленным металлом и между валиками стыкового сварного шва**



**Непровар в корне стыкового сварного шва**

# Дефекты сварных соединений

**Причины образования несплавлений и непроваров:** плохая очистка поверхности кромок или поверхности шва между проходами, высокая скорость сварки, малая сила сварочного тока, неправильный угол разделки кромок, низкая квалификация сварщика.

**Меры по предупреждению несплавлений и непроваров:** соблюдение установленных параметров сборки и сварки, порядка наложения швов, техники сварки, применение вводных и выходных планок, приемов, обеспечивающих уменьшение разрыва по времени между образованием сварочной ванны и кристаллизацией сварного шва (сварка на спуск наклонным электродом «углом вперед», с подогревом и др.).



**Прерывистый  
односторонний подрез  
стыкового сварного шва**

**Подрезы** - углубления (канавки), образующиеся в основном металле вдоль края шва или валика шва.

**Причины образования подрезов:** высокая сила сварочного тока, напряжения на дуге и скорости сварки, неправильная техника выполнения швов (смещение электрода в сторону вертикальной стенки при сварке угловых швов), неудобное пространственное положение при сварке, низкая квалификация сварщика.

**Меры по предупреждению подрезов:** соблюдение установленных параметров и техники сварки, порядка наложения швов, выполнение ручной и механизированной сварки короткой дугой на пониженных скоростях.

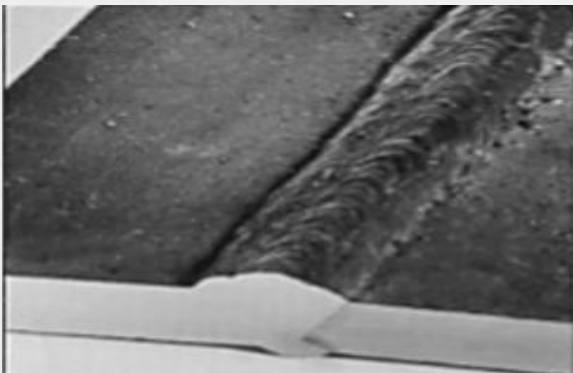


# Дефекты сварных соединений

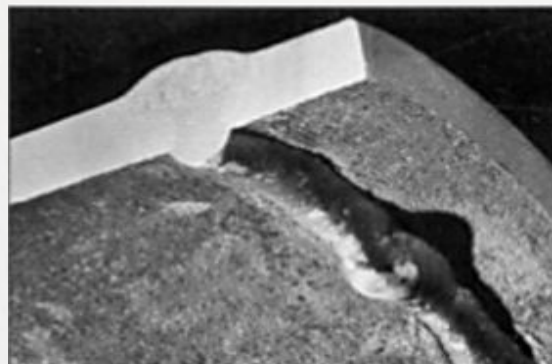
**Превышение выпуклости шва** - избыток наплавленного металла на лицевой поверхности стыкового или углового швов.

**Превышение проплава** – чрезмерная выпуклость со стороны корня шва при сварке в нижнем положении. Дефект образуется, когда расплавленный металл сварочной ванны провисает под действием собственного веса.

**Причины образования превышения выпуклости и проплава:** низкая или неравномерная скорость сварки, неравномерная скорость подачи сварочной проволоки (при автоматической или механизированной сварке), чрезмерная текучесть жидкого металла сварочной ванны, неправильный выбор параметров режима сварки, низкая квалификация сварщика.



**Превышение выпуклости**



**Превышение проплава**

**Меры по предупреждению превышения выпуклости и проплава:** соблюдение установленных параметров и техники сварки.

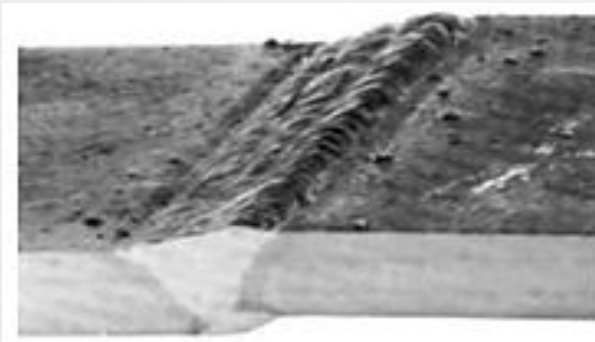
# Дефекты сварных соединений

**Линейное смещение** – смещение между двумя свариваемыми элементами (листами или трубами), у которых поверхности параллельны, но расположены не в одной плоскости.

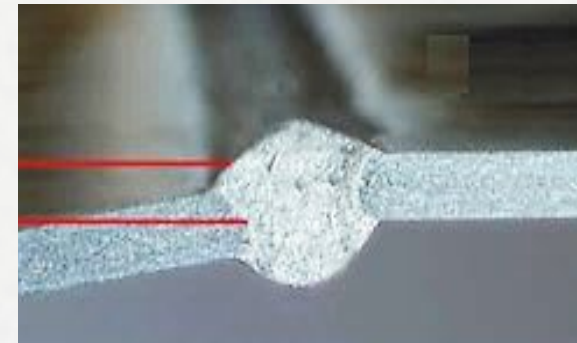
**Угловое смещение** - смещение между двумя свариваемыми элементами), поверхности которых не параллельны или не находятся под заданным углом.

**Причины образования смещений:** отсутствие приспособлений для фиксации свариваемых деталей, некачественная сборка соединения, чрезмерная тепловая мощность дуги при сварке первого прохода шва, несоблюдение порядка сварки соединения, низкая квалификация сварщика.

**Меры по предупреждению смещений:** соблюдение установленных параметров сборки и сварки, техники сварки, порядка наложения швов, применение сборочно-сварочных приспособлений для фиксации свариваемых деталей.



Линейное смещение



Угловое смещение



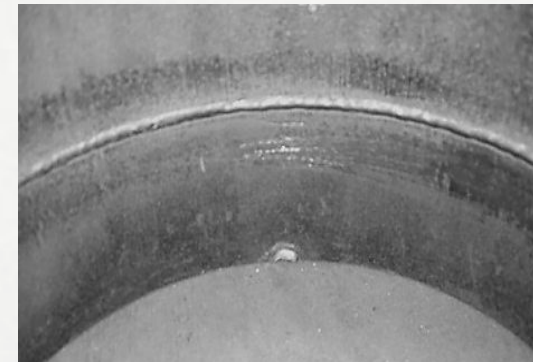
# Дефекты сварных соединений

Причины возникновения **неравномерной ширины, неровной поверхности, вогнутости корня шва** заключаются чаще всего в неправильно подобранных режимах сварки, неправильных размерах разделки кромок, неравномерности зазора по длине сварного соединения, неудобном положении при сварке, низкой квалификации сварщика.

**Причины образования неравномерной ширины, неровной поверхности, вогнутости корня шва:** отсутствие приспособлений для фиксации свариваемых деталей, некачественная сборка соединения, чрезмерная тепловая мощность дуги при сварке первого прохода шва, несоблюдение порядка сварки соединения, низкая квалификация сварщика.



**Неравномерная ширина и неровная поверхность шва**



**Вогнутость корня шва**

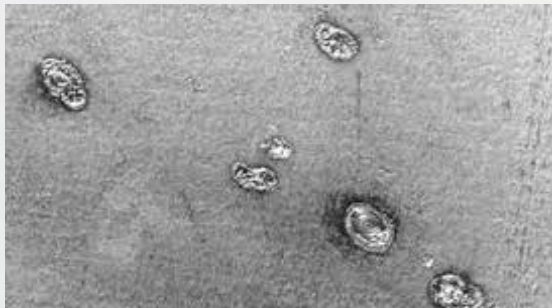


# Дефекты сварных соединений

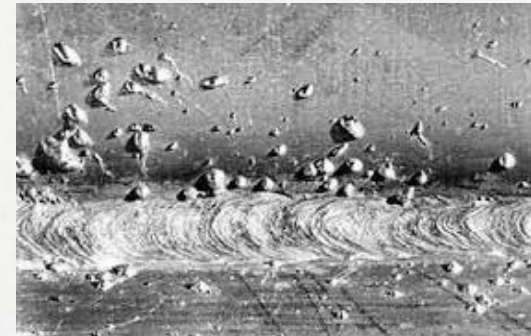
**Ожог дугой** возникает из-за зажигания дуги на основном металле с последующим переводом ее в разделку.

**Брызги металла и вольфрамовые брызги** образуются в момент короткого замыкания дугового промежутка, когда часть электродного металла разлетается и оседает на поверхности основного металла, прилегающего ко шву. Основная причина образования данных дефектов – низкая квалификация сварщика, завышенный сварочный ток, некачественные сварочные материалы.

**Меры по предупреждению ожогов и брызг металла:** соблюдение установленных параметров и техники сварки, нанесение перед прихваткой и сваркой на околошовную зону защитного покрытия, применение вводных и выводных планок.



**Ожог дугой**



**Брызги металла**



# Виды контроля сварных соединений

Методы и объемы контроля, нормы оценки качества сварных соединений устанавливаются в НД и ПТД на сварку конкретной конструкции.

## Виды неразрушающего контроля :

- визуальный и измерительный контроль;
- акустический;
- радиационный (рентгеновский);
- контроль проникающими веществами;
- магнитный и др.

## Виды разрушающего контроля:

- механические испытания;
- металлографические исследования;
- стилоскопирование;
- определение коррозионной стойкости;
- измерение твердости.



# Неразрушающий контроль

Порядок проведения визуального и измерительного контроля (ВИК) установлен РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю».

**ВИК материалов, заготовок, деталей и сварных соединений проводится при:**

- входном контроле;
- операционном контроле;
- подготовке деталей и сборочных единиц к сборке;
- сборке деталей и сборочных единиц под сварку;
- в процессе сварки;
- контроле готовых сварных соединений и наплавов;
- исправлении дефектных участков в материале и сварных соединениях;
- оценке соответствия выполненных работ по сварке и сваренных конструкций.

**Достоинства ВИК:** простота, малая трудоёмкость, возможность осмотра больших площадей и достаточная информативность.

**Недостатки ВИК:** малая вероятность обнаружения мелких поверхностных дефектов, зависимость результатов осмотра от субъективных факторов и условий контроля.





# Неразрушающий контроль

**Требования к конструктивным элементам и размерам сварных соединений установлены:**

- ❑ ГОСТ 5264 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры»;
- ❑ ГОСТ 11534 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры»;
- ❑ ГОСТ 8713 «Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры»;
- ❑ ГОСТ 14771 «Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры»;
- ❑ ГОСТ 14806 «Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры»;
- ❑ ГОСТ 16037 «Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры»;
- ❑ ГОСТ 14098 «Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры».



## Неразрушающий контроль

Контроль сварных соединений физическими методами должен выполняться до и после термообработки (если термообработка предусмотрена технологическим процессом), правки и исправления дефектов, выявленных ВИК.

Не допускается выполнять контроль физическими методами до проведения ВИК.

**Ультразвуковой контроль (УК)** относится к акустическим видам контроля, проводится для выявления внутренних дефектов сварных соединений и выполняется:

- ❑ по ГОСТ Р 55724 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые» - для стыковых, угловых, нахлесточных и тавровых соединений, выполненных дуговой, электрошлаковой, газовой, электроннолучевой и стыковой сваркой оплавлением в сварных конструкциях из металлов;
- ❑ по ГОСТ 23858 «Соединения сварные стыковые и тавровые арматуры железобетонных конструкций. Ультразвуковые методы контроля качества. Правила приемки» - для сварных соединений арматуры;
- ❑ по СП 42-103-2003 «Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов», ГОСТ 14782, СП 62.13330 «Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002» - для сварных соединений полиэтиленовых газопроводов.

# Неразрушающий контроль

Принцип УК заключается в том, что звуковые волны не изменяют траектории движения в однородном материале. Отражение акустических волн происходит от границы раздела сред с различными удельными акустическими сопротивлениями. Чем больше различаются акустические сопротивления, тем большая часть звуковых волн отражается от границы раздела сред. Поэтому в месте нарушения однородности металла (дефекта), имеющего меньшее удельное акустическое сопротивление, произойдет отражение акустических волн.

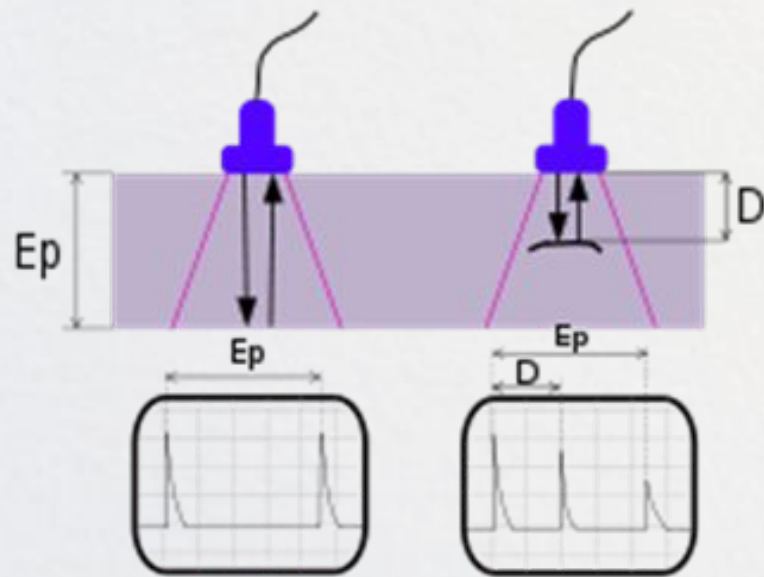


Схема УК

**Достоинства УК:** возможность применения для контроля изделий из разнообразных материалов (металлов и неметаллов), высокая производительность, отсутствие неблагоприятных производственных факторов (по сравнению с радиационным контролем).

**Недостатки УК:** необходимость создания шероховатости поверхности объекта контроля (ОК) не хуже Ra 6,3 (Rz 40), зависимость выявляемости дефектов от их характера, формы и расположения в ОК, затруднение в проведении контроля мелких деталей, деталей сложной формы, сварных соединений из разнородных сталей.





# Неразрушающий контроль

**Радиационный контроль** - вид НК, основанный на анализе параметров проникающего ионизирующего излучения после взаимодействия с контролируемым объектом.

**Радиографический метод** радиационного контроля (РК) основан на преобразовании радиационного изображения объекта контроля в радиографический снимок или записи этого изображения на запоминающем устройстве с последующим преобразованием в световое изображение. РК применяется для выявления в сварных соединениях трещин, непроваров, пор, шлаковых, вольфрамовых, окисных и других включений, подрезов, оценки величины выпуклости и вогнутости корня шва.

РК выполняется по ГОСТ 7512 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод» в зависимости от толщины и свойств просвечиваемых материалов и с учетом технических характеристик применяемых средств контроля по ГОСТ 20426 «Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения».

## Неразрушающий контроль

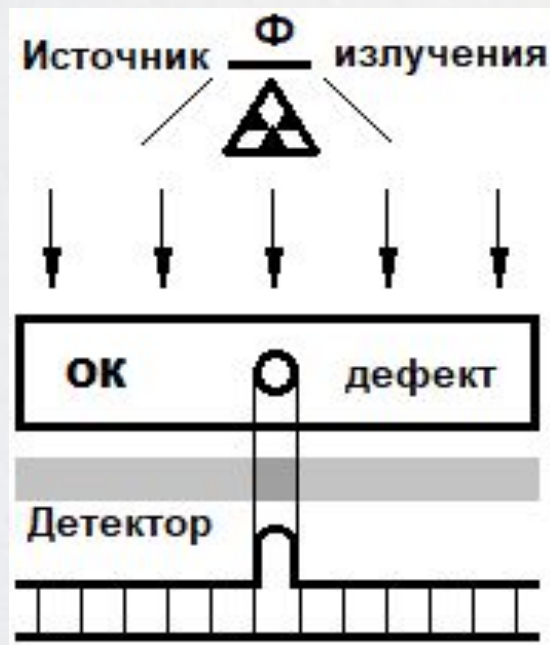


Схема РК

При прохождении излучения через объект контроля (ОК) происходит его ослабление, величина которого зависит от толщины, плотности материала ОК и энергии источника ионизирующего излучения (ИИИ). Наличие внутренних дефектов, отличающихся по плотности от материала ОК, приводит к изменению значения интенсивности пучка излучения в этом месте, которое регистрируется при помощи детектора.

В качестве ИИИ применяют рентгеновские аппараты различных типов и радионуклидные гамма-источники.

**Достоинства РК:** наибольшая чувствительность к выявлению дефектов, в т. ч. определения их вида, характера, размера и месторасположения, возможность документирования результатов контроля, достаточно высокая производительность.

**Недостатки РК:** необходимость применения дорогостоящего оборудования и расходных материалов, присутствие неблагоприятных производственных факторов (ионизирующего излучения).



# Неразрушающий контроль

**Магнитный контроль (МК)** - вид НК, основанный на регистрации магнитных полей рассеивания, возникающих над дефектами, или на определении магнитных свойств ферромагнитных материалов, способных существенно изменять их под действием внешнего (намагничивающего) магнитного поля.

МК позволяет обнаруживать в сварных соединениях конструкций из ферромагнитных материалов поверхностные и подповерхностные дефекты (трещины, непровары, шлаковые, флюсовые включения, подрезы) раскрытием 0,0005-0,001 мм, глубиной 0,01-0,05 мм, протяженностью 0,3-0,5 мм.

Магнитопорошковый метод МК основан на анализе магнитных полей рассеяния с использованием в качестве индикатора ферромагнитного порошка или магнитной суспензии. Выполняется по ГОСТ Р 56512 «Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Типовые технологические процессы».



## Неразрушающий контроль

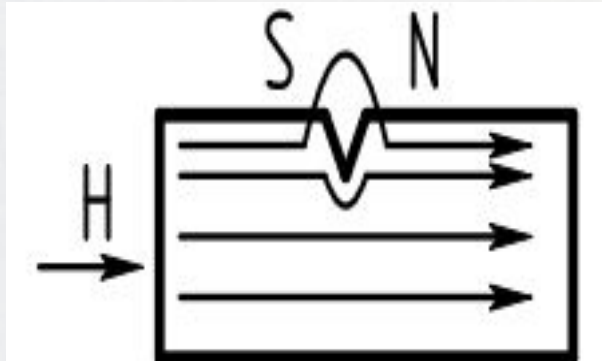


Схема  
магнитопорошкового  
метода МК

Если ОК не имеет дефектов, то силовые магнитные силовые линии будут распространяться в нем без изменения направления. В месте поверхностного дефекта по обе стороны образуются магнитные полюса N и S и магнитные силовые линии деформируются. Частицы магнитного порошка, попадая в магнитное поле, намагничиваются и соединяются в цепочки, ориентированные по магнитным силовым линиям, двигаются к месту дефекта и накапливаются там.

**Достоинства МК:** высокая чувствительность, достоверность и наглядность результатов, экономичность, возможность применения для ОК практически любых форм и размеров в цеховых и полевых условиях, при положительных и отрицательных температурах, в т. ч. с немагнитным покрытием (слоем краски, лака и др.) толщиной до 0,05 мм.

**Недостатки МК:** невозможность определения размеров подповерхностных дефектов и глубины их залегания, невозможность применения для объектов из ферромагнитных материалов, снижение чувствительности при отрицательной температуре, необходимость создания шероховатости поверхности ОК в соответствие с требуемым классом чувствительности.



# Неразрушающий контроль

**Капиллярный контроль (ПВК)** - вид НК, основанный на проникновении веществ в полости дефектов контролируемого объекта. Выполняется по ГОСТ 18442 «Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования».

ПВК предназначен для обнаружения поверхностных и сквозных дефектов. Широко применяется цветной метод ПВК, основанный на использовании в качестве проникающего вещества ярко окрашенной жидкости, которая образует цветной индикаторный след на контрастном фоне проявителя в видимом излучении.



**Индикаторные следы дефектов при проведении цветного метода ПВК**

**Достоинства ПВК:** высокая чувствительность, достоверность и наглядность результатов, широкий спектр контролируемых материалов, экономичность, возможность применения для объектов практически любых форм и размеров в цеховых и полевых условиях, при положительных и отрицательных температурах.

**Недостатки ПВК:** выявление поверхностных дефектов с малой шириной раскрытия, снижение чувствительности при отрицательной температуре, необходимость создания шероховатости поверхности объекта контроля в соответствии с требуемым классом чувствительности.



# Разрушающий контроль

**Разрушающему контролю могут подвергаться:**

- основные и сварочные материалы при входном контроле;
- допускные образцы сварщиков;
- производственные контрольные сварные соединения.

**Допускается применять следующие виды разрушающего контроля:**

- механические испытания сварных соединений;
- металлографические исследования сварных соединений;
- стилоскопирование основного металла и сварных соединений;
- определение коррозионной стойкости основного металла и сварных соединений;
- определение твердости основного металла, околошовной зоны и сварных соединений.

**Механические испытания сварных соединений из металлов** выполняются по ГОСТ 6996 «Сварные соединения. Методы определения механических свойств», который устанавливает следующие основные виды испытаний:

- статическое растяжение;
- ударный изгиб (на надрезанных образцах);
- измерение твердости;
- статический изгиб (загиб).





# Разрушающий контроль

**Механические испытания сварных соединений арматурных стержней** выполняются по ГОСТ Р 57997 «Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия», который устанавливает следующие основные виды испытаний:

- на растяжение (стыковых соединений стержней);
- на срез (крестообразных соединений стержней, нахлесточных соединений стержней с плоскими элементами закладных изделий);
- на отрыв (тавровых соединений стержней с плоскими элементами закладных изделий);
- на разупрочнение (крестообразных соединений стержней);
- на изгиб (тавровых соединений стержней с пластинами).

**Механические испытания сварных соединений** из полимеров выполняются по ГОСТ Р 55142 «Испытания сварных соединений листов и труб из термопластов. Методы испытаний», который устанавливает следующие основные виды испытаний:

- на осевое растяжение по ГОСТ 11262 «Пластмассы. Метод испытания на растяжение» (при сварке труб нагретым инструментом);
- на стойкость к отрыву седловых отводов (при сварке труб с закладными нагревателями);
- на стойкость к отрыву при сплющивании деталей с раструбным концом (при сварке труб с закладными нагревателями);
- на изгиб (при сварке листов нагретым газом и экструзионной сварке).



# Разрушающий контроль

**Металлографические исследования макро- и микроструктуры** сварных соединений выполняются по ГОСТ Р 57180 «Соединения сварные. Методы определения механических свойств, макроструктуры и микроструктуры».

**Макроструктура сварных соединений** (строение, видимое невооруженным глазом или при небольшом увеличении 50-х) определяется с целью:

- выявления формы и размеров сварного шва, различных участков зоны термического влияния, макродефектов;
- установления характера излома образца после механических испытаний или излома конструкции или детали в эксплуатации.

**Микроструктура сварных соединений** (строение, выявляемое с помощью оптического или электронного микроскопа) проводится с целью;

- идентификации и описания структуры;
- определения геометрии (размеров, площадей, формы) структурных составляющих;
- сравнения с фотоэталоном и шкалами микроструктур).



# Исправление дефектов сварных соединений

Исправление дефектов сварных соединений производится в случае выявления недопустимых дефектов после проведения ВИК или после неразрушающего контроля сварных соединений физическими методами.

Требования к способу выборки дефекта, квалификации персонала, виду (способу) сварки, сварочным материалам, применяемым при устранении дефектов, оговариваются НД и ПТД на сварку конкретной конструкции. Не допускается выплавлять дефекты сваркой.

**Дефектные соединения могут исправляться одним из следующих способов:**

- механической зачисткой;
- заваркой дефектных участков;
- частичным или полным удалением дефектных швов с последующей заваркой места удаления дефекта.

**Механической зачисткой могут исправляться:**

- ожоги поверхности основного металла сварочной дугой, брызги металла, при этом толщина основного металла после зачистки не должна быть меньше, установленной НД и ПТД на сварку конкретной конструкции;
- наплывы и увеличенная выпуклость шва;
- подрезы размерами (глубиной и длиной), не превышающими предельных значений, установленных НД и ПТД на сварку конкретной конструкции.

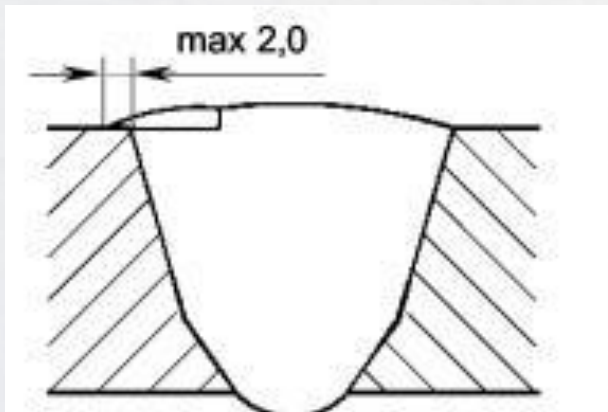




# Исправление дефектов сварных соединений

**Заваркой дефектных участков может исправляться:** малая выпуклость или неполное заполнение разделки сварного шва.

**Исправлению путем частичного или полного удаления дефектного шва с последующей заваркой** места удаления дефекта подлежат участки сварного шва с размерами выборки, не превышающими предельных значений, указанных в НД и ПТД на сварку конкретной конструкции: подрезы, трещины, различного рода включения, непровары, несплавления.



**Исправление подреза  
сварного шва**

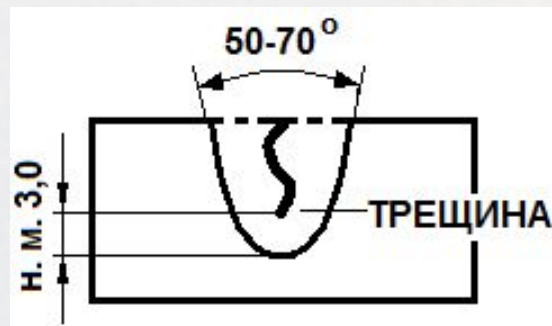
Подрезы размерами (глубиной и длиной), превышающими предельные значения, установленные НД и ПТД на сварку конкретной конструкции, исправляются зачисткой с последующей наплавкой ниточных валиков шириной не более 3,0 мм с последующей зачисткой, обеспечивающей плавный переход от наплавленного металла к основному



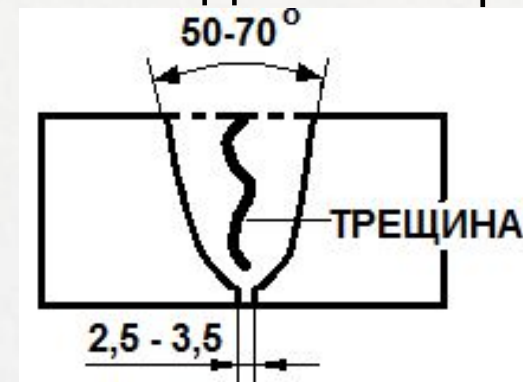
# Исправление дефектов сварных соединений

У трещин определяется протяженность (капиллярным НК), ее концы засверливаются (диаметр отверстия 5 - 8 мм) с припуском по 15-20 мм с каждого конца трещины, затем абразивным инструментом или способом воздушно-дуговой строжки выполняется выборка части шва с углом раскрытия кромок  $50^{\circ}$  -  $70^{\circ}$ , при этом контролируется полнота удаления трещины (капиллярным НК) (при сварке магистральных трубопроводов исправление сварных швов с трещинами не допускается). Несквозные трещины разделяются на глубину, превышающую глубину их залегания не менее чем на 3 мм, сквозные - выбираются на всю толщину сварного соединения с пропилом корня шва шириной 2,5 - 3,5 мм, завариваются по установленной технологии.

Исправленные участки сварного шва подвергаются НК. Методы, объемы НК, критерии приемки сварных соединений и количество исправлений дефектов на одном и том же участке сварного шва должны соответствовать требованиям ПТД на контролируемую конструкцию.



Выборка несквозной трещины



Выборка сквозной трещины