

ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ ШВОВ

Тема: Дефекты сварных соединений и контроль.

Дефект

ЭТО:

**каждое отдельное несоответствие
продукции требованиям, установленным
нормативной документацией**

Другими словами, это несоответствие показателей качества
продукции предъявляемым к ним требованиям



Классификация дефектов

По причинам и времени появления:

- ✓ **технологические** - возникшие в процессе изготовления (к ним относятся и дефекты сварочного производства)
- ✓ **эксплуатационные** - возникшие в процессе эксплуатации изделия

Технологические дефекты разделяются на

Дефекты подготовки
и сборки

Дефекты сварки

Дефекты подготовки и сборки

- ❖ **неправильный угол скоса кромок**
- ❖ **неправильная величина притупления**
- ❖ **непостоянство зазора между свариваемыми кромками**
- ❖ **несовпадение стыкуемых плоскостей кромок**
- ❖ **расслоения и загрязнения на кромках**

Причинами таких дефектов могут быть неисправности станков для механической обработки или газорезательных машин, приспособлений для сборки, низкое качество исходных материалов, ошибки в чертежах, низкая культура производства, низкая квалификация работников

Дефекты сварки

- ❖ изменения формы и размеров отдельных элементов и всей сварной конструкции вследствие сварочных деформаций
- ❖ несовершенства внешнего вида и геометрии шва
- ❖ несовершенства структуры сварного соединения
- ❖ несплошности
- ❖ включения
- ❖ неправильные сечения сварных швов

Как правило наличие дефектов подготовки или сборки является причиной и гарантией образования дефектов сварки

Классификация дефектов - несплошностей

По расположению

внутренние
наружные
подповерхностные
сквозные

По форме и остроте

компактные
протяжённые
плоские
объёмные

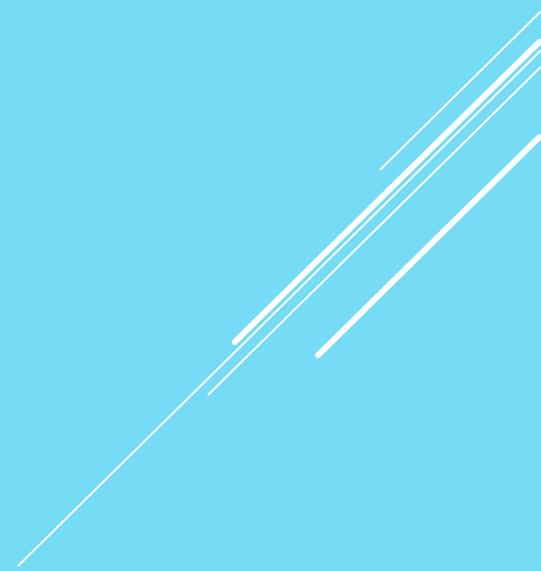
По величине

мелкие (до 0,5 мм)
средние (от 0,5 до 2 мм)
крупные (более 2 мм)

По массовости

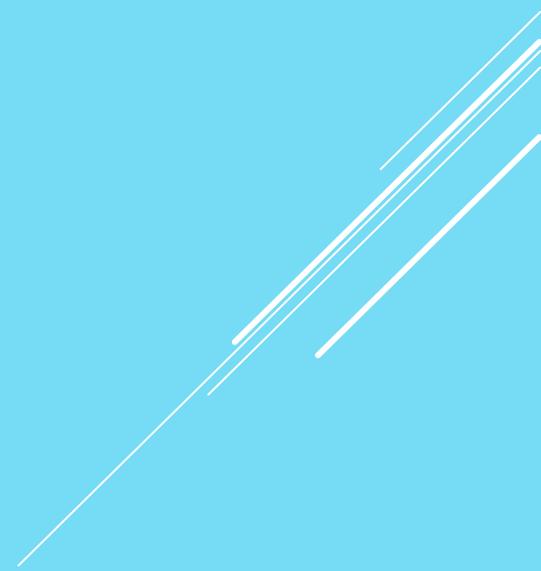
единичные
групповые (цепочки,
скопления)
распространённые

Классификация дефектов в сварных соединениях исходя из их природы и причин их образования



Наименование дефекта: **Несплошность сварного соединения**

Определение: **Обобщённое наименование всех нарушений сплошности и формы сварного соединения (трещина, непровар, включение и т.д).**



Наименование дефекта: **трещина**

Определение: **Дефект сварного соединения в виде разрыва металла в сварном шве и прилегающих к нему зонах сварного соединения и основного металла.**



Наименование дефекта: **Продольная трещина** сварного соединения

Определение: **Трещина сварного соединения, ориентированная вдоль оси сварного шва.**

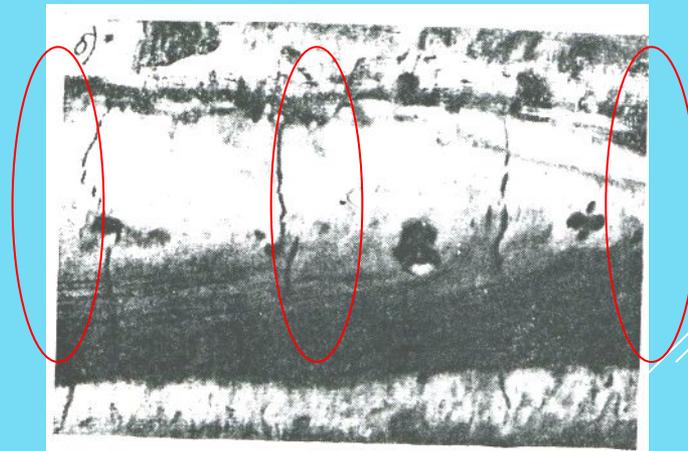
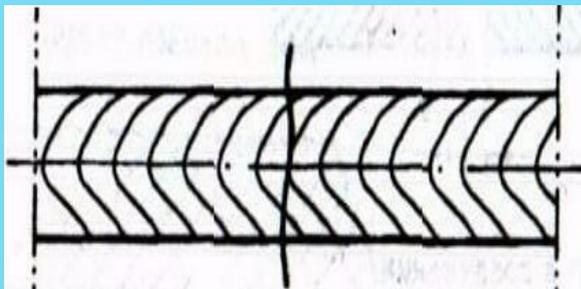
Эскиз дефекта:



Наименование дефекта: **Поперечная трещина сварного соединения**

Определение: **Трещина сварного соединения, ориентированная поперёк оси сварного шва**

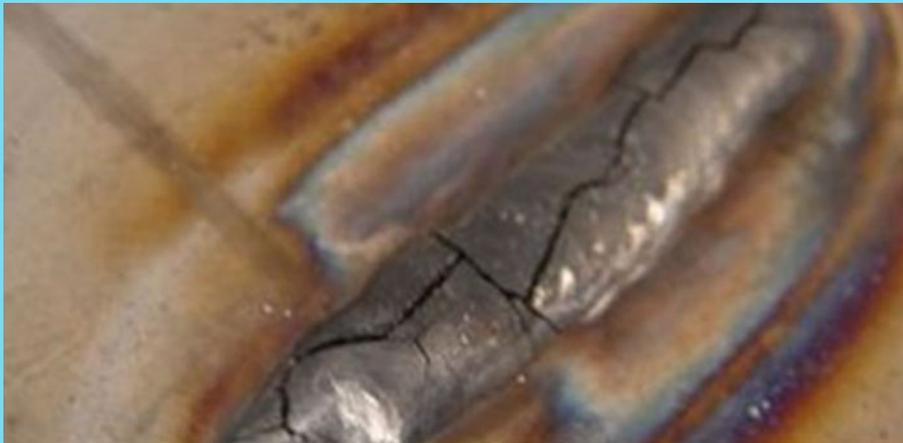
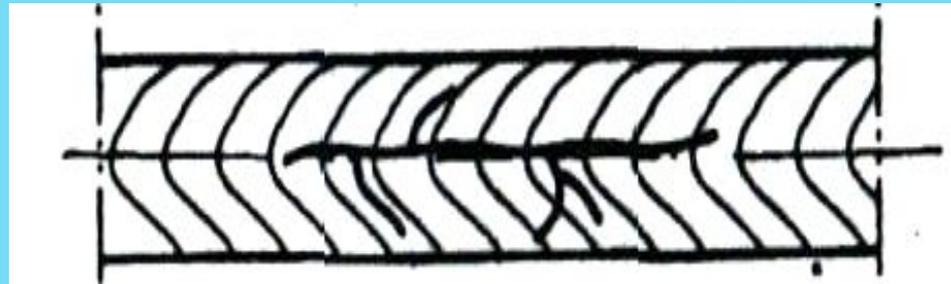
Эскиз дефекта:



Наименование дефекта: **Разветвлённая трещина** сварного соединения

Определение: **Трещина сварного соединения, имеющая ответвления в различных направлениях или группа соединённых трещин, исходящих из одной общей трещины**

Эскиз дефекта:



Наименование дефекта: **Радиальная трещина сварного соединения**

Определение: **Несколько трещин различного направления, исходящих из одной точки**

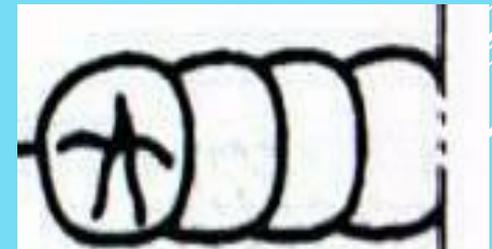
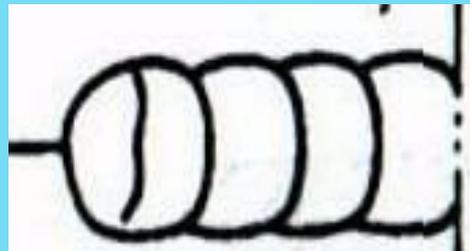
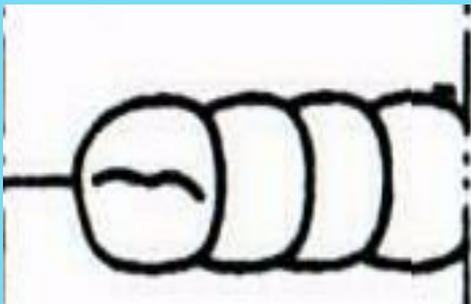
Эскиз дефекта:



Наименование дефекта: **Кратерная трещина** сварного соединения

Определение: **Трещина в кратетре валика (слоя) сварного шва**

Эскиз дефекта:



Наименование дефекта: **Включение**

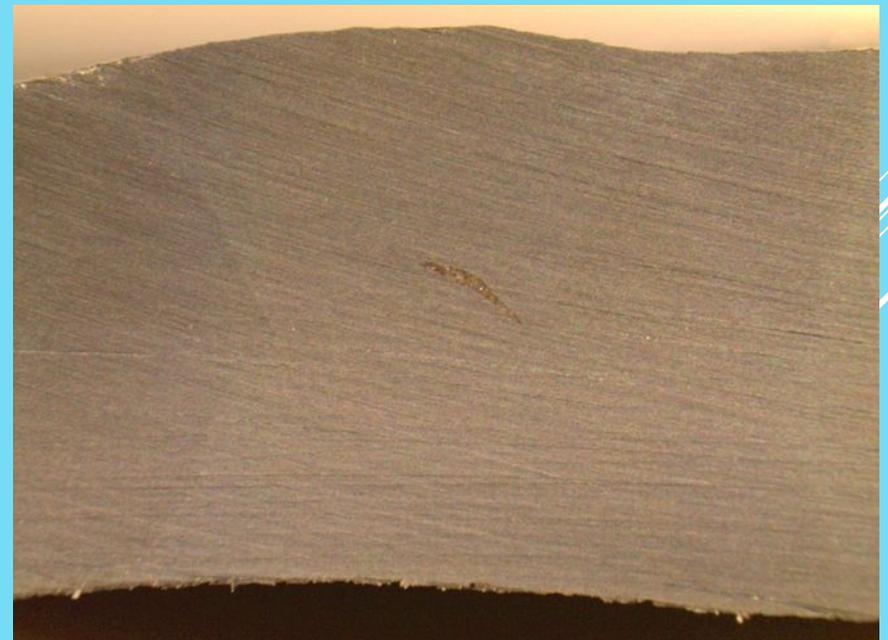
Определение: **Полость в металле, заполненная газом, шлаком или инородным металлом; обобщённое наименование пор, шлаковых и вольфрамовых включений.**



Наименование дефекта: **Шлаковое включение**

Определение: **Полость в металле, в т.ч. сварном шве, заполненная шлаком**

Эскиз дефекта:



Наименование дефекта: **Вольфрамовое включение**

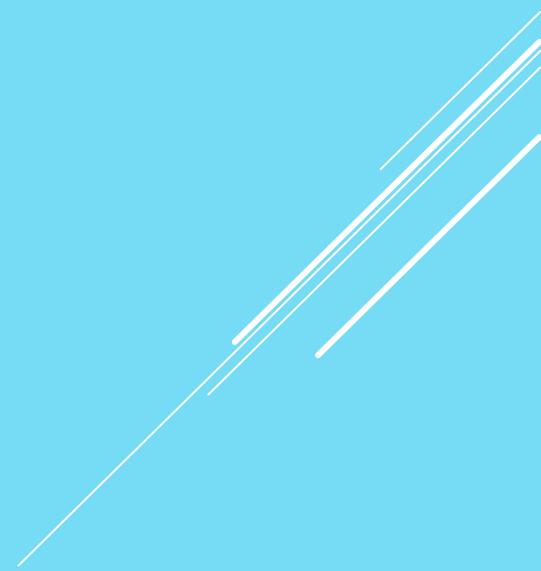
Определение: Внедрившаяся в металл шва нерасплавленная частица (осколок) неплавящегося вольфрамового электрода

Эскиз дефекта:



Наименование дефекта: **Оксидное включение**

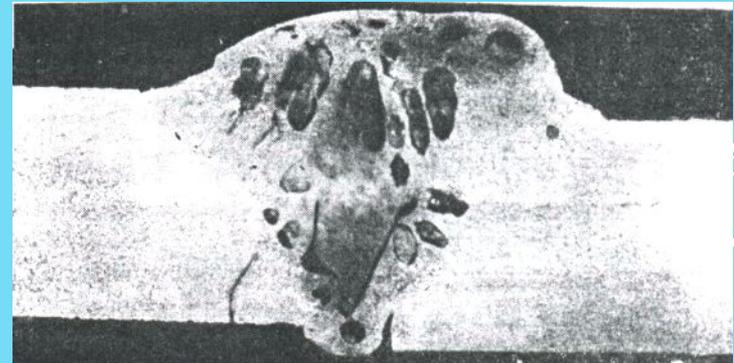
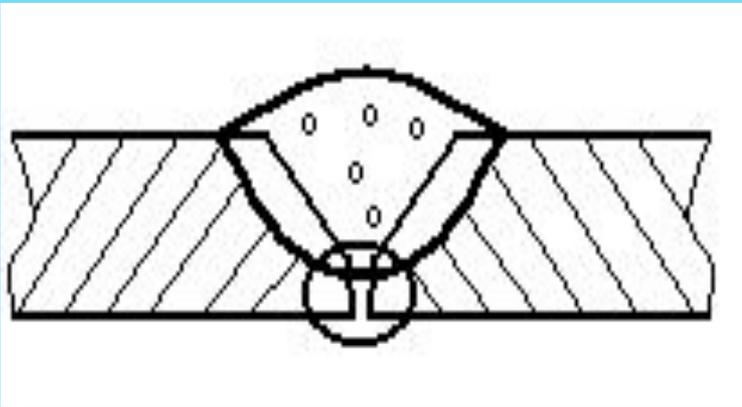
Определение: **Окисл металла, попавший в металл шва во время затвердевания .**



Наименование дефекта: **Пора**

Определение: **Заполненная газом полость округлой формы**

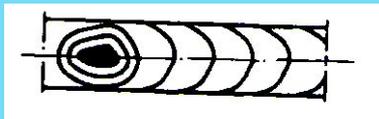
Эскиз дефекта:



Наименование дефекта: **Кратер**

Определение: **Дефект в виде полости или впадины, образовавшийся при усадке расплавленного металла при затвердевании. (распол. в местах обрыва дуги)**

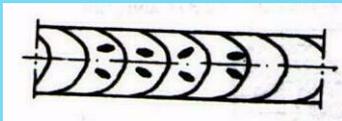
Эскиз дефекта:



Наименование дефекта: **Свищ**

Определение: **Дефект в виде воронкообразного или трубчатого углубления в сварном шве**

Эскиз дефекта:



Наименование дефекта: **Подрез**

Определение: **Острое конусообразное углубление на границе поверхности сварного шва с основным металлом**

Эскиз дефекта:

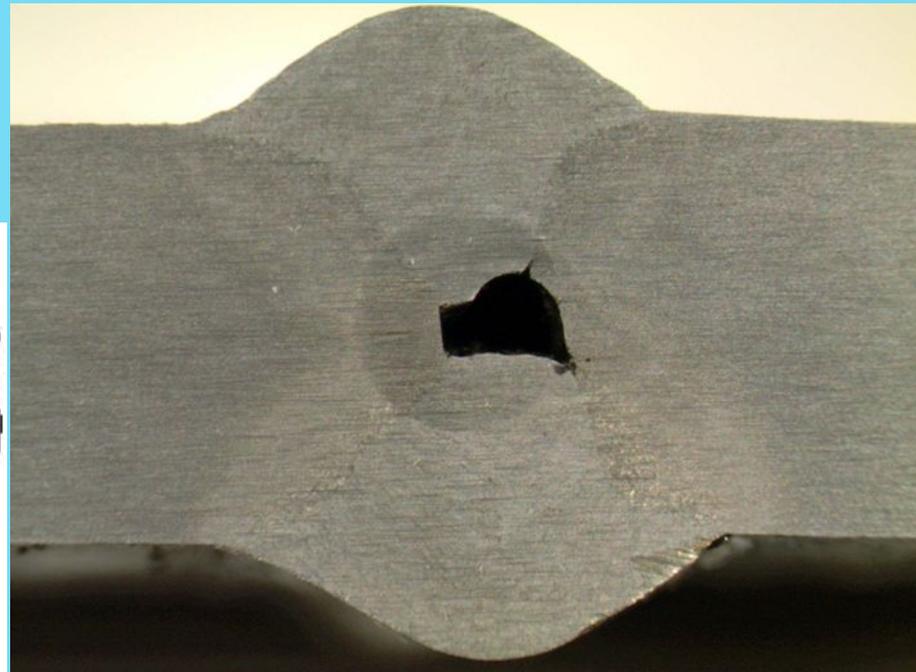
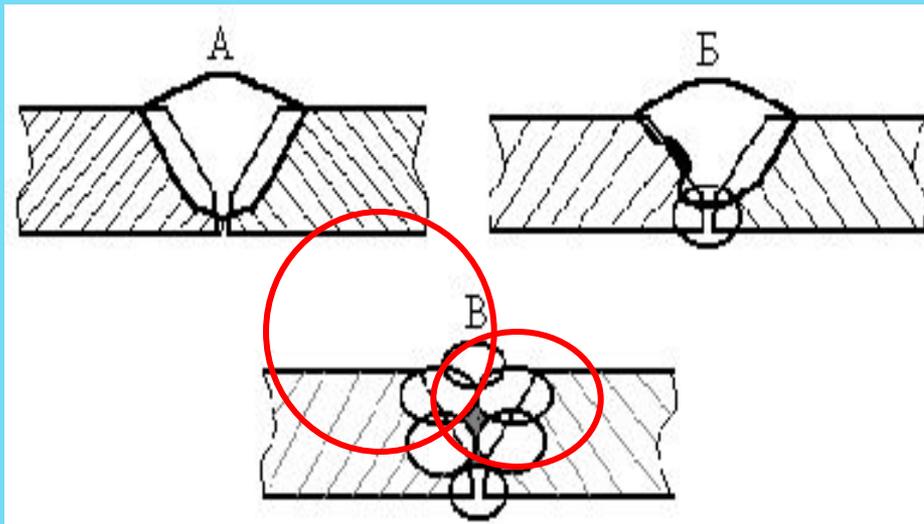
The sketch illustrates the formation of an undercut. On the left, a vertical electrode is shown melting the base metal. On the right, the resulting weld joint is shown with a sharp, V-shaped groove (undercut) at the toe of the weld. A label 'Подрез' with arrows points to this defect in both views.

A photograph of a real-world weld joint showing several sharp, V-shaped undercuts at the toe of the weld. The text 'TOOL-LAND-RU' is visible on the surface of the weld.

Наименование дефекта: **Непровар**

Определение: **Дефект в виде несплавления в сварном соединении вследствие неполного расплавления кромок основного металла или поверхностей ранее выполненных валиков сварного шва**

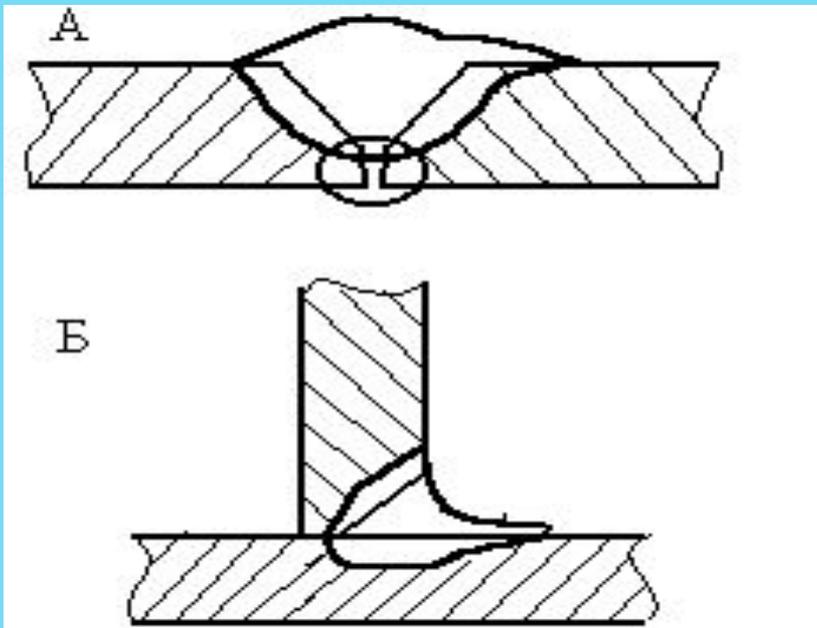
Эскиз дефекта:



Наименование дефекта: **Наплыв**

Определение: **Дефект в виде металла, натекшего в процессе сварки на поверхность сваренных деталей и несплавившегося с ним**

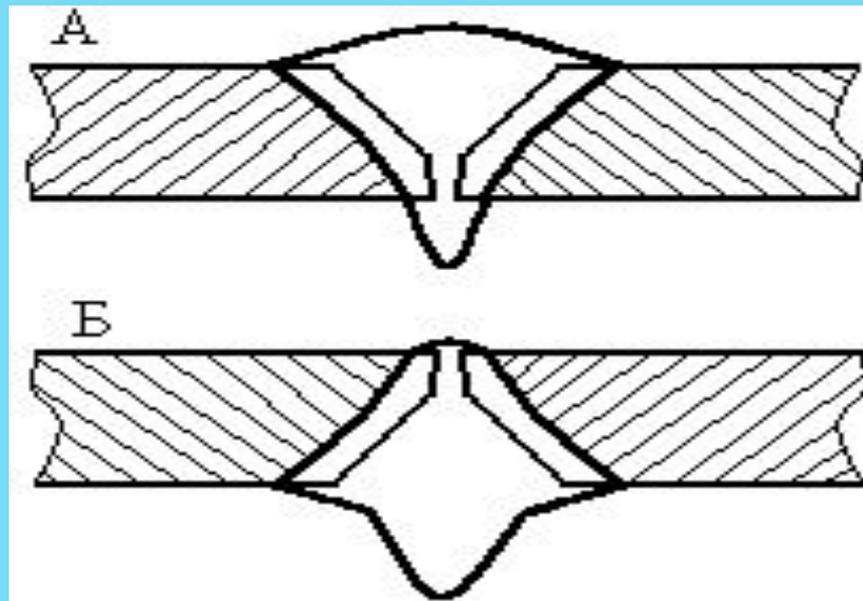
Эскиз дефекта:



Наименование дефекта: **Протёк**

Определение: **Стекание металла вследствие действия силы тяжести**

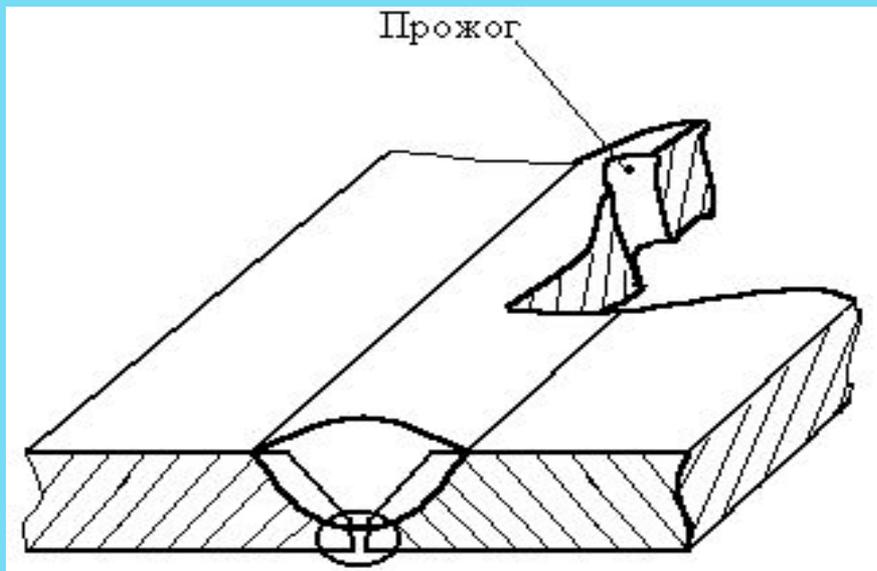
Эскиз дефекта:



Наименование дефекта: **Прожог**

Определение: **Дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве, образовавшийся вследствие вытекания части жидкого металла сварочной ванны в процессе сварки**

Эскиз дефекта:

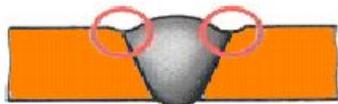


Кратер - усадочная раковина в конце валика сварного шва.



- Обрыв дуги
- Неправильное выполнение конечного участка шва
- Нарушение технологии сварки

Подрез - углубление на протяжении всего шва по линии сплавления металла шва с основным металлом.



- Большой сварочный ток
- Длинная дуга
- При сварке угловых швов – смещение электрода в сторону вертикальной стенки
- Большая скорость сварки

Пора-полость произвольной формы, без углов, образованная газами, задержанными в расплавленном металле.



- Быстрое охлаждение шва
- Загрязнение кромок маслом, ржавчиной и т.д.
- Некачественные сварочные материалы
- Высокая скорость сварки
- Повышенное содержание углерода в основном металле
- Неправильный выбор марки сварочной проволоки

Непровар - несплошность по всей длине шва или на его отдельном участке, возникающая из-за неспособности расплавленного металла проникнуть внутрь соединения.



- Малый угол скоса кромок
- Малый зазор между кромками
- Загрязнение кромок
- Недостаточный сварочный ток
- Высокая скорость сварки
- Большое притупление
- Смещение электрода в сторону

Включение шлака - частица твёрдого инородного вещества в металле сварного шва. Такие включения могут быть шлаковыми, флюсовыми, оксидными и металлическими.

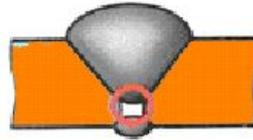


- Загрязнение кромок
- Малый сварочный ток
- Высокая скорость сварки
- Длинная дуга
- Некачественные сварочные материалы
- Плохая зачистка предыдущего шва

Прожог - сквозные отверстия или полости, образованные вследствие

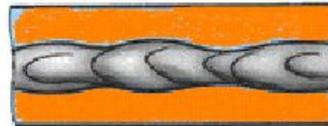
- Большой ток при малой скорости сварки
- Большой зазор между кромками

Несплавления-отсутствие соединения между металлом сварного шва и основным металлом или между отдельными валиками сварного шва.



- Плохая зачистка кромок
- Большая длина дуги
- Недостаточный сварочный ток
- Высокая скорость сварки
- Неправильная геометрия подготовки кромок

Неравномерная форма шва - отклонение формы наружных поверхностей сварного шва или геометрии соединения от установленного значения.



- Неустойчивый режим сварки
- Неточное направление электрода
- Колебание напряжения в сети
- Проскальзывание проволоки в подающих роликах
- Протекание жидкого металла в зазоры

Наплыв- металл шва, осевший от тяжести и не сплавленный с соединяемой поверхностью,



- Большой сварочный ток
- Неправильный наклон электрода
- Излишняя длина дуги
- Большой угол наклона изделия

Трещины - несплошность, разрушение на сварном соединении.



- Быстрое охлаждение конструкции
- Повышенное содержание примесей серы и фосфора
- Повышенное содержание углерода в основном металле

Свищи-трубчатая полость в металле сварного шва из-за выделений газа.



- Низкая пластичность металла шва
- Образование закалочных структур
- Напряжение от неравномерного нагрева
- Неправильная геометрия сварного валика

Перегрев (пережог) металла - местное повреждение поверхности основного металла, примыкающего к сварному шву, возникшее в



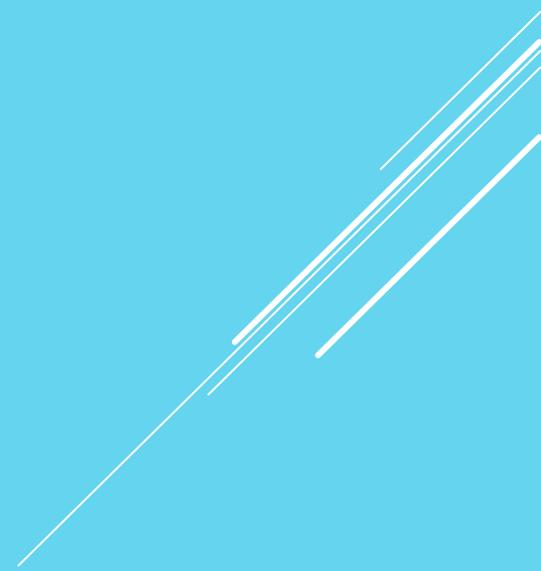
- Чрезмерный нагрев околошовной зоны
- Неправильный выбор тепловой мощности
- Завышенные значения мощности

Отрицательное влияние дефектов на сварные соединения может выражаться в:

- ✓ ухудшении механических свойств сварных соединений вследствие ослабления рабочего сечения, концентрации напряжений и возможного перехода от одноосного к многоосному напряженному состоянию;
- ✓ нарушении герметичности
- ✓ снижении коррозионной стойкости
- ✓ изменении электро- и теплопроводности
- ✓ и т.д.

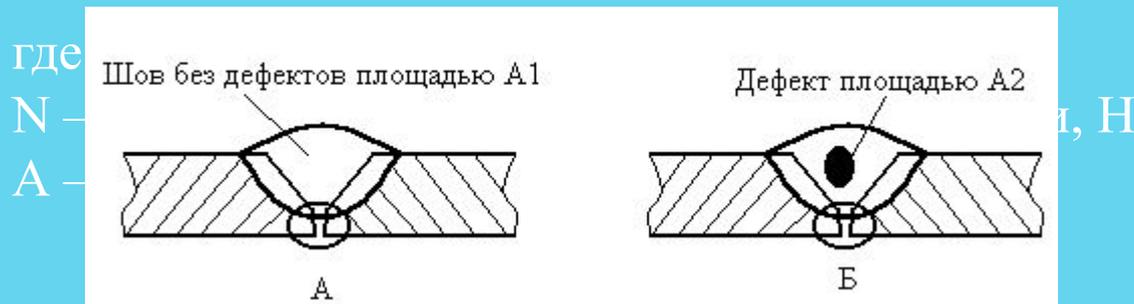
Влияние дефектов на качество различно в зависимости от условий работы изделия, конструкции и применяемых материалов

Пример влияния дефектов несплошностей и включений на прочность сварных соединений



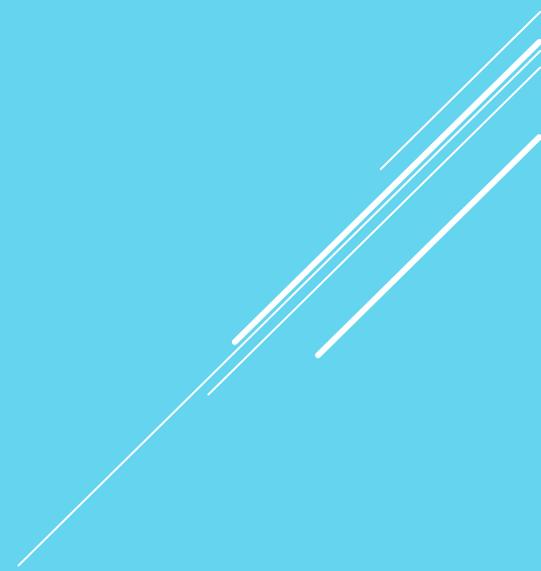
Прочность сварного соединения оценивают по величине напряжений (σ), возникающих в нём под воздействием внешней приложенной нагрузки (N).

$$\sigma = N / A, \text{ [МПа]}$$

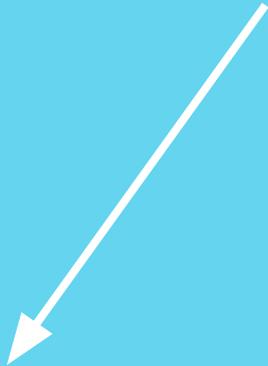


$A_1 > A_2$ следовательно $\sigma_1 < \sigma_2$

Классификация методов контроля



**По характеру воздействия на материал
или изделие**



**Разрушающие
методы контроля**

**Неразрушающие
методы контроля**

К разрушающим методам контроля относят:

- механические испытания
 - металлографические исследования
 - испытания на межкристаллитную коррозию
 - испытания на коррозию под напряжением
 - технологические пробы на свариваемость
 - определение химического состава
- 

Преимущества разрушающих методов контроля:

- ❖ дает возможность получить количественные характеристики качества соединения (например, прочность соединения на растяжение)
- ❖ дает возможность точно определить вид (природу) дефекта

Недостатки разрушающих методов контроля:

- ❖ испытания проводятся на образцах-свидетелях, моделях, реже на готовых изделиях, но не на тех объектах, которые в дальнейшем применяются в эксплуатации
- ❖ Для обеспечения достоверности испытаний количество образцов должно быть достаточно большим. При этом расходуется большое количество материалов, изготовление образцов требует трудоемкой механической обработки

К неразрушающим методам контроля относят:

- акустические методы
 - вихретоковые методы
 - магнитные методы
 - оптические методы
 - проникающими веществами (капиллярные и течеисканием)
 - радиационные методы
 - тепловые методы
- 

Преимущества неразрушающих методов контроля:

- ❖ испытания проводятся на самих изделиях и на опасных участках, можно контролировать любое изделие из партии, даже все, если это нужно, можно проводить контроль во время эксплуатации изделия без прекращения его работы, в том числе неоднократно
- ❖ по сравнению с РК экономятся материалы и затраты труда на подготовку и проведение испытаний

Недостатки неразрушающих методов контроля:

- ❖ оцениваются лишь свойства, косвенно характеризующие качество сварного соединения (неразрушающий контроль даёт ответы на следующие вопросы: есть ли дефект в соединении? Если есть, то какую он имеет форму, размеры? Где расположен дефект?). Для установления связи между результатами НК и эксплуатационной надёжностью изделия и для точного определения вида дефекта требуются дополнительные исследования