

## ***ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ***

**ГОРЯЧИЕ ТРЕЩИНЫ (ГТ)** - хрупкое межкристаллитное разрушение металла шва, возникающее в твердотелом состоянии при завершении кристаллизации шва под действием сварочных напряжений.

**ДЕФЕКТ** - несоответствие сварного шва или сварного соединения требованиям нормативной документации.

**ДОПУСТИМЫЙ ДЕФЕКТ** - дефект, присутствие которого не ухудшает механических эксплуатационных свойств сварного шва и разрешено нормативно-технической документацией.

**ЗОНА ТЕРМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ (ЗТВ)** - участок, нагретый при сварке до температуры 1350 - 2000 °С, в котором произошли структурные и механические изменения основного металла.

**КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА** - процесс проверки соответствия показателей качества сварных соединений и изделий требованиям нормативных документов.

**КРАТЕР** - усадочная раковина в конце валика сварного шва.

**НЕДОПУСТИМЫЙ ДЕФЕКТ** - дефект, наличие которого категорически запрещено нормативно-технической документацией.

**ОКСИДНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ** - соединения кислорода с химическими элементами, например,  $\text{SiO}_2 - \text{MnO} - \text{FeO}$ ;  $\text{SiO}_2 - \text{MnO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{SiO}_2 - \text{FeO} - \text{Fl}_2\text{O}_3$ .

**ОСТАТОЧНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ** - деформация, возникающая в сварном изделии к моменту его полного охлаждения.

**ПОГОННАЯ ЭНЕРГИЯ** - показатель сварочного процесса, представляющий собой отношение эффективной мощности источника теплоты к скорости сварки.

**РЕЖИМ СВАРКИ** - совокупность характеристик сварочного процесса, которые должны выполняться для получения сварного соединения.

**СВАРИВАЕМОСТЬ** - технологическое свойство металлов или их сочетаний образовывать в процессе сварки соединения, отвечающие конструктивным и эксплуатационным требованиям к ним.

**СВАРКА ПЛАВЛЕНИЕМ** - процесс сварки, при котором металл в зоне соединения находится в жидком состоянии при нагреве выше температуры плавления.

**СВАРНОЕ СОЕДИНЕНИЕ** - совокупность трёх участков: сварного шва, зоны сплавления и зоны термического влияния.

**СВАРНОЙ ШОВ** - участок сварного соединения, в пределах которого металл был расплавлен, а затем закристаллизовался.

**СВАРОЧНАЯ ВАННА** - объём металла, находящегося в расплавленном состоянии при сварке.

**СВАРОЧНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ** - деформации, возникающие в сварной конструкции вследствие нагрева и охлаждения металла при сварке.

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

**ТЕРМИЧЕСКИЙ ЦИКЛ** - характер изменения температуры во времени в данной точке сварного соединения.

**ТРЕЩИНЫ ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА (ТОМ)** - трещины при производстве металлопроката, раскрывшиеся под действием термического цикла сварки.

**ФЛЮС** - вещество, вводимое в зону сварки для создания защиты дуги и сварочной ванны от воздуха, а также для металлургических процессов во время сварки.

**ХОЛОДНЫЕ ТРЕЩИНЫ (ХТ)** - трещины, образующиеся в сварных соединениях преимущественно после охлаждения; возникают под действием сварочных напряжений.

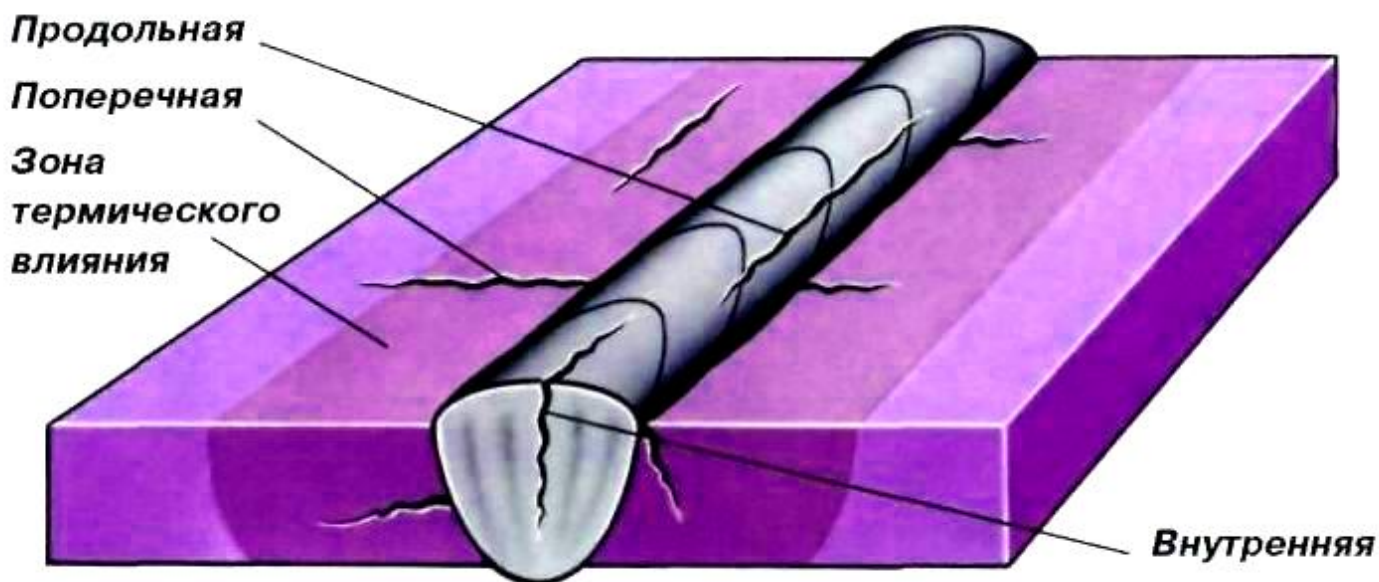
**ШЛАК** - стекловидный расплав на поверхности шва после затвердевания различных окислов, образующихся в результате металлургических процессов во время сварки.

**ЭВТЕКТИКА** - механическая смесь кристаллов компонентов, образующаяся при затвердевании металла сварочной ванны и имеющая наиболее низкую температуру плавления по сравнению с металлом шва.

## ТРЕЩИНЫ (100;Е)

**НЕСПОЛШНОСТЬ**, вызванная местным разрушением шва и его охлаждением, либо действием нагрузок.

**НЕДОПУСТИМЫ**, так как являются концентратом напряжения и очагом разрушения.



**Внешние признаки:** разрывы металла по границам кристаллизующихся зёрен или по самим кристаллам металла сварного соединения. Дефект виден невооружённым глазом или через лупу небольшого (2-4х) увеличения при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** - горячие трещины возникают в результате растягивающих напряжений, появляющихся во время охлаждения сварного соединения. Трещины в околошовной зоне или в основном металле относятся к холодным трещинам и имеют закалочное, водородное или смешанное происхождение.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** - высокие сварочные напряжения; - повышенная жёсткость свариваемой конструкции; - неправильная форма шва из-за несоблюдения режима сварки; - повышенное содержание углерода в основном металле; - резкое охлаждение конструкции.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** - правильно выбрать основной металл и сварочные материалы; - выбрать оптимальный режим; - использовать приспособления для снижения напряжений, возникающих при сварке.

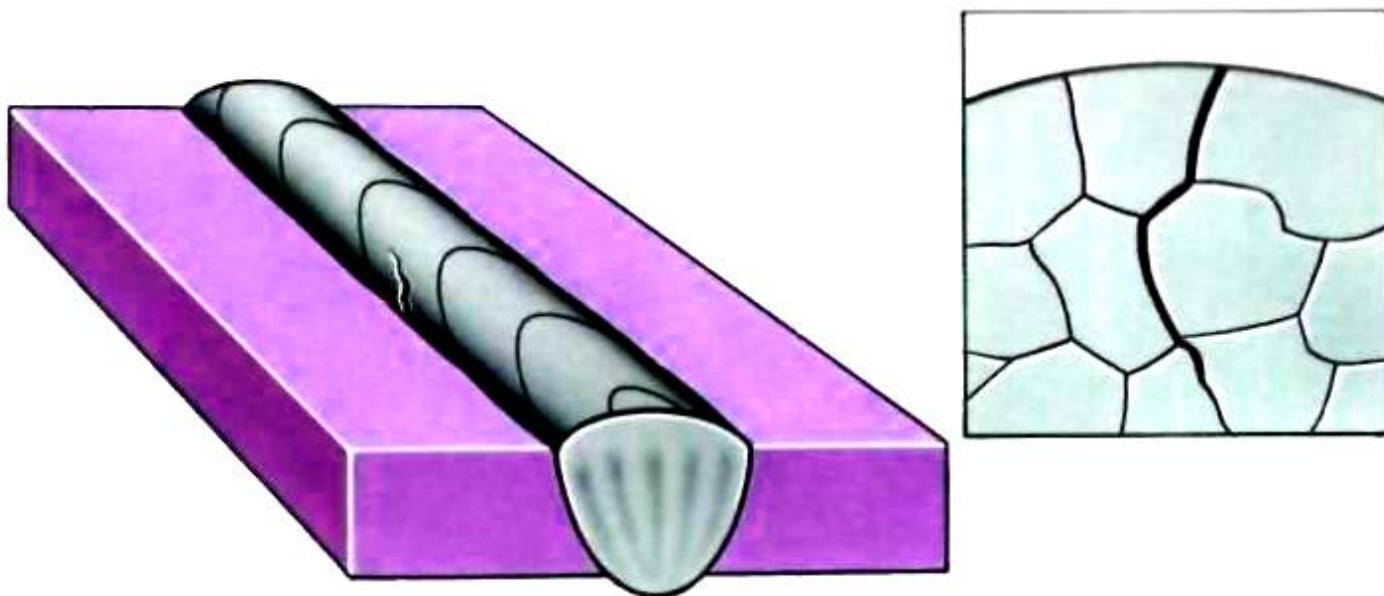
**Во время сварки:** - применять технику сварки, обеспечивающую оптимальный термический цикл и геометрию сварочной ванны; - по возможности обеспечить измельчение зёрен материала сварочной ванны в период её кристаллизации.

**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** - Место образования трещины удалить шлифовальным инструментом. Образовавшуюся полость заварить.

## МИКРОТРЕЩИНА (1001)

**ТРЕЩИНА** микроскопических размеров, которую обнаруживаю физическими методами не менее чем при 10-кратном увеличении.

**НЕДОПУСТИМА**, так как является очагом развития макротрещины.



**Внешние признаки:** микроскопические разрывы по границам зёрен металла. Дефект виден невооружённым глазом или через лупу небольшого (2-4х) увеличения при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Легкоплавкие соединения, присутствующие в металле шва, влекут за собой возникновение кристаллизационных трещин. В период, когда сварочная ванна находится в твердожидком состоянии, под действием сварочных напряжений происходит разрыв кристаллов.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** - повышенное содержание в основном металле примесей, искажающих кристаллическую решётку; - повышенная деформация при сварке; - избыток в сварочной ванне сульфидным и окисульфидным включений; - чрезмерная скорость охлаждения, приводящая к укрупнению кристаллов.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** Перед сваркой: - выбрать сварочные материалы, компенсирующие вредное влияние химических элементов, искажающих кристаллическую решётку; - применять фиксирующие приспособления, исключающие дополнительные напряжения, возникающие при сварке; - выбрать режим сварки с минимальной погонной энергией.

**Во время сварки:** - вести сварку с оптимальной скоростью; - применять перемешивание сварочной ванны в период её кристаллизации.

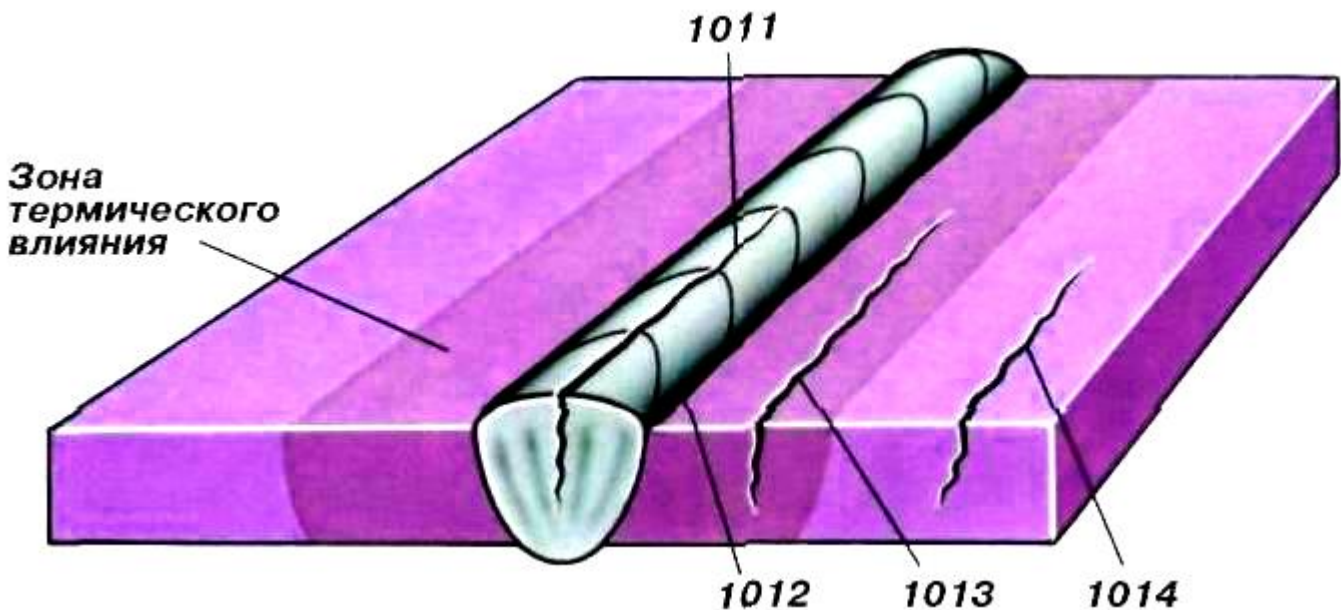
После сварки: - исключить внешние факторы, ускоряющие охлаждение сварочной ванны.

**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Место образования трещины удалить шлифовальным инструментом. Образовавшуюся полость заварить.

## ПРОДОЛЬНАЯ ТРЕЩИНА (101;Ea)

**ТРЕЩИНА**, ориентированная вдоль сварного шва. Может располагаться в металле сварного шва (1011), на границе сплавления (1012), в зоне термического влияния (1013), в основном металле (1014).

**НЕДОПУСТИМА**, так как является очагом концентрации напряжений и развития разрушения.



**Внешние признаки:** продольные горячие трещины (1011, 1012) имеют на изломе желтовато-оранжевый оттенок; холодные трещины (1013) - чистый, блестящий вид кристаллов; трещины в основном металле (1014) - цвет металл. Дефект виден невооруженным глазом или через лупу небольшого (2-4х) увеличения при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** - горячие трещины образуются под действием напряжений по границам кристаллов, когда металл шва находится в твёрдожидком состоянии; - холодные трещины образуются по местам, где возникают закалочные структуры, не выдержавшие внутренних напряжений; - трещины в основном металле раскрываются под действием сварочных напряжений.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** - в металле шва (1011) и на границе сплавления (1012) - горячие трещины, возникающие под действием высоких поперечных сварочных напряжений; - в зоне термического влияния (1013) - холодные трещины, вызванные появлением хрупких закалочных структур; - в основном металле (1014) - трещины, образовавшиеся в процессе изготовления металла.

### СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

**Перед сваркой:** - выбрать способы сварки и режимы, обеспечивающие минимальные сварочные напряжения; - использовать сварочные материалы, исключая появление легкоплавких эвтектик; - применять металлы с пониженным содержанием серы, фосфора, углерода; - применять сборочные приспособления, исключая поперечные деформации.

**Во время сварки:** - необходимо вести сварку на минимальной погонной энергии ниточным швами; - применять способы и приёмы, способствующие перемешиванию

металла в сварочной ванне; - следует формировать шов оптимальных размеров с плавным переходом к основному металлу.

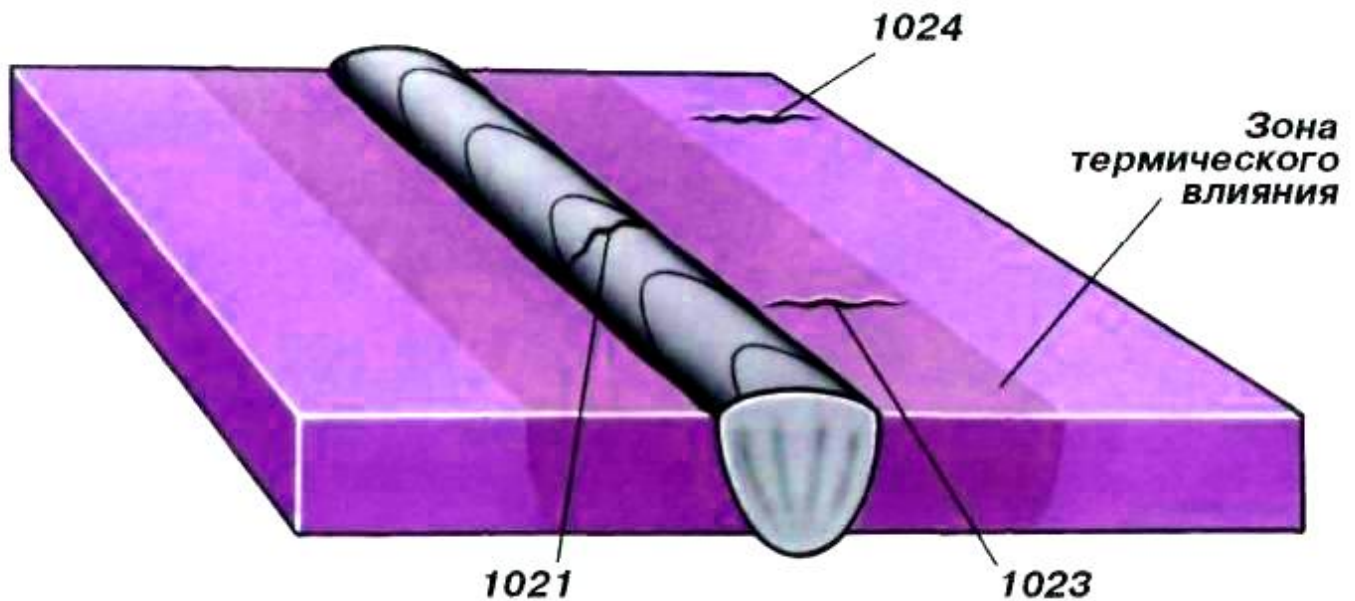
**После сварки:** - дать остыть металлу сварочных швов конструкций, не вынимая её из сборочного приспособления.

**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Место образования трещин удалить шлифовальным инструментом. Образовавшуюся полость заварить заново.

## ПОПЕРЧНАЯ ТРЕЩИНА (102; Еб)

**ТРЕЩИНА**, ориентированная поперёк оси сварного шва. Может располагаться в металле сварного шва (1021), в зоне термического влияния (1023), в основном металле (1024).

**НЕДОПУСТИМА**, так как является очагом концентрации напряжений и развития разрушения.



**Внешние признаки:** поперечные горячие трещины (1021) имеют на изломе желтовато-оранжевый оттенок; холодные трещины (1023) - чистый, блестящий вид кристаллов; трещины в основном металле (1024) - цвет металла.

Дефект виден невооруженным глазом или через лупу небольшого (2-4х) увеличения при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** - горячие трещины образуются, когда сварочная ванна представляет собой кристаллы и расплав. Легкоплавкие соединения являются причиной возникновения горячих трещин; - холодные трещины образуются в результате разрушения хрупких закалочных структур при возникновении значительных напряжений; - трещины в основном металле образуются под действием термического цикла сварки.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** - горячие трещины возникают в металле шва (1021) и на границе сплавления под действием растягивающих продольных напряжений, когда металл шва находится в твердожидком состоянии; - поперечные холодные трещины (1023) возникают в твёрдом металле околошовной зоны, где образуются хрупкие закалочные структуры, разрушающиеся под действием сварочных напряжений; - трещины в основном металле (1024) образуются в результате раскрытия дефектов, существующих при производстве металла.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** Перед сваркой: - применять металлы с пониженным содержанием серы, фосфора, углерода; - выбрать способ сварки и режимы, обеспечивающие минимальные продольные сварочные напряжения; - применять сборочные приспособления, исключающие продольные деформации.

**Во время сварки:** - вести сварку на минимальной погонной энергии ниточными швами; - применять способы и приёмы, снижающие уровень продольных напряжений; - формировать шов оптимальных размеров, препятствующих образованию поперечных трещин.

**После сварки:** - дать остыть металлу сварочных швов конструкций, не вынимая её из сборочного приспособления.

**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Место образования трещины необходимо удалить шлифовальным инструментом. Образовавшуюся полость заварить заново.

\*

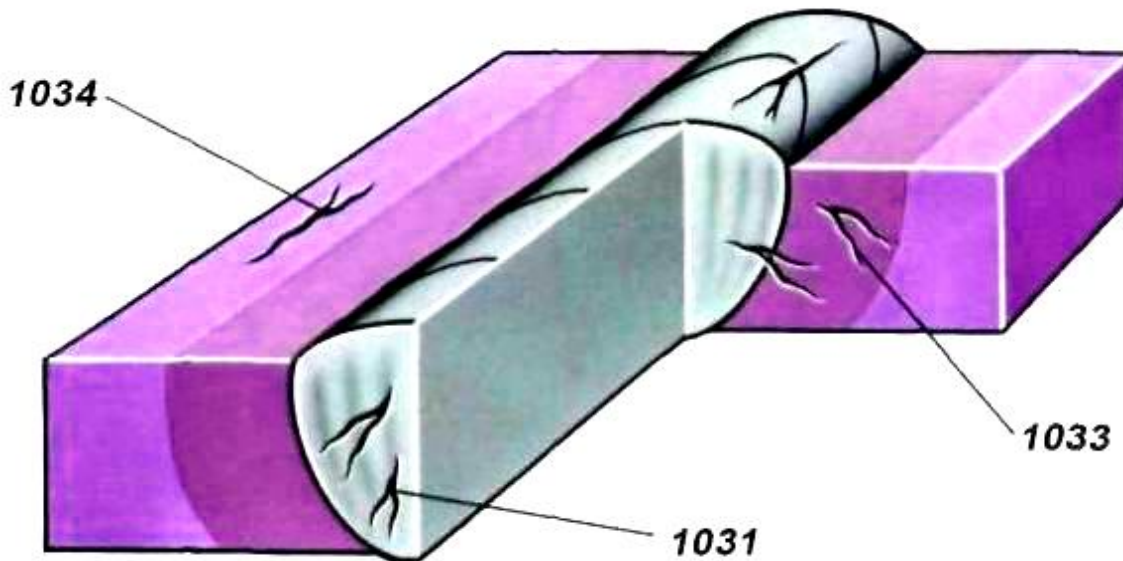
*Стойкость металла к образованию **горячих трещин** зависит от величины и скорости нарастания действующих в период кристаллизации в металле шва растягивающих напряжений; химического состава металла шва и длительного его пребывания в состоянии пониженной пластичности; формы сварочной ванны; расположения межкристаллитных участков по отношению к растягивающим напряжениям, а также характера (темпа) и изменения упругопластической деформации.*

***Холодные трещины** образуются в сварных соединениях при относительно невысоких температурах, когда металл шва и околошовной зоны приобретает высокие упругие свойства. Такие трещины зарождаются, как правило, через некоторое время после окончания сварки и затем медленно, на протяжении нескольких часов и даже суток распространяются по длине и глубине.*

## РАДИАЛЬНЫЕ ТРЕЩИНЫ (103; E)

**ТРЕЩИНЫ**, радиально расходящиеся из одной точки. Могут располагаться в металле сварного шва (1031), в зоне термического влияния (1033), в основном металле (1034). Трещины этого типа, расходящиеся в разные стороны, известны как «звёздоподобные».

**НЕДОПУСТИМЫ**, так как при действии рабочих нагрузок являются очагом развития разрушения конструкции.



**Внешние признаки:** радиальные горячие трещины (1031) имеют на изломе желтовато-оранжевый оттенок; холодные трещины (1033) - чистый, блестящий вид кристаллов; трещины в основном металле (1034) - цвет металла. Дефект хорошо виден невооружённым глазом или через лупу небольшого (2-4х) увеличения при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** - горячие трещины образуются в результате силового воздействия сварочных напряжений по границам кристаллов, омываемых легкоплавкими эвтектиками; - холодные трещины образуются в результате разрыва хрупких кристаллов в зоне термического влияния под действием сварочных напряжений; - трещины в основном металле образуются как дефекты изготовления металла.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** - горячие трещины (1031) возникают в металле шва под действием растягивающих сварочных напряжений, когда металл шва находится в твёрдожидком состоянии; - радиальные холодные трещины (1033) возникают в твёрдом металле околошовной зоны, где образуются хрупкие закалочные структуры, которые разрушаются под действием продольных и поперечных сварочных напряжений; - трещины в основном металле (1034) образуются под действием термического цикла сварки.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** - применять металлы и сварочные материалы с пониженным содержанием серы, фосфора, углерода; - использовать технологические процессы сварки, обеспечивающие минимальный уровень сварочных

напряжений; - применять кондукторы и прижимные приспособления, снижающие уровень сварочных напряжений.

**Во время сварки:** - необходимо применять способы и приёмы, снижающие остаточные сварочные напряжения; - формировать шов оптимальных размеров; - применять режимы сварки, обеспечивающие уменьшение размеров кристаллов и деформацию сварного соединения.

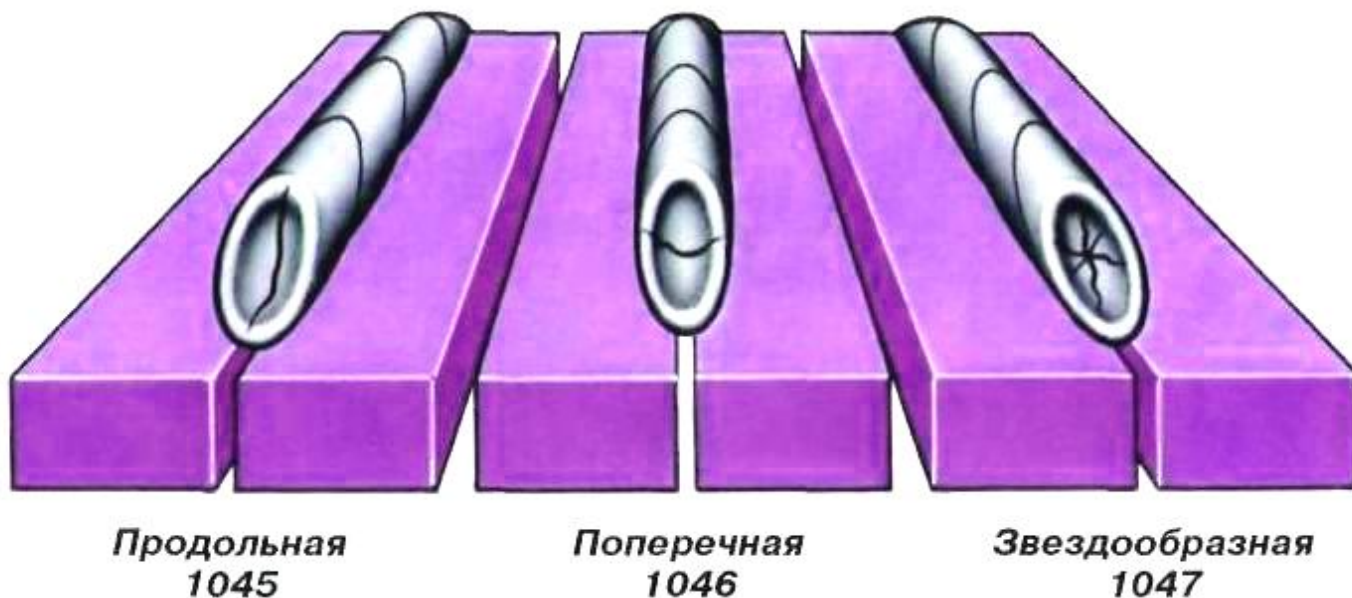
**После сварки:** - дать остыть металлу сварных швов конструкций, не вынимая её из сборочного приспособления.

**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Место образования трещины удалить шлифовальным инструментом. Образовавшуюся полость заварить заново.

## ТРЕЩИНА В КРАТЕРЕ (104; Ес)

**Трещина** в кратере сварного шва. Может быть продольной (1045), поперечной (1046), звёздообразной (1047).

**НЕДОПУСТИМА**, так как при заварке может остаться незаваренная часть трещины.



**Внешние признаки:** разрыв металла кратера вдоль (1045), поперек (1046) и в различных направлениях из одной точки (1047). Дефект виден невооружённым глазом или через лупу небольшого (2-4х) увеличения при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Когда металл кратера ещё находится в жидко-твёрдом состоянии, под действием сварочных напряжений возникает разрыв металла шва по линиям эвтектик – легкоплавких соединений, расположенных между кристаллами.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – продольная трещина (1045) возникает при чрезмерных поперечных напряжениях; - поперечная трещина (1046) образуется под действием продольных напряжений; - звёздообразная трещина (1047) появляется, когда возникают сварочные напряжения, действующие в различных направлениях.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** - применять кондукторы и сборочные приспособления, снижающие уровень сварочных напряжений; - необходимо использовать технологические процессы сварки, обеспечивающие минимальный уровень сварочных напряжений; - применять сварочные материалы, снижающие размеры кристаллитов в металле шва.

**Во время сварки:** - правильно заваривать кратер; - обеспечивать снижение тепловой мощности источника нагрева при окончании сварки.

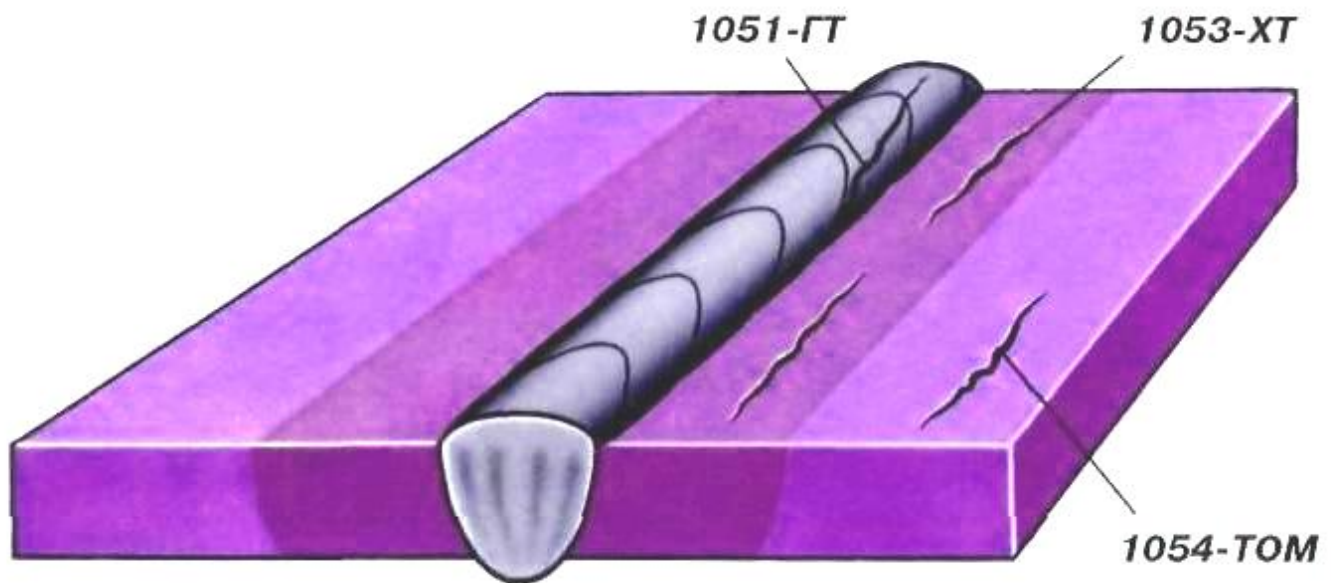
**После сварки:** - дать остыть металлу кратера, не вынимая конструкцию из зажимного приспособления.

**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Место образования трещины удалить шлифовальным инструментом. Образовавшуюся полость заварить заново.

## РАЗДЕЛЬНЫЕ ТРЕЩИНЫ (105; E)

**ГРУППА ТРЕЩИН**, которые могут находиться в металле сварного шва (1051), в зоне термического влияния (1053), в основном металле (1054).

**НЕДОПУСТИМЫ**, так как при действиях рабочих нагрузок являются очагом развития разрушений конструкций.



**Внешние признаки:** горячие трещины (1051) имеют на изломе желтовато-оранжевый оттенок; холодные трещины (1053) – чистый, блестящий вид кристаллов; трещины в основном металле (1054) – цвет металла. Дефект виден невооружённым глазом или через лупу небольшого (2-4х) увеличения при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – горячие трещины образуются в результате силового воздействия сварочных напряжений по границам кристаллов, омываемых легкоплавкими эвтектиками; - холодные трещины образуются в результате разрыва хрупких кристаллов в зоне термического влияния под действием сварочных напряжений; - трещины в основном металле образуются как дефекты изготовления металла.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – горячие трещины (1051) возникают в металле шва под действием растягивающих сварочных напряжений, когда металла шва находится в твердожидком состоянии; - холодные трещины (1053) возникают в твёрдом металле околошовной зоны, где образуются хрупкие закалочные структуры, разрушающиеся под действием продольных и поперечных сварочных напряжений; - трещины в основном металле (1054) образуются под действием термического цикла сварки.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** - применять металлы и сварочные материалы с пониженным содержанием серы, фосфора, углерода; - использовать технологические процессы сварки, обеспечивающие минимальный уровень сварочных напряжений; - применять кондукторы и прижимные приспособления, снижающие уровень сварочных напряжений.

**Во время сварки:** - применять способы и приёмы, снижающие остаточные сварочные напряжения; - формировать сварной шов оптимальных размеров; - применять режимы

сварки, обеспечивающие уменьшение размеров кристаллов и деформацию сварного соединения.

**После сварки:** - дать остыть металлу сварных швов конструкции, не вынимая её из сборочного приспособления.

**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Место образования трещины удалить шлифовальным инструментом. Образовавшуюся полость заварить заново.

\*

**Горячие трещины** возникают чаще всего при сварке высоколегированных сталей аустенитного класса, алюминиевых, алюминий-магниевого, титановых и никелевых сплавов. Чтобы снизить вероятность образования таких трещин, следует сваривать (с низким значениями погонной энергии) металлы, содержащие минимальное количество вредных примесей и имеющие мелкозернистую структуру.

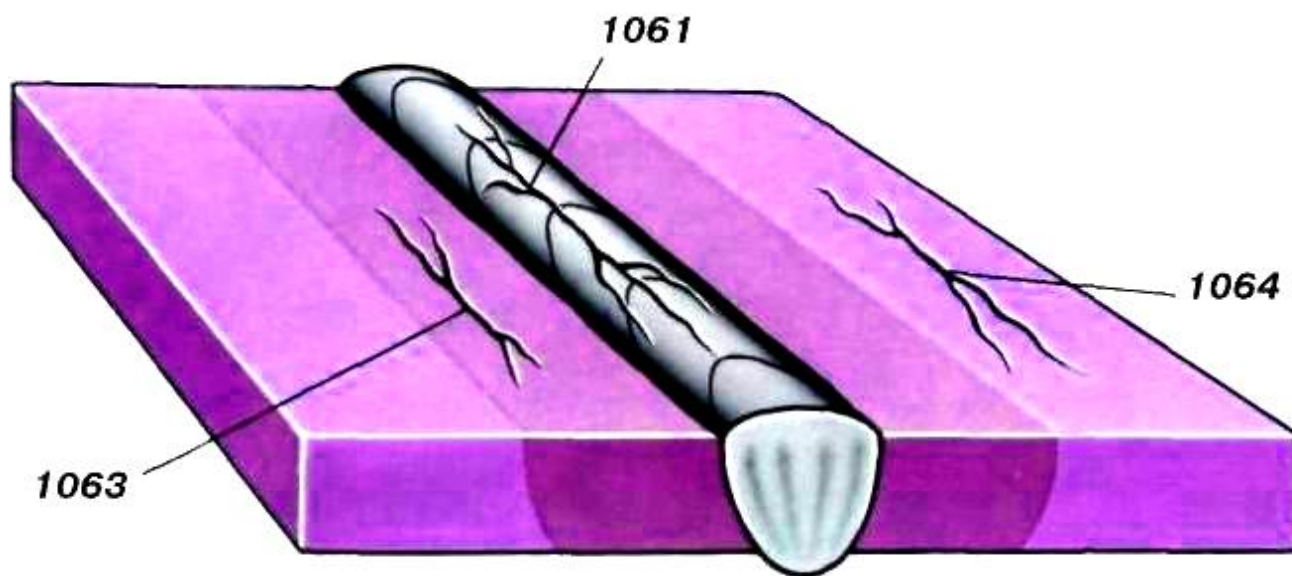
**Холодные трещины** образуются, главным образом, при сварке среднелегированных сталей перлитного и мартенситного классов. Для предотвращения холодных трещин не следует, где это возможно, жёстко закреплять свариваемые элементы, сохраняя их податливость при сварке.

Внутренние трещины в сварных соединениях лучше всего выявляются при ультразвуковом контроле.

## РАЗВЕТВЛЁННЫЕ ТРЕЩИНЫ (106; E)

**ГРУППА ТРЕЩИН**, возникающая из одной трещины. Могут располагаться в металле сварного шва (1061), в зоне термического влияния (1063), в основном металле (1064).

**НЕДОПУСТИМЫ**, так как при действии рабочих нагрузок являются очагом развития конструкции.



**Внешние признаки:** горячие трещины (1061) имеют на изломе желтовато-оранжевый оттенок; холодные трещины (1063) – чисты, блестящий вид кристаллов; трещины в основном металле (1064) – цвет металла. Дефект виден невооружённым глазом или через лупу небольшого (2-4х) увеличения при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – горячие трещины образуются в результате силового воздействия сварочных напряжений по границам кристаллов, омываемых легкоплавкими эвтектиками; - холодные трещины образуются в результате разрыва хрупких кристаллов в зоне термического влияния под действием сварочных напряжений; - трещины в основном металле образуются как дефекты изготовления металла.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – горячие трещины (1061) возникают в металле шва под действием растягивающих сварочных напряжений, когда металла шва находится в твёрдожидком состоянии; - холодные трещины (1063) возникают в твёрдом металле околошовной зоны, где образуются хрупкие закалочные структуры, разрушающиеся под действием продольных и поперечных сварочных напряжений; - трещины в основном металле (1064) образуются под действием термического цикла сварки.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** - применять металлы и сварочные материалы с пониженным содержанием серы, фосфора, углерода; - использовать технологические процессы сварки, обеспечивающие минимальный уровень сварочных напряжений; - применять кондукторы и прижимные приспособления, снижающие уровень сварочных напряжений.

**Во время сварки:** - применять способы и приёмы, снижающие остаточные сварочные напряжения; - формировать сварной шов оптимальных размеров; - применять режимы

сварки, обеспечивающие уменьшение размеров кристаллов и деформацию сварного соединения.

**После сварки:** - дать остыть металлу сварных швов конструкции, не вынимая её из сборочного приспособления.

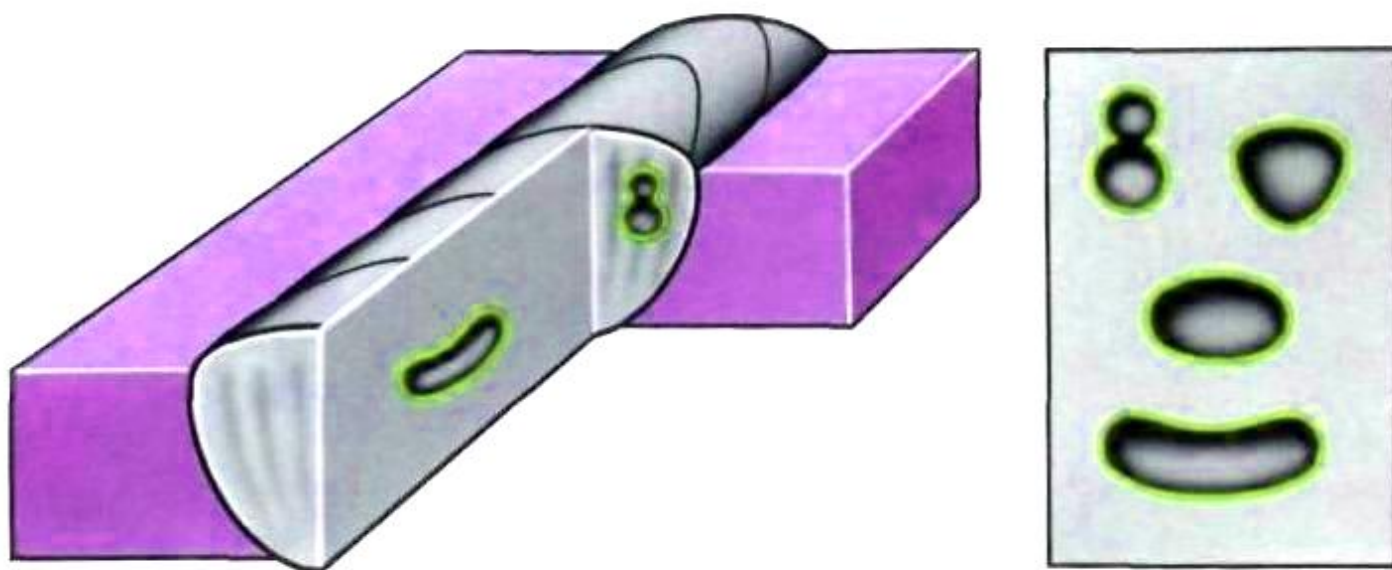
**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Место образования трещины удалить шлифовальным инструментом. Образовавшуюся полость заварить заново.

## ГАЗОВАЯ ПОЛОСТЬ(200; А)

**ПОЛОСТЬ** произвольной формы, без углов, образованная газами, задержанными в расплавленном металле.

**ДОПУСТИМО** в виде одиночного дефекта в неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМО** в сварных швах ответственных конструкций, поднадзорных органам технического надзора.



**Внешние признаки:** отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** В сварочной ванне образуются пузырьки водорода, азота, окиси углерода и др. газов. Эти пузырьки фиксируются в металле шва при его кристаллизации.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – плохая защита сварочной ванны от влияния воздуха; - неправильный выбор режима сварки; - сварка с большой длиной дуги; - недостаточное количество органических компонентов в составе электродного покрытия; - плохая прокалка электродов; некачественная зачистка свариваемых кромок от ржавчины и загрязнений.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** - тщательно зачищать кромки от ржавчины и грязи; - прокалывать покрытые электроды согласно паспортным режимам для каждого типа и марки; - выбирать оптимальные режимы сварки.

**Во время сварки:** - сварка короткой дугой; - начало и конец сварного шва выполнять на выводных планках; - исключить воздействие сквозняка и ветра на сварочную дугу; - не вести сварку при повышенной влажности окружающей среды.

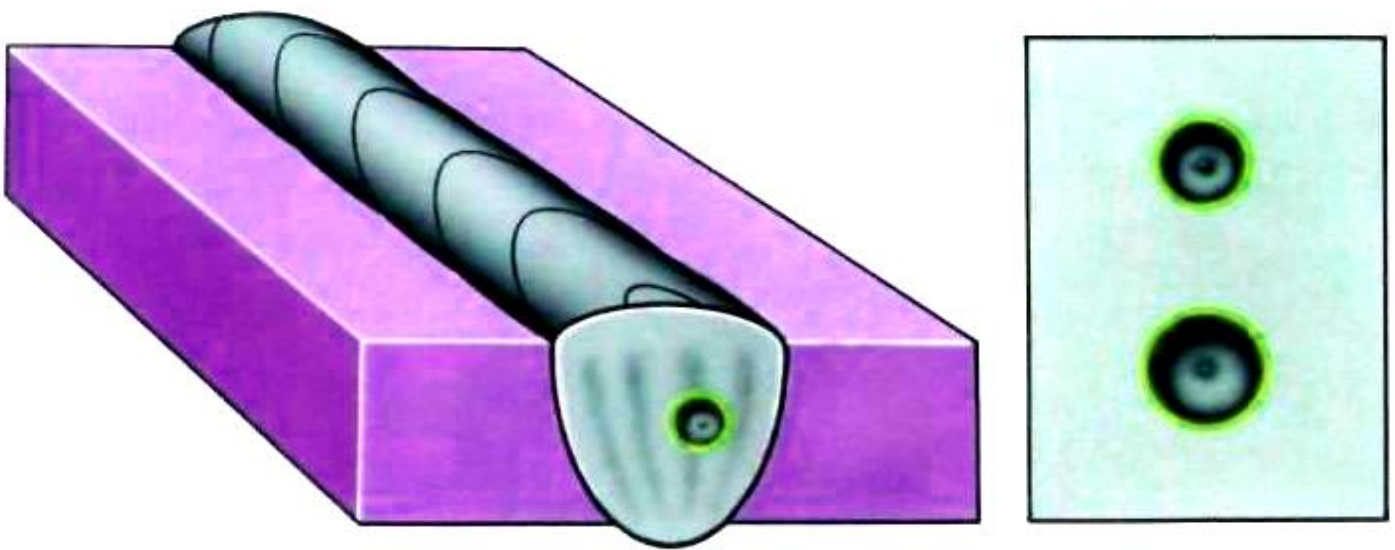
**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Дефектный участок вырубает или вычищают и вновь заваривают.

## ГАЗОВАЯ ПОРА (2011; Аа)

**НЕСПЛОШНОСТЬ**, образованная газами, задержанными в расплавленном металле. Имеет, как правило, сферическую форму.

**ДОПУСТИМО** в виде одиночного дефекта малых размеров.

**НЕДОПУСТИМО** в ряде потенциально опасных конструкциях, работающих в сложных условиях нагружения.



**Внешние признаки:** отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** В жидкой сварочной ванне образуются газовые пузырьки. Они фиксируются в расплавленном металле шва при его кристаллизации.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – местные загрязнения свариваемых поверхностей органическими веществами или ржавчиной; - неправильный выбор покрытого сварочного электрода; - локальное нарушение оптимальных параметров режима сварки; - сварка электродом с увлажнённым покрытием; - повышенная вязкость металла сварочной ванны.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - электроды не должны иметь окислённую поверхность стержня; - тщательно зачищать кромки от ржавчины и грязи; - прокалывать покрытые электроды согласно паспортным режимам для каждого типа и марки.

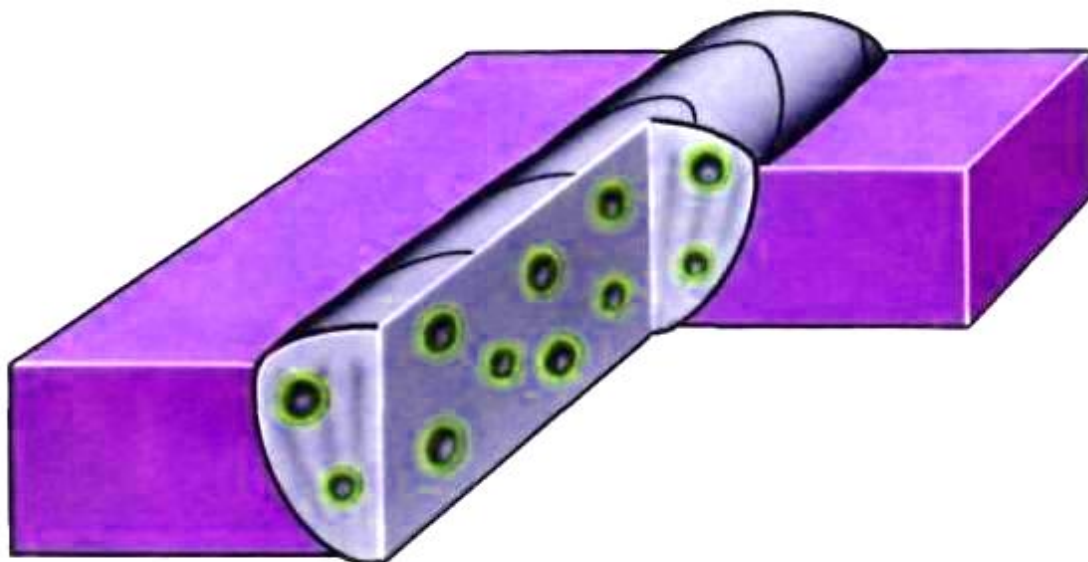
**Во время сварки:** - вести сварки преимущественно в нижнем положении; - использовать режимы сварки с минимальной температурой сварочной ванны; - перемешивать сварочную ванну; - выполнять швы с увеличенной шириной сварочной ванны.

**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Дефектный участок вырубает или вычищают и вновь заваривают.

## ***РАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЁННАЯ ПОРИСТОСТЬ (2012; АА)***

**ГРУППА ГАЗОВЫХ ПОР**, равномерно распределённых в металле сварного шва.

**НЕДОПУСТИМО**, так как снижает прочностные характеристики металла шва.



**Внешние признаки:** отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Газовые пузырьки образуются со скоростью меньшей, чем движется фронт кристаллизации. Пузырьки не успевают всплыть на поверхность сварочной ванны.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – плохая защита металла шва от растворения в нём водорода, азота и окиси углерода; - применение металла с большим количеством растворённых газов; - применение сварочных материалов, повышающих вязкость металла шва; - сварка с глубоким проплавлением; - однопроводная сварка толстостенных конструкций с большой скоростью.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - правильный выбор основного металла и сварочных материалов; - при сварке электродами с рутиловым покрытием строго выдерживать режимы по сварочному току; - при сварке электродами с основным покрытием не допускать увлажнения покрытий; - сварку на постоянном токе вести только при обратной полярности.

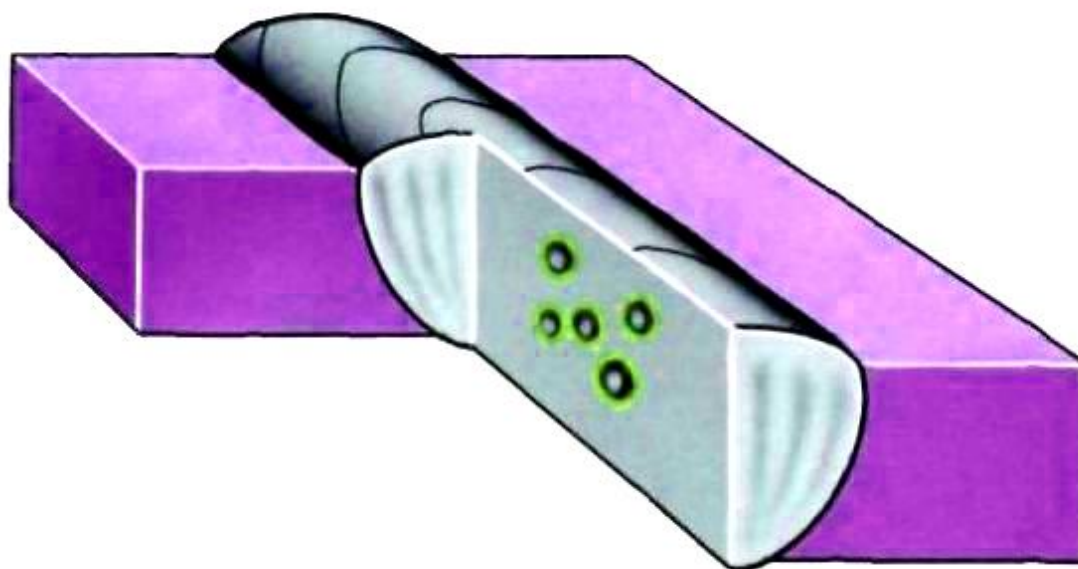
**Во время сварки:** - вести сварку с минимальной погонной энергией; - держать оптимальную длину дуги; - техника сварки должна обеспечивать стабильность её режима.

**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Дефектный участок вырубает или вычищают и вновь заваривают.

## СКОПЛЕНИЕ ПОР (2013)

**ГРУППА** газовых полостей (три и более), расположенных кучно, с шагом менее трёх максимальных размеров наибольшей из них.

**НЕДОПУСТИМО**, так как является местным участком провала прочности шва и концентратором напряжения.



**Внешние признаки:** отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Жидкий металл сварочной ванны кристаллизуется быстрее, чем всплывают и лопаются на её поверхности выделяющиеся пузырьки.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – плохая газовая защита сварочной ванны, в частности, в начальной момент зажигания дуги (так называемая «стартовая пористость»); - сварка по окислённым поверхностям конструкции; - сварка длинной дугой; - плохая прокалка электродов; - покрытие электродов содержит избыток минеральных и органических пластификаторов

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - не применять электроды с осыпавшимся или вздутым покрытием; - при сварке электродами с целлюлозным покрытием оставлять огарок длиной 50-70 мм; - зажигать дугу на выводных планках.

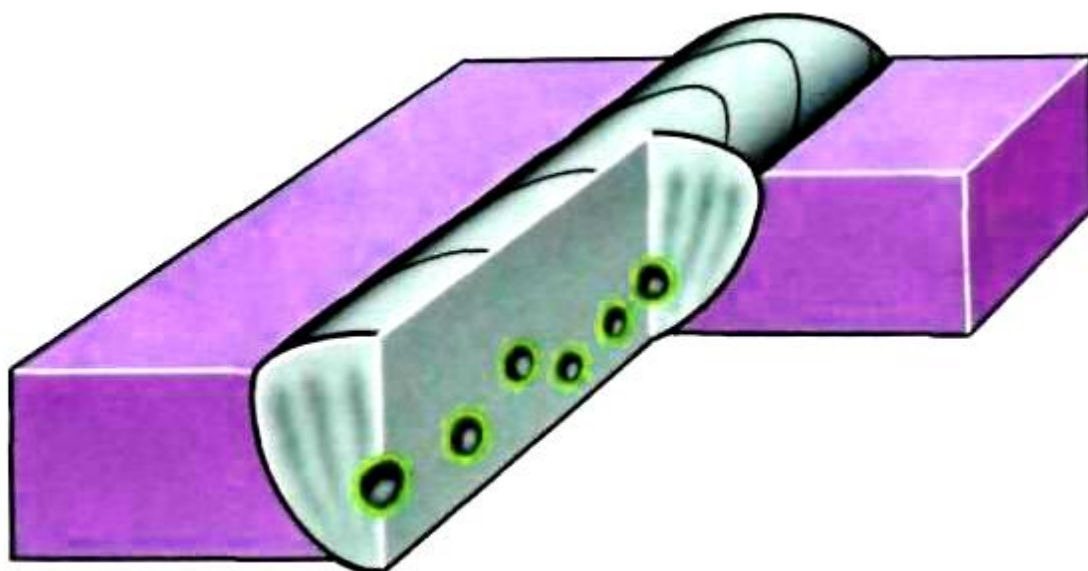
**Во время сварки:** - вести сварку без перерывов; - при длинномерных швах возбуждать дугу для сварки 2-го и последующих швов на переносной специальной пластине из того же материала, что и основная конструкция; - режим сварки должен соответствовать указанному в нормативно-технической документации.

**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Дефектный участок вырубает или вычищают и вновь заваривают.

## ЦЕПОЧКА ПОР (2014)

**РЯД** газовых пор, расположенных в линию, обычно параллельно оси шва, с шагом менее трёх максимальных размеров наибольшей из пор.

**НЕДОПУСТИМО**, так как может стать причиной развития других опасных дефектов, например, трещин.



**Внешние признаки:** отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Кристаллизация металла сварочной ванны периодически опережает всплытие газовых пузырьков.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – неоптимальная конфигурация сварного шва; - неправильный режим сварки; - сварка в узкую разделку; - сварка металла большой толщины на режимах с повышенной погонной энергией; - подсос воздуха через зазор между кромками; - подварка корня шва некачественными электродами; - плохая зачистка соединения.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** прокалить электроды; - очистить сварочную проволоку; - при сварке толстостенных конструкций применять многопроходную и многослойную сварку; - при сварке в щелевую разделку применять покрытые электроды с низким содержанием минеральных и органических пластификаторов.

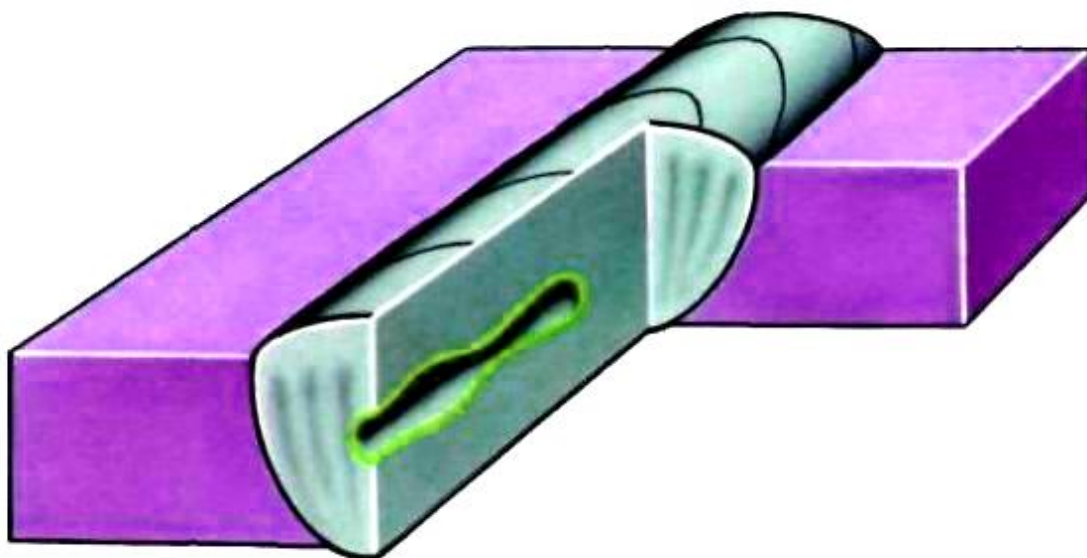
**Во время сварки:** - использовать электроды малого диаметра (например, 3 мм); - вести сварку швами с увеличенной шириной; - перемешивать сварочную ванну; - выдерживать постоянный режим сварки на всём протяжении шва.

**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Дефектный участок вырубает или вычищают и вновь заваривают.

## ПРОДОЛГОВАТАЯ ГАЗОВАЯ ПОЛОСТЬ (2015; Аb)

**НЕСПЛОШНОСТЬ**, вытянутая вдоль оси сварного шва. Длина несплошности не менее чем в 2 раза превышает высоту.

**НЕДОПУСТИМО**, так как при действии малоцикловых рабочих нагрузок полость может стать причиной образования трещин.



**Внешние признаки:** отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Продолговатые газовые полости обнаруживают методом неразрушающего контроля.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** При зарождении пузырька на границе твёрдого и жидкого металла давление в нём ниже атмосферного. Пузырёк не может всплыть. В результате образуется полость из нескольких объединённых пузырьков.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – наличие на поверхности металла отдельных мест, которые насыщены газами; - остатки ржавчины на поверхности свариваемых кромок; - высокая вязкость металла сварочной ванны.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - использовать плавящиеся электроды, образующие металла шва с низкой вязкостью; - по возможности сварку вести при пониженном атмосферном давлении; - тщательно соблюдать температурный режим прокалки электродов.

**Во время сварки:** - сваривать швы в «нижнем положении» положении или в положении «в лодочку»; - не применять электроды с отколовшейся при первом зажигании дуги обмазкой; - применять технику сварки с перемешиванием жидкого металла сварочной ванны.

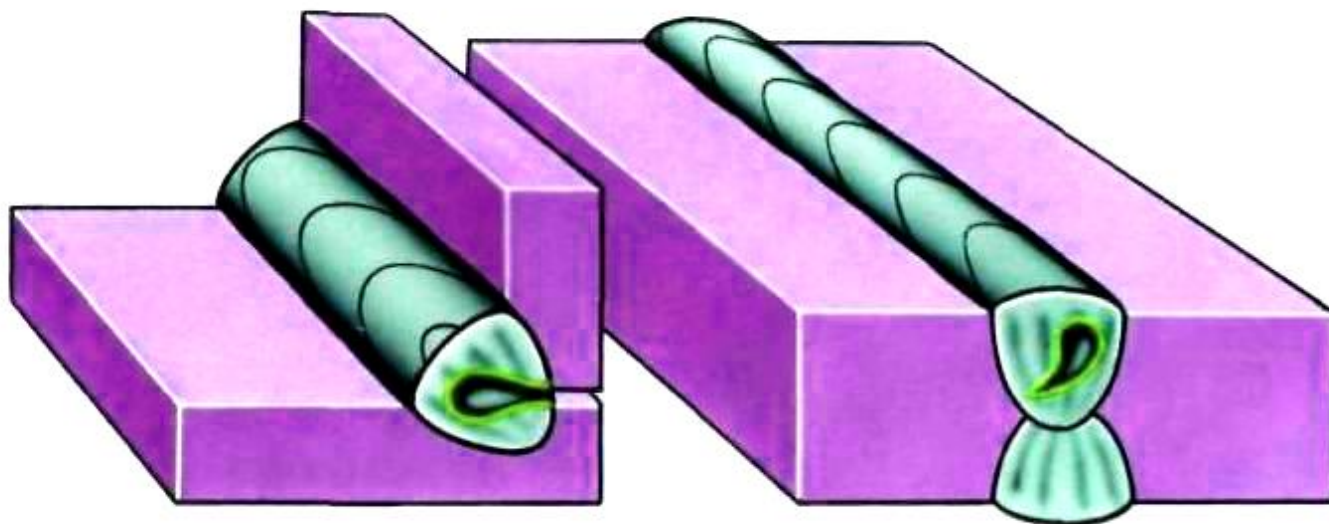
**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ**

Дефектный участок вырубает или вычищают и вновь заваривают.

## СВИЩ (2016; Ab)

**ТРУБЧАТАЯ ПОЛОСТЬ** в металле сварного шва из-за выделений газа. Форма и положение свища зависят от режима затвердевания и вида газа. Обычно свищи скапливаются и распределяются «ёлочкой».

**НЕДОПУСТИМО**, так как свищ является концентратором напряжения.



**Внешние признаки:** отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** При сварке угловых швов в различных пространственных положениях, отличных от нижнего, подъёмная сила не может выдавить пору наружу.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – неблагоприятная геометрия сварочной ванны при сварке угловых, тавровых и нахлесточных соединений; - высокая вязкость металла сварочной ванны при сварке в потолочном, вертикальном и горизонтальном положениях; - низкая пластичность металла шва; - образование закалочных структур; - внутренние напряжения от неравномерного нагрева.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** - использовать покрытые электроды, обеспечивающие пониженную вязкость металла сварочной ванны; - прокалывать электроды согласно паспортным режимам; - тщательно зачищать кромки от ржавчины и грязи.

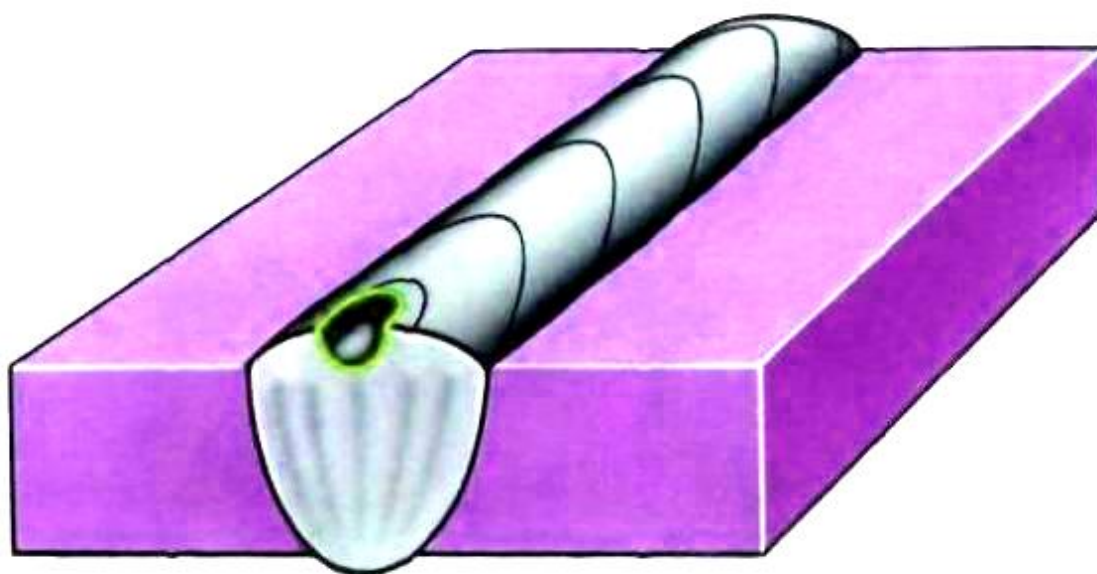
**Во время сварки:** - сваривать швы в «нижнем» положении или в положении «в лодочку»; - при многослойной сварке формировать более широкие швы; - применять технику сварки с перемешиванием жидкого металла сварочной ванны.

**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Дефектный участок вырубает или вычищают и вновь заваривают.

## ПОВЕРХНОСТНАЯ ПОРА (2017)

**ГАЗОВАЯ ПОРА**, нарушающая сплошность поверхности сварного шва.

**ДОПУСТИМО** после зачистки поверхности шва, не приводящей к изменению его геометрии.



**Внешние признаки:** Дефект виден невооружённым глазом или через лупу небольшого (2-4х) увеличения при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Поры чаще всего представляют собой не успевшие выделиться до затвердевания металла пузырьки водорода, азота, водяного пара и окиси углерода. Основные возбудители пор при сварке сталей – водород и азот. Из-за высокой вязкости шлака на поверхности сварочной ванны газовый пузырёк не может всплыть и кристаллизуется в виде полости на поверхности сварного шва.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – повышенная вязкость шлака, расположенного на поверхности жидкой сварочной ванны; - повышена влажность электрода; - грязь на сварочной проволоке; - плохая зачистка места соединения.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** - прокалить электроды; - удалить загрязнения со сварочной проволоки; - применять сварочные материалы, дающие низкую вязкость шлака.

**Во время сварки:** - использовать режимы сварки, соответствующие нормативно-технической документации.

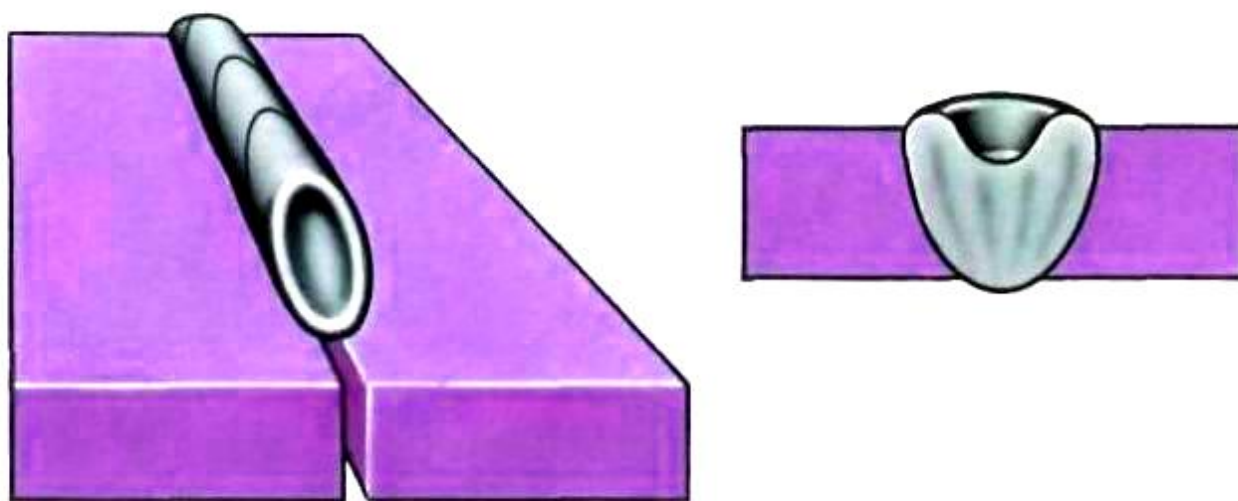
**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Удалить поверхностный слой абразивным инструментом, не нарушая требуемых размеров шва.

## УСАДОЧНАЯ РАКОВИНА (202; R)

**ПОЛОСТЬ**, образующаяся вследствие усадки металла во время затвердевания.

**ДОПУСТИМО** в конструкциях неответственного назначения.

**НЕДОПУСТИМО** в ответственных конструкциях, поднадзорным органам технического надзора.



**Внешние признаки:** Дефект виден невооружённым глазом или через лупу небольшого (2-4х) увеличения при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Под действием дуги зеркало сварочной ванны деформируется, приобретая вогнутый вид. При внезапном обрыве дуги оно не успевает распрямиться и затвердевает в форме впадины.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – внезапный обрыв сварочной дуги; - некачественная заварка кратера.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** - отсутствуют.

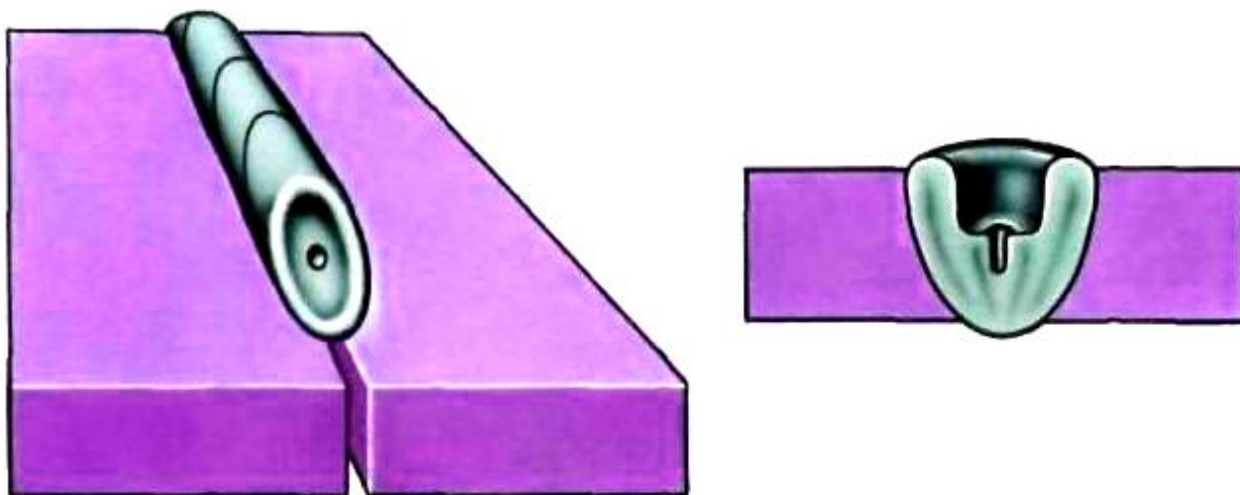
**Во время сварки:** - при сварке длинными швами выполнять перекрытие швов; - по возможности вести сварку без случайных прерываний процесса; - качественно заваривать кратер.

**СПОСОБЫ УСТРАЕНИЯ** Удалить усадочную раковину абразивным инструментом и вновь заварить.

## **КРАТЕР (2024; К)**

**УСАДОЧНАЯ РАКОВИНА** в конце валика сварного шва, не заваренная до или во время выполнения последующих проходов.

**НЕДОПУСТИМО**, поскольку кратер является очагом развития трещин.



**Внешние признаки:** Дефект виден невооружённым глазом или через лупу небольшого (2-4х) увеличения при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** При внезапном прекращении процесса сварки происходит мгновенная кристаллизация жидкого металла сварочной ванны. В сварном шве образуется углубление с впадиной в центре.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – внезапное прекращение процесса сварки без заварки кратера.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** - отсутствуют.

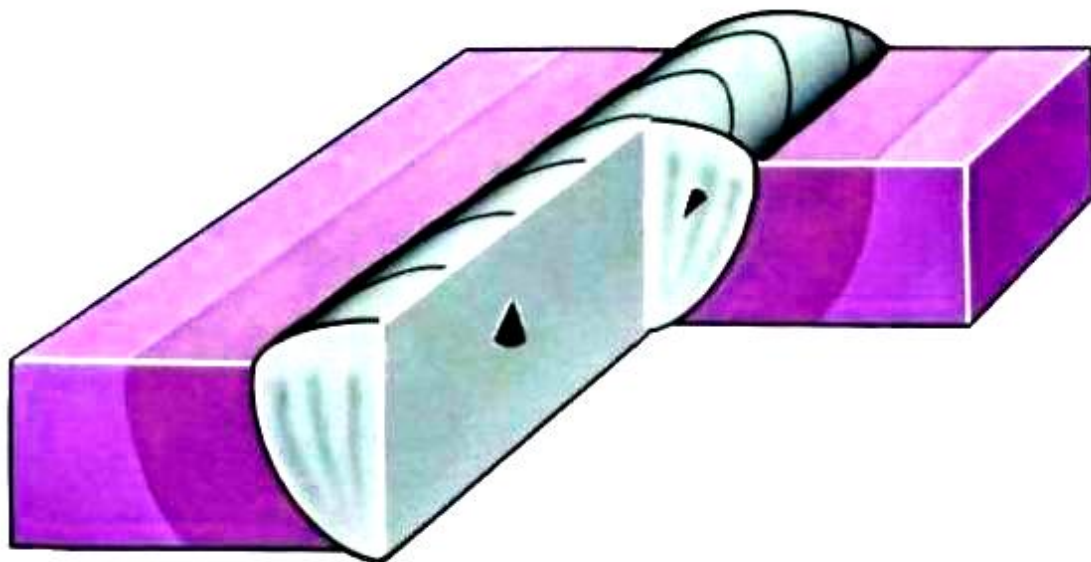
**Во время сварки:** - заварить кратер одним из следующих приёмов: а) повторным зажиганием дуги и заполнением кратера жидким металлом; б) возвратно-поступательным движением электрода.

**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** повторно заварить кратер.

## ТВЁРДОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ (300)

**ТВЁРДЫЕ ИНОРОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА** металлического или неметаллического происхождения в металле сварного шва. Включения, имеющие хотя бы один острый угол, называются «остроугольными».

**НЕДОПУСТИМО**, поскольку является концентратором напряжения.



**Внешние признаки:** отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Тугоплавкие частицы инородных металлов и других включений (вольфрам, медь, корунд, кварц и т.д.) фиксируется в сварочной ванне при её кристаллизации.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – эрозия вольфрамового электрода при аргонодуговой сварке; - случайное попадание тугоплавких частиц извне в жидкий металл сварочной ванны.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - использовать вольфрамовые электроды, легированные тугоплавкими окислами; - правильно затачивать вольфрамовый электрод; - не применять для поджига медную стружку.

**Во время сварки:** - в начале сварки вольфрамовым электродом увеличивать ток плавно, от 5-7 А до рабочих значений; - сварку вольфрамовым электродом вести на постоянном токе обратной полярности или на переменном токе.

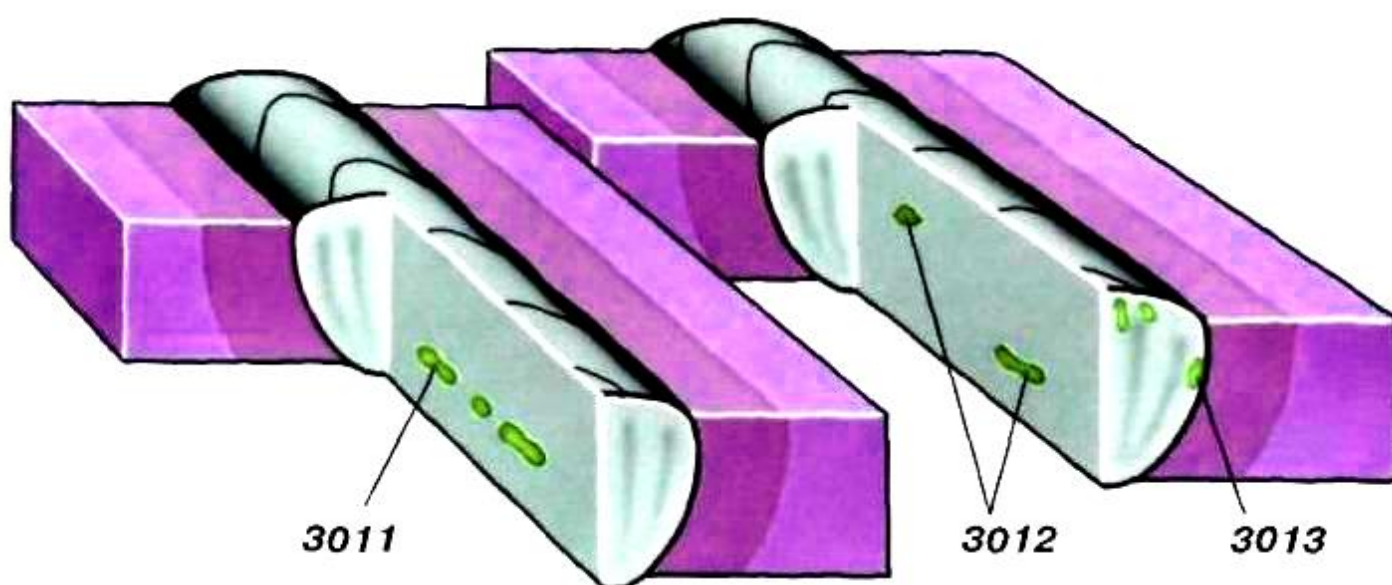
**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Дефектный участок удалить шлифовальным инструментом и заварить повторно.

## ШЛАКОВОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ (301; ВА)

**ШЛАК**, попавший в металл сварного шва. В зависимости от условий образования включения бывают: линейные (3011); разобшённые (3012); прочие (3013).

**ДОПУСТИМО** при сварке неответственных конструкций.

**НЕДОПУСТИМО** при сварке конструкций, работающих при малоцикловом нагружении, и ответственных конструкций.



**Внешние признаки:** отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Металлургические реакции раскисления образуют оксиды  $MnO$  и  $SiO_2$ , представляющие собой элементы шлака. Они всплывают на поверхность жидкой сварочной ванны. При медленном всплытии шлаковые включения кристаллизуются в металле шва.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – сложные физико-химические процессы, протекающие в сварочной ванне при сварке покрытыми электродами; - грязь на кромках; - малый сварочный ток; - большая скорость сварки.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** - использовать электроды, обеспечивающие высокую жидкотекучесть металла сварочной ванны; не использовать электроды с тонким и особо тонким покрытием; - применять электроды с покрытиями, обеспечивающими низкую вязкость и хорошую смачиваемость.

**Во время сварки:** - перемешивать жидкий металл сварочной ванны; формировать шов минимальной ширины; использовать режимы сварки, при которых время существования сварочной ванны минимально.

**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ**

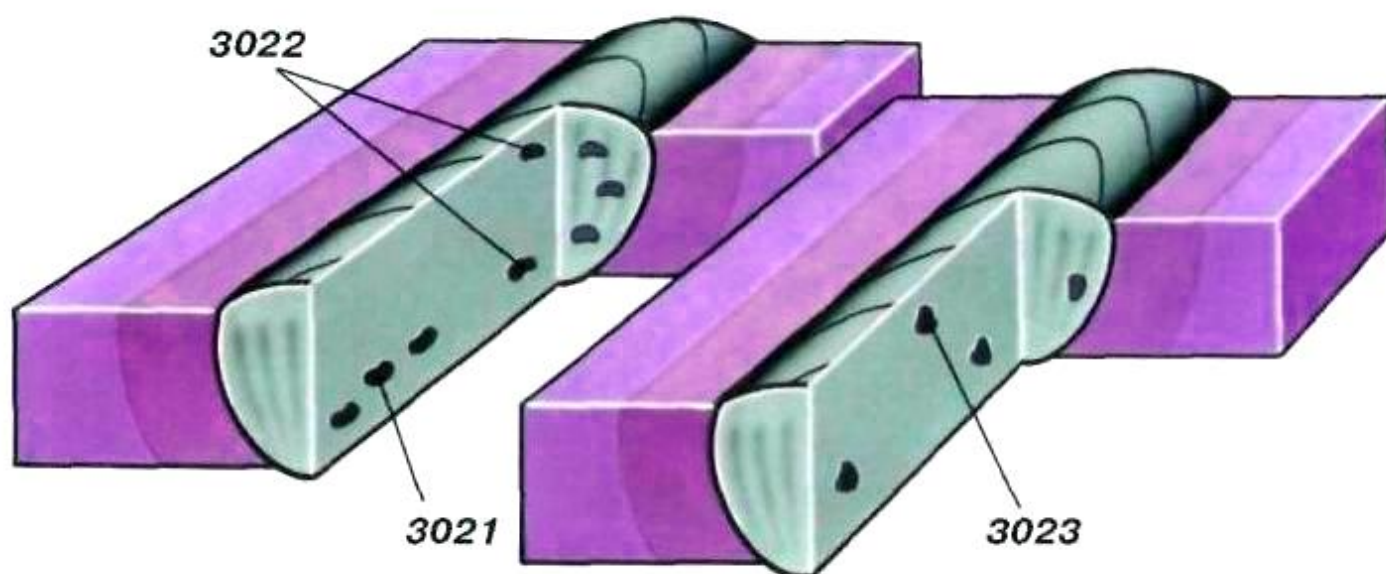
Дефектный участок удалить шлифовальным инструментом и заварить.

## ФЛЮСОВОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ (302; G)

**ФЛЮС** в металле сварного шва. В разных условиях образования включения бывают: линейные (3021); разобшённые (3022); прочие (3023).

**ДОПУСТИМО** округло, малых размеров в неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМО** в конструкциях, работающих в сложных условиях эксплуатации, поднадзорных Ростехнадзору.



**Внешние признаки:** отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Гранулы флюса, не успев вступить в реакцию с расплавленным металлом и всплыть на поверхность жидкой сварочной ванны, быстро кристаллизуется в ней.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – низкое качество флюса; - завышенная скорость сварки; - недостаточная сила тока; - случайное попадание гранул флюса в жидкий металл сварочной ванны.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** - использовать флюсы тех марок и грануляций, которые указаны в нормативно-технической документации

**Во время сварки:** - соблюдать режим сварки, указанный в нормативно-технической документации; - не допускать случайного попадания сварочного флюса в жидкий металл сварочной ванны.

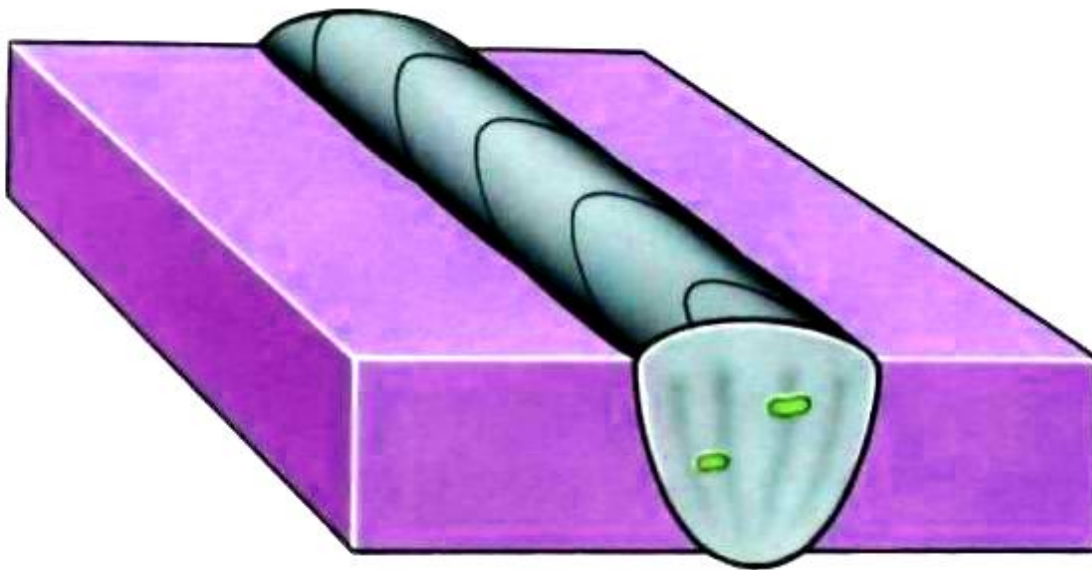
**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Дефектный участок удалить шлифовальным инструментом и заварить повторно.

## ОКСИДНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ (303; J)

**ОКСИД** металла, попавший в металл сварного шва во время затвердевания.

**ДОПУСТИМО** малых размеров и благоприятной формы в неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТУМО** в ответственных конструкциях, поскольку снижается прочность металла шва.



**Внешние признаки:** отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** В сварочной ванне происходит взаимодействие жидкого металла и электродного покрытия. В результате этих металлургических реакций и появляется большинство оксидных включений ( $\text{SiO}_2\text{-MnO-FeO}$ ;  $\text{SiO}_2\text{-MnO-Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{SiO}_2\text{-FeO-Al}_2\text{O}_3$ ).

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – наличие в металле шва атомарного кислорода; - образование в расплавленном металле сварочной ванны зародышей оксидов:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$  и других.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - не применять электроды с окисленной поверхностью под покрытием; - тщательно зачищать поверхность свариваемых кромок от ржавчины; - прокалывать электроды по режиму, указанному в нормативно-технической документации.

**Во время сварки:** - тщательно защищать металл с варочной ванны от кислорода воздуха; - не применять электроды с осыпавшейся обмазкой; - вести сварку на оптимальной длине дуги.

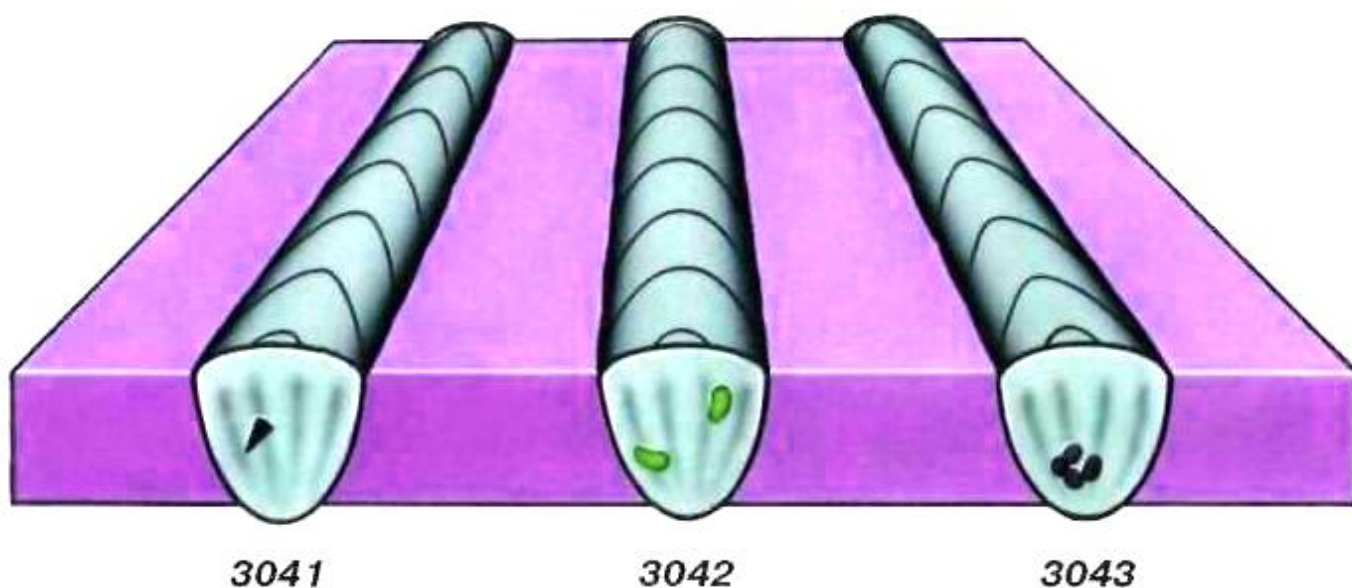
**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Дефектный участок удалить шлифовальным инструментом и заварить повторно.

## МЕТАЛЛИЧЕСКОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ (304; Н)

**ЧАСТИЦА** инородного металла в металле сварного шва. Различают частицы: из вольфрама (3041), меди (3042), других металлов (3043).

**ДОПУСТИМО** округлое, малых размеров в неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМО** в ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора.



**Внешние признаки:** отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Тугоплавкие, не успевшие раствориться в сварочной ванне металлические включения, кристаллизуются в металле сварного шва.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – завышена сила тока; - недостаточная скорость сварки; - слишком остро заточен вольфрамовый электрод; - наличие тугоплавких частиц в основном и присадочном материале.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - правильно заточить вольфрамовый электрод; - для вольфрамовых электродов применять тугоплавкие прутки, легированные лантаном.

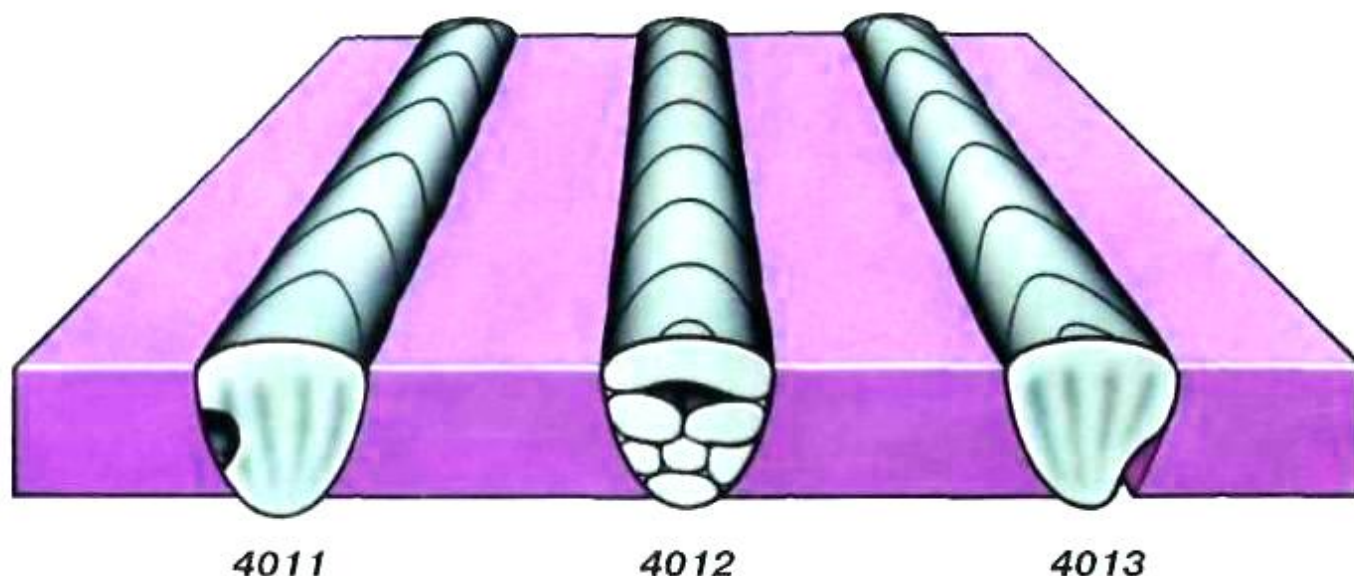
**Во время сварки:** - соблюдать оптимальные режимы сварки, в частности, по току; - при аргонодуговой сварке вольфрамовым электродом зажигать дугу при пониженном токе; вести сварку на постоянном токе обратной полярности или на переменном токе.

**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Дефектный участок удалить шлифовальным инструментом и заварить повторно.

## НЕСПЛАВЛЕНИЯ (401)

**ОТСУТСТВИЕ СОЕДИНЕНИЯ** между металлом сварного шва и основным металлом или между отдельными валиками сварного шва. Различают несплавления: по боковой стороне (4011), между валиками (4012), в корне шва (4013).

**НЕДОПУСТИМО**, так как является концентратором напряжения, вызывающим развитие трещин.



**Внешние признаки:** отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методами неразрушающего контроля.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** При дуговой сварке дуга не расплавилась часть кромки стыка и не сформировала шов с её участием.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – неправильная подготовка кромок под сварку (форма и угол разделки); - плохая зачистка свариваемых кромок; - плохая подготовка поверхности валиков при многослойной сварке; - химическая неоднородность металла; - недостаточная сила тока; - завышенная скорость сварки; - низкая квалификация сварщика.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** Перед сваркой: - качественно подготовить стык под сварку с соблюдением его геометрических размеров; - зачищать выпуклые валики при многопроходной сварке; - тщательно очищать свариваемые поверхности от ржавчины и оксидов.

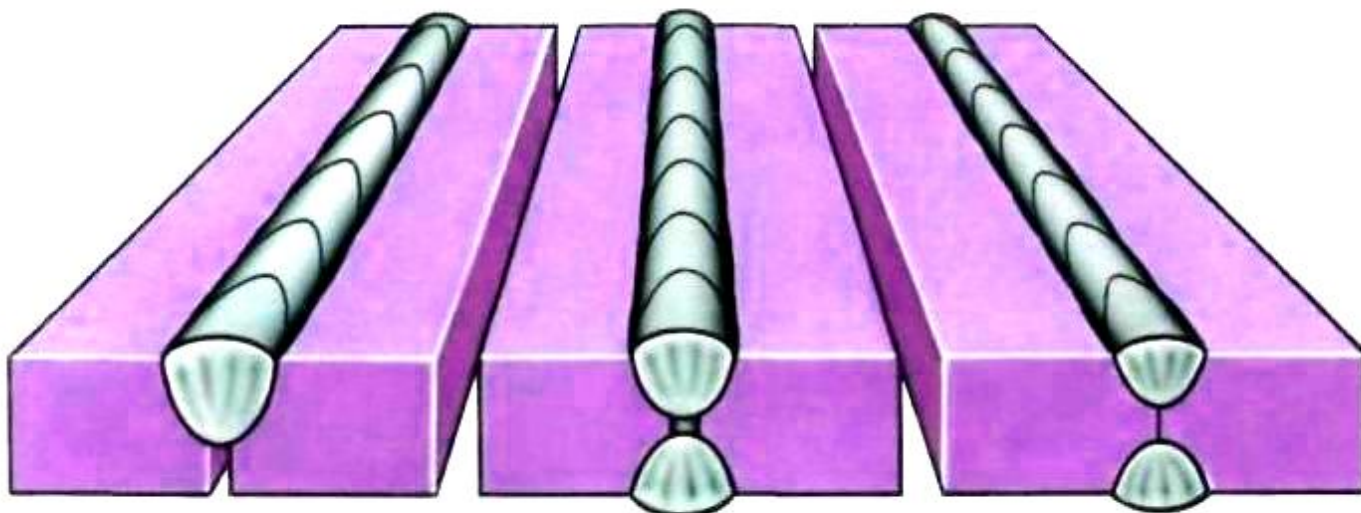
**Во время сварки:** - строго соблюдать режимы сварки.

**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Если несплавление доступно для повторной заварки, то корень шва в месте дефекта вычищают и заваривают повторно.

## **НЕПРОВАР и ПОЛНЫЙ НЕПРОВАР (402; D)**

**НЕСПЛОШНОСТЬ** по всей длине шва или на его отдельном участке, возникающая из-за неспособности расплавленного металла проникнуть внутрь соединения. Бывает в корне шва или в сечении шва.

**НЕДОПУСТИМО**, так как является концентратором напряжения, вызывающим развитие трещин.



**Внешние признаки:** отсутствуют, так как дефект находится внутри сварного шва. Обнаруживают методом неразрушающего контроля.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Сварочная дуга не может расплавить нижнюю кромку разделки и сформировать шов с её участием. Расплавленный металл не проникает к корню соединения.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – плохая зачистка свариваемых кромок; - недостаточная сила тока; - завышенная скорость сварки; - низкая квалификация сварщика; - неудобное пространственное положение шва.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** - правильно выбрать вид разделки кромок; - собрать кромки с соблюдением их геометрических размеров; использовать кантователи для удобного расположения шва.

**Во время сварки:** - строго соблюдать режимы сварки, в частности, по сварочному току; - вести сварку на короткой дуге; - вести сварку в нижнем положении и в положении «в лодочку».

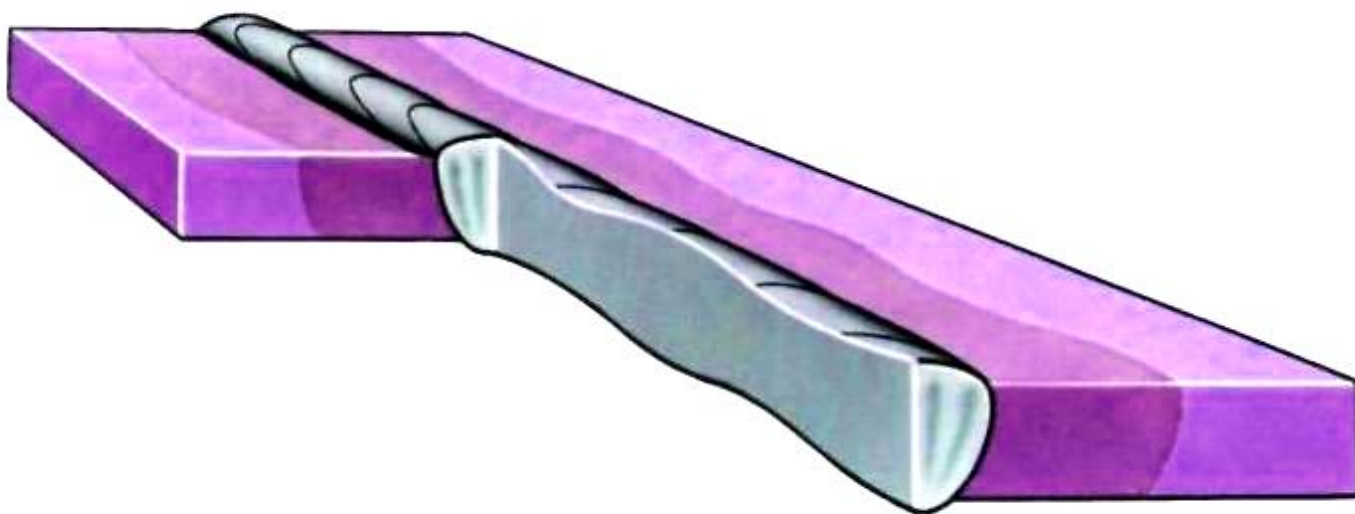
**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Если непровар доступен для повторной заварки, то корень шва в месте дефекта вычищают и заваривают повторно.

## НАРУШЕНИЕ ФОРМЫ (500)

**ОТКЛОНЕНИЕ ФОРМЫ** наружных поверхностей сварного шва или геометрии соединения от установленного значения.

**ДОПУСТИМО**, если не превышает требований нормативно-технической документации.

**НЕДОПУСТИМО** в ответственных конструкциях.



**Внешние признаки:** изменяются ширина выпуклости и чешуйчатость шва по его длине.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Параметры режима сварки изменяются из-за вынужденных изменений длины дуги или напряжения питающей сети.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – низкая квалификация сварщика; - плохое качество электродов (влажность, нарушение сплошности и неравномерность толщины покрытия); - колебания напряжения питающей сети; - сварка от источника с пологопадающей вольт-амперной характеристикой; - сварка длинной дугой; - химическая неоднородность основного металла.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - выбрать источник питания с оптимальной вольт-амперной характеристикой; - при химической неоднородности основного металла использовать инверторный источник питания; - исключить влияние колебаний напряжения питающей сети.

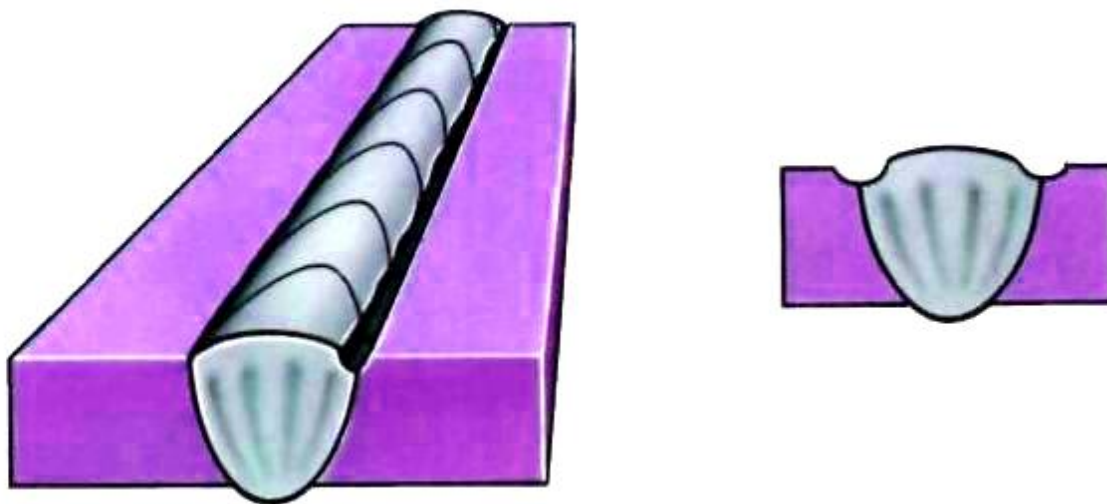
**Во время сварки:** - поддерживать стабильность параметров режима сварки; - вести сварку на короткой дуге.

**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Дефектный участок удалить шлифовальным инструментом и заварить повторно облицовочным швом.

## ПОДРЕЗ НЕПРЕРЫВНЫЙ ПРОТЯЖЁННЫЙ (5011; F)

**ПРОДОЛЬНОЕ УГЛУБЛЕНИЕ** на наружной поверхности валика сварного шва.

**НЕДОПУСТИМО**, так как уменьшает поперечное сечение в месте перехода от шва к основному металлу и является концентратором напряжения.



**Внешние признаки:** углубление на протяжении всего шва по линии сплавления металла шва с основным металлом.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Жидкий металл сварочной ванны вытесняется в её центральную часть. Высокая скорость кристаллизации и низкая смачиваемость препятствуют растеканию металла в границах расплавления.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – сварка при повышенном напряжении на дуге; - чрезмерная скорость сварки; - неточно ведение электрода по оси стыка; - неудобное пространственное положение шва; - недостаточная смачиваемость металла шва.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - улучшить смачиваемость за счёт предварительного подогрева; выбрать оптимальный режим сварки; - использовать приспособления для ориентации соединений в удобном для сварщика положении.

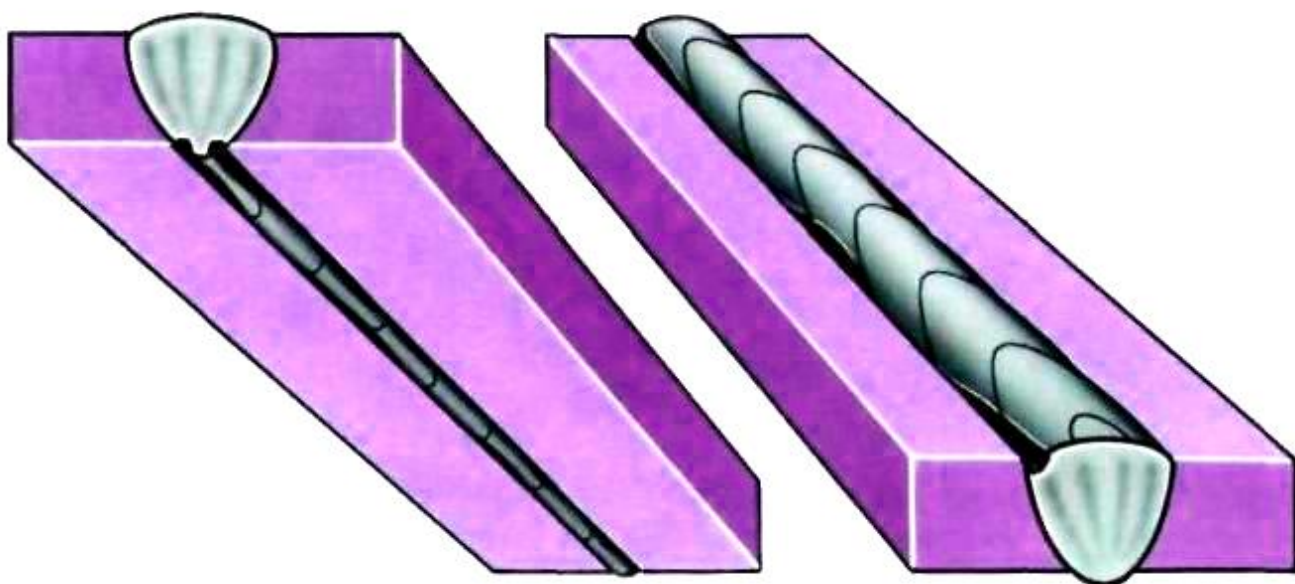
**Во время сварки:** - вести сварку короткой дугой с оптимальной скоростью; - сваривать угловые швы в положении «в лодочку»; - использовать сварочные материалы с высокой смачиваемостью.

**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Место подреза зачищают и подваривают шов.

## **ПОДРЕЗ ПЕРЕМЕЖАЮЩИЙСЯ ЛОКАЛЬНЫЙ (5012; F)**

**ПРОДОЛЬНОЕ УГЛУБЛЕНИЕ** отдельными участкам на наружной поверхности валика сварного шва.

**НЕДОПУСТИМ**, так как является концентратором напряжения.



**Внешние признаки:** локальное углубление в некоторых местах шва по линии сплавления металла шва с основным металлом.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Жидкий металл периодически вытесняется в центр сварочной ванны. Высокая скорость кристаллизации и низкая смачиваемость препятствующих растеканию металла в границах расплавления.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – плохая зачистка свариваемых кромок; - завышенная сила тока; - низкая квалификация сварщика; - нестабильность параметров режима сварки; - химическая неоднородность основного металла.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - подогреть свариваемые кромки; использовать сварочные материалы, улучшающие смачиваемость расплава; - использовать приспособления для формирования шва в оптимальном пространственном положении.

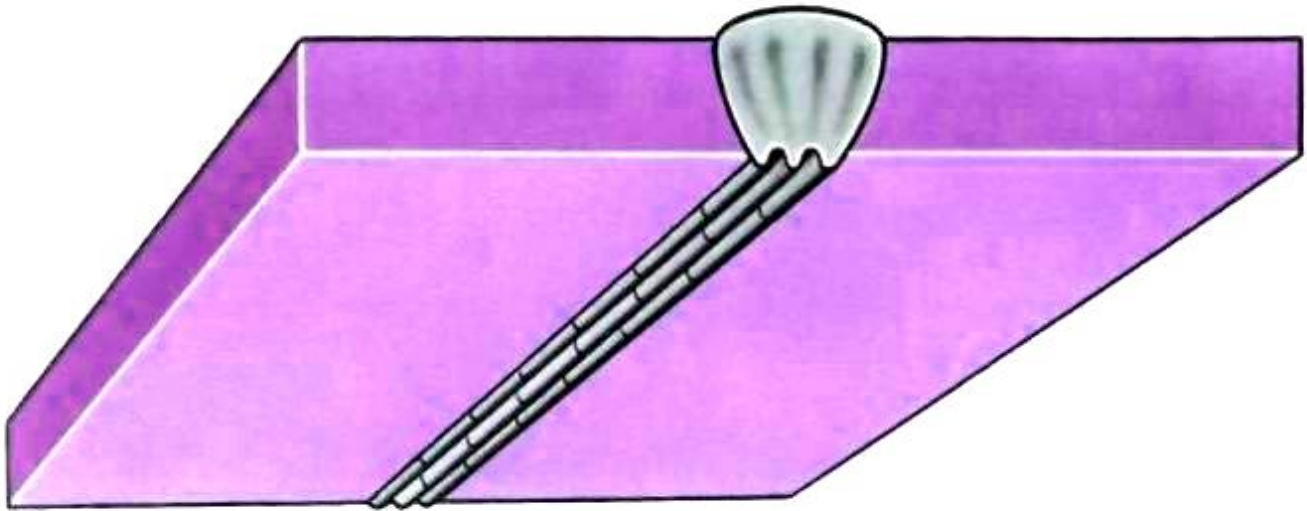
**Во время сварки:** - вести сварку наклонным электродом углом вперед; - точно ориентировать электрод по оси шва и длине дуги; - использовать инверторный источник питания.

**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Место подреза зачищают и подваривают шов.

## УСАДОЧНАЯ КАНАВКА (5013)

**ПОДРЕЗ** со стороны корня одностороннего сварного шва, вызванный усадкой вдоль границы сплавления.

**НЕДОПУСТИМ**, так как является концентратором напряжения.



**Внешние признаки:** двустороннее углубление в металле корневого шва по линии сплавления основного металла со швом.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Жидкий металл под действием дуги вытесняется в центральную область нижней части сварочной ванны. Он мгновенно кристаллизуется, не успев заполнить впадину до линии сплавления.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – нарушение геометрических размеров шва; - неправильный выбор параметров режима сварки; - низкая квалификация сварщика; - неудобное пространственное положение шва

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - выбрать правильное пространственное положение; - установить нужный режим; - подготовить кромки под формирование точных геометрических размеров шва.

**Во время сварки:** - использовать электроды малого (2-3 мм) диаметра; - добиваться минимального проплавления основного металла; - воздействовать на расплавленный металл сварочной ванны внешним магнитным полем.

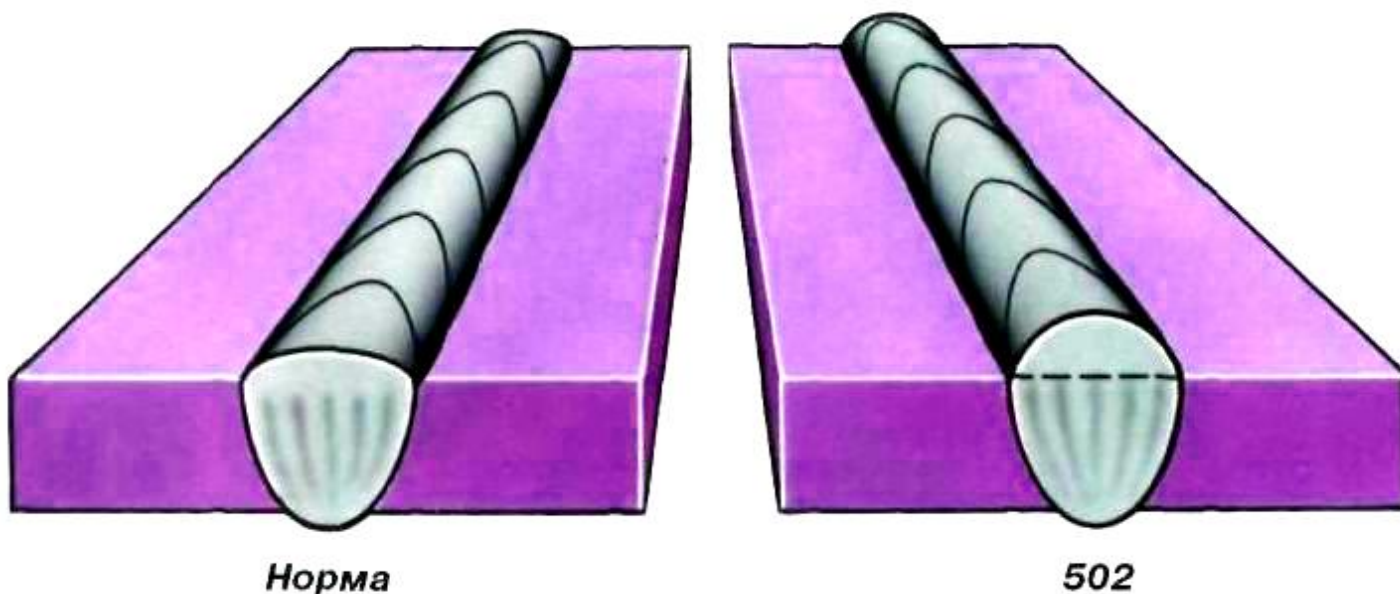
**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Место усадочной канавки зачищают и подваривают корень шва.

## ПРЕВЫШЕНИЕ ВЫПУКЛОСТИ СТЫКОВОГО ШВА (502)

**ИЗБЫТОК** наплавленного металла на лицевой стороне стыкового шва сверх установленного значения.

**ДОПУСТИМО** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМО** на ответственных конструкциях, так как является концентратором напряжения.



**Внешние признаки:** выпуклость сварного шва превышает 2-3 мм над уровнем основного металла.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** При формировании шва избыток металла кристаллизуется в центре сварочной ванны в виде выпуклости, превышающей допустимые значения.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – малая скорость сварки; - низкая квалификация сварщика; - сварка «углом назад» конструкций с малой толщиной стенки; - неправильный выбор параметров режима сварки; - неудобное пространственное положение при сварке; - однопроводная сварка в узкую разделку.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** выбрать оптимальные параметры режима сварки; - вести сварку в положении, удобном для формирования шва нужных размеров; - правильно разделать кромки в соответствии с толщиной металла.

**Во время сварки:** - не снижать скорость сварки; - не допускать манипулирования электродом, переходя на сварку «углом назад»; - выдерживать оптимальный режим сварки.

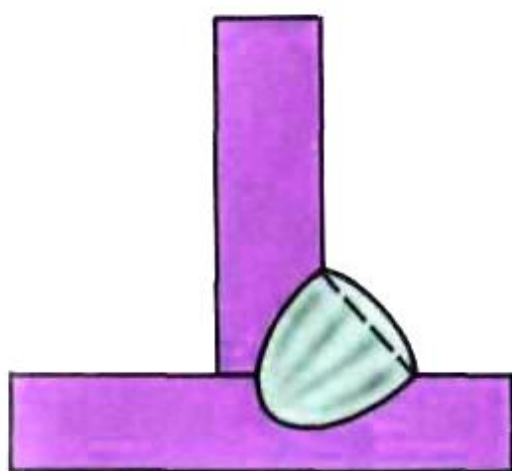
**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Чрезмерную выпуклость удалить шлифовальным инструментом.

## ПРЕВЫШЕНИЕ ВЫПУКЛОСТИ УГЛОВОГО ШВА (503)

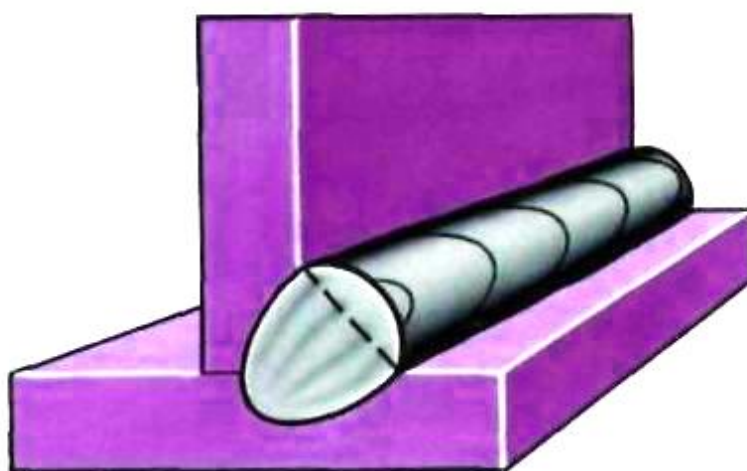
**ИЗБЫТОК** наплавленного металла на лицевой стороне углового шва по всей длине или на участке.

**ДОПУСТИМО** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМО** на ответственных конструкциях, так как является концентратором напряжения.



Норма



503

**Внешние признаки:** увеличенная выпуклость углового шва. Превышает требования нормативно-технической документации.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** При формировании шва за счёт высокого поверхностного натяжения металла на границе со шлаком образуется чрезмерная выпуклость.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – неправильный выбор параметров режима сварки; - низкая квалификация сварщика; - неудобное пространственное положение при сварке; - некачественная подготовка и сборка деталей под сварку.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - использовать сварочные материалы с пониженным поверхностным натяжением на границе со шлаком; - качественно подготовить и собрать стык; - кантовать конструкцию, добиваться удобного пространственного положения стыка под сварку.

**Во время сварки:** - применять сварку на обратной полярности, тогда межфазное натяжение металла будет ниже; - выдерживать оптимальный режим сварки.

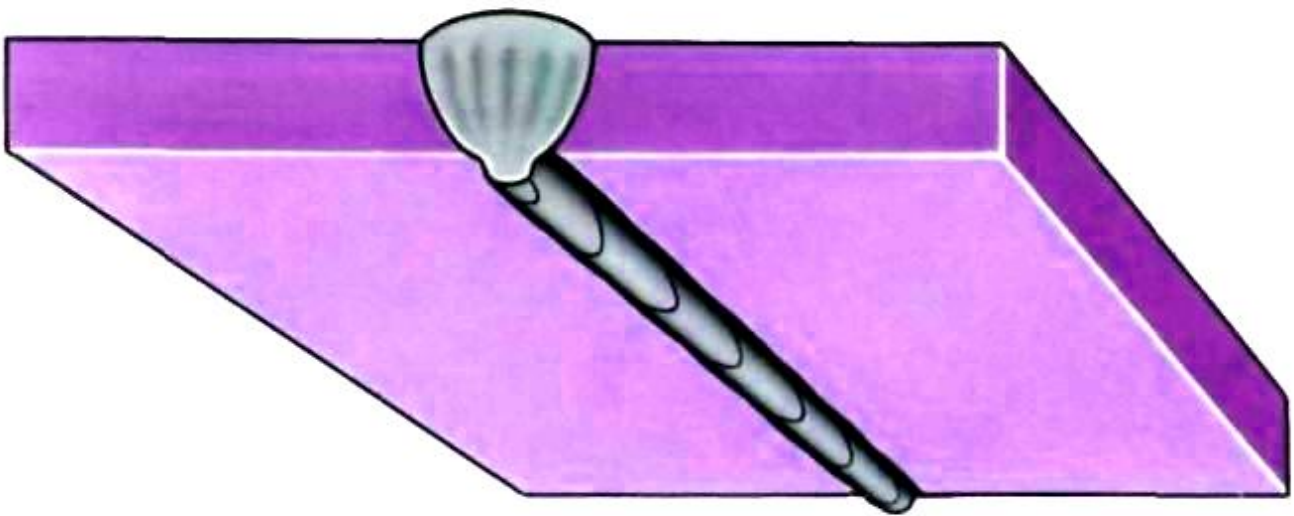
**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Чрезмерную выпуклость удалить шлифовальным инструментом.

## **ПРЕВЫШЕНИЕ ПРОПЛАВА (504)**

**ИЗБЫТОК** наплавленного металла на обратной стороне стыкового шва.

**ДОПУСТИМО** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМО** на ответственных конструкциях, так как место перехода от наплавленного металла к основному является концентратором напряжения.



**Внешние признаки:** чрезмерная выпуклость со стороны корня шва при сварке стыка в нижнем положении. Дефект виден невооружённым глазом при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Под действием собственного веса расплавленный металл сварочной ванны провисает, и шов формируется с избыточной выпуклостью в нижней части.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – чрезмерная текучесть расплавленного металла сварочной ванны; - увеличенный зазор в стыке; - неправильный выбор параметров режима сварки; - повышенное поверхностное натяжение металла сварочной ванны; - неодинаковая толщина металла по длине шва.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - соблюсти точность зазора в стыке; - использовать сварочные материалы с повышенным межфазным натяжением; - выбрать оптимальный режим сварки.

**Во время сварки:** - уменьшать сварочный ток при сварке по широким зазорам и при уменьшении толщины стенки конструкции; - выдерживать оптимальный режим сварки.

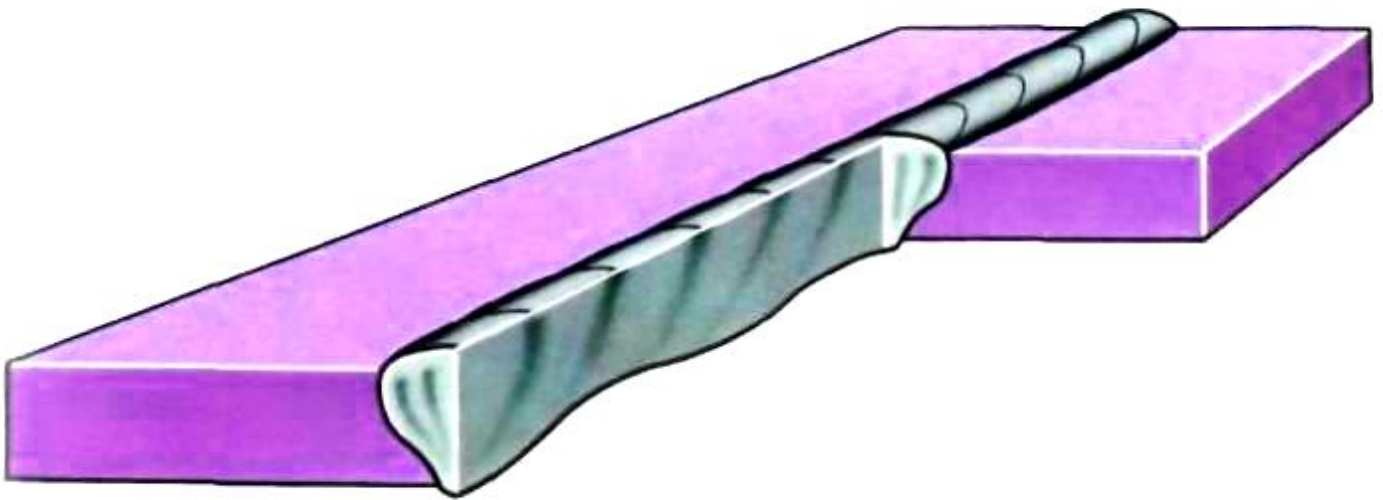
**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Чрезмерную выпуклость удалить шлифовальным инструментом.

## **МЕСТНОЕ ПРЕВЫШЕНИЕ ПРОПЛАВА (5041)**

**МЕСТНЫЙ ИЗБЫТОЧНЫЙ ПРОПЛАВ** сверх установленного значения.

**ДОПУСТИМО** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМО** на ответственных конструкциях, так как место перехода от наплавленного металла к основному является концентратором напряжения.



**Внешние признаки:** локальная, иногда повторяющаяся, чрезмерная выпуклость с обратной стороны шва при сварке в нижнем положении.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** При локальных увеличениях зазора, уменьшении толщины стенки под действием собственного веса расплавленный металл сварочной ванны провисает, и шов формируется с избыточной выпуклостью в корневой части.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – неодинаковый зазор в стыке; - химическая неоднородность свариваемого металла; - неодинаковая толщина металла по длине шва; - колебания сварочного тока из-за колебаний напряжений сети; - низкая квалификация сварщика.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - тщательно подготовить и собрать стык с постоянным зазором; - использовать источник питания со стабилизацией режима сварки; - выбрать оптимальный режим сварки.

**Во время сварки:** - корректировать режим сварки при увеличении зазора в стыке, уменьшении толщины металла и т.д.; - увеличивать скорость сварки с снижать сварочный ток при провисании корня шва.

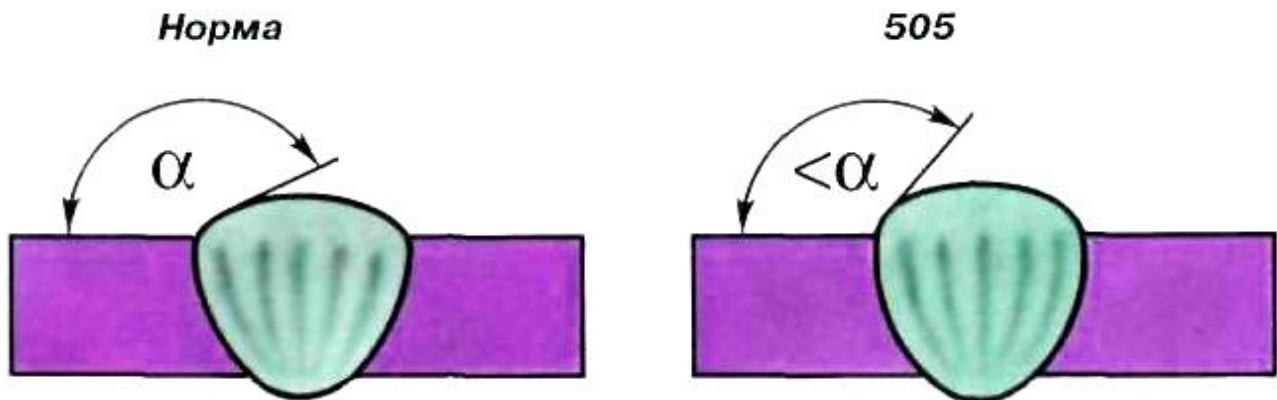
**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Чрезмерную выпуклость удалить шлифовальным инструментом.

## НЕПРАВИЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ СВАРНОГО ШВА (505)

**УГОЛ**  $\alpha$  между поверхностью основного металла и плоскостью, касательной к поверхности сварного шва, меньше установленного значения.

**ДОПУСТИМО** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМ** на конструкциях, работающих при сложных нагружения, т.к. место перехода от наплавленного металла к основному является концентратором напряжения.



**Внешние признаки:** угол сопряжения  $\alpha$  между основным металлом и металлом шва – менее  $160^\circ$ . Его определяют при измерительном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** При формировании шва под действием давления дуги жидкий металл центральной части сварочной ванны вспучивается и после кристаллизации образует выпуклость.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – малая скорость сварки; - сварка «углом назад» металла малой толщины; - плохая жидкотекучесть металла сварочной ванны; - неправильная геометрия шва; - высокое поверхностное натяжение расплавленного металла или межфазного натяжения на границе со шлаком; - низкая квалификация сварщика.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - тщательно подготовить кромки под сварку; - собрать стык согласно требованиям технологической карты; - выбрать оптимальную технику сварки.

**Во время сварки:** - вести сварку на оптимальных режимах; - вести сварку в удобном пространственном положении.

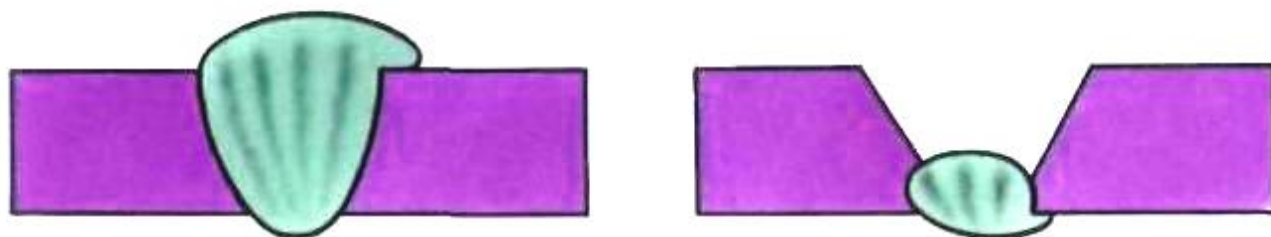
**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Чрезмерную выпуклость удалить шлифовальным инструментом.

## НАПЛЫВ (506)

**ИЗБЫТОК** наплавленного металла сварочного шва, натёкший на поверхность основного металла, но не сплавленный с ним.

**ДОПУСТИМ** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМ** на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора.



**Внешние признаки:** избыток металла шва по его краю. Дефект виден невооружённым глазом при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** При формировании шва избыток металла сварочной ванны натекает на холодные кромки основного металла, не образуя с ним соединения.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – ошибки в технике сварки; - нарушение параметров режима сварки; - неправильный выбор сварочных материалов; - неудобство формирования шва, вызванное наличием мешающих конструкций; - большой сварочный ток; - излишняя длина дуги.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - выбрать оптимальный режим сварки; - строго соблюдать требованиям технологического процесса; - использовать соответствующие сварочные материалы.

**Во время сварки:** - корректировать режим сварки в зависимости от схемы формирования шва; - вести сварку строго по середине разделки кромок; - вести сварку дугой средней длины.

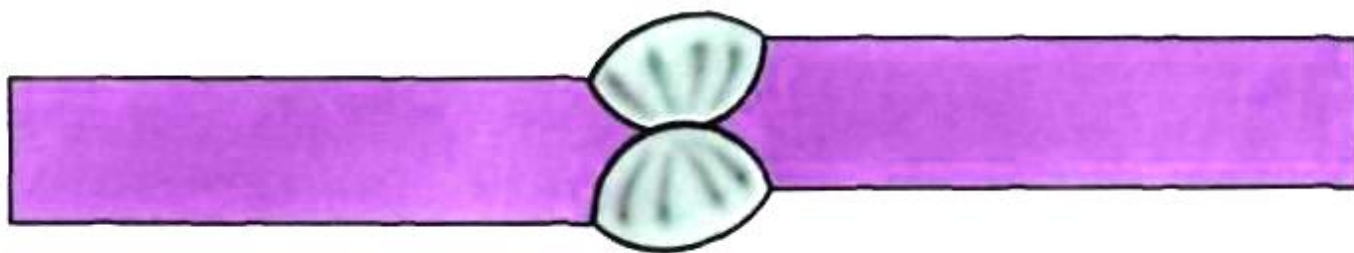
**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Удалить излишек металла шлифовальным инструментом, сделав плавный переход от металла шва к основному металлу.

## **ЛИНЕЙНОЕ СМЕЩЕНИЕ** депланация свариваемых листов (507)

**СМЕЩЕНИЕ** между двумя свариваемыми элементами, при котором их поверхности располагаются параллельно, но не на требуемом уровне.

**ДОПУСТИМО** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМО** на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора.



**Внешние признаки:** расположение двух свариваемых деталей не в одной плоскости. Дефект виден невооружённым глазом. Размер смещения определяют при измерительном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** При сварке двух деталей под действием термического цикла сварки происходит параллельное смещение одной свариваемой детали относительно другой.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – отсутствие приспособления для жёсткой фиксации свариваемых деталей в горизонтальном положении; - нарушение технологического процесса изготовления конструкции; - чрезмерная тепловая мощность сварочной дуги при сварке первого шва.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - использовать специальное приспособление для жёсткой фиксации свариваемых деталей; - строго соблюдать требования технологического процесса; использовать методы регулирования термического цикла для того, чтобы уменьшить деформации сварочной конструкции.

**Во время сварки:** - вести сварку с минимальной погонной энергией, чтобы снизить сварочные деформации.

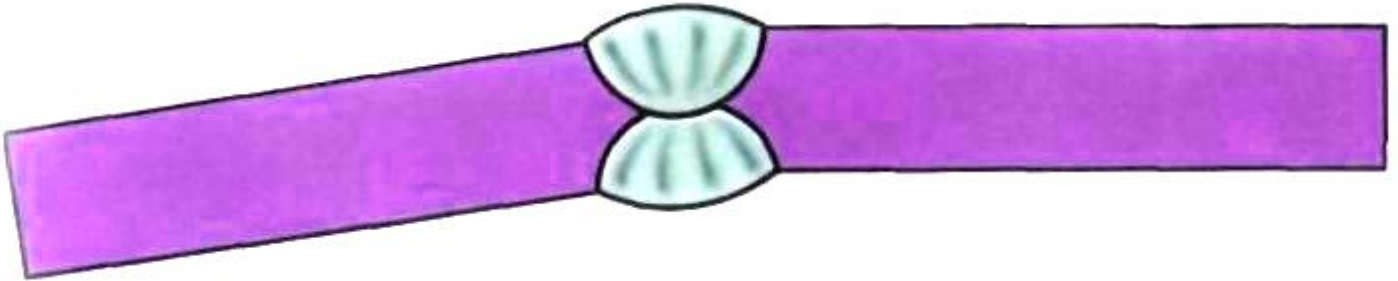
**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Сварное соединение разрезать и сварить заново.

## УГЛОВОЕ СМЕЩЕНИЕ (508)

**СМЕЩЕНИЕ** между двумя свариваемыми элементами, при котором их поверхности располагаются под углом, отличающимся от требуемого.

**ДОПУСТИМО** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМО** на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора.



**Внешние признаки:** расположение двух сваренных деталей под некоторым углом относительно друг друга. Дефект виден невооружённым глазом. Размер смещения определяют при измерительном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** При сварке двух деталей под действием термического цикла сварки происходит смещение одной свариваемой детали под углом относительно другой.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – отсутствие приспособления для жёсткой фиксации свариваемых деталей в горизонтальном положении; - нарушение технологического процесса изготовления конструкции; - чрезмерная тепловая мощность сварочной дуги при сварке первого шва.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - использовать специальное приспособление для жёсткой фиксации свариваемых деталей; - строго соблюдать требования технологического процесса; - использовать методы регулирования термического цикла для того, чтобы уменьшить деформации сварной конструкции.

**Во время сварки:** - вести сварку с минимальной погонной энергией, чтобы снизить сварочные деформации.

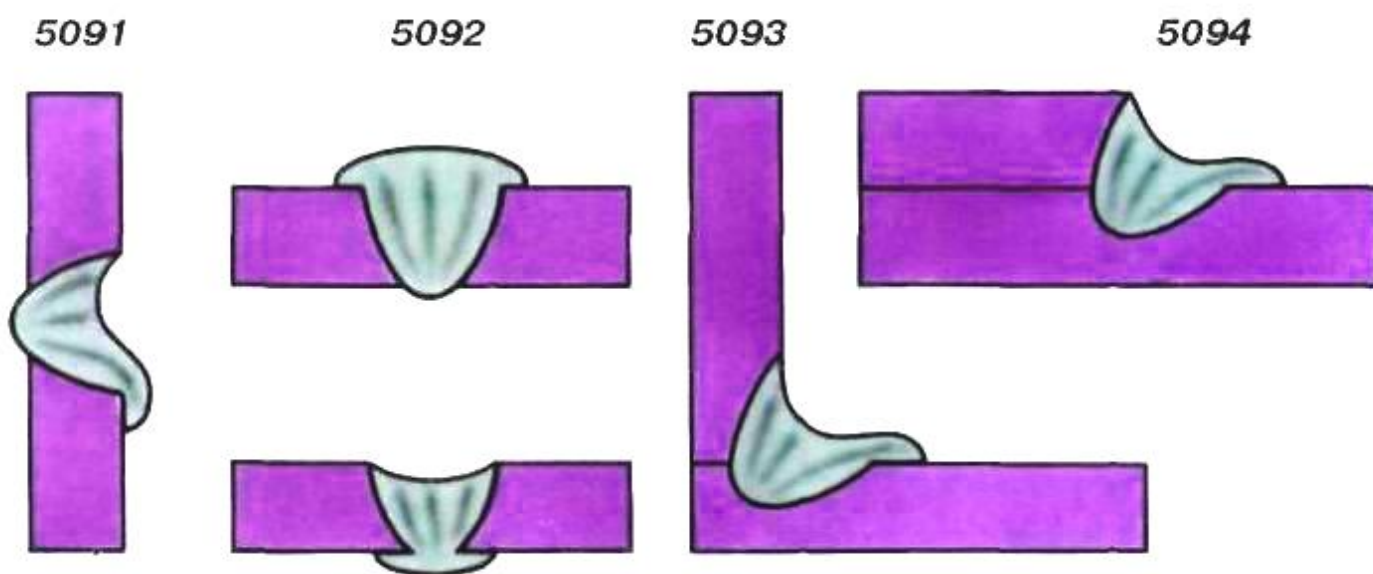
**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Сварное соединение разрезать и сварить заново.

## НАТЁК (509)

**МЕТАЛЛ ШВА**, осевший от тяжести и не сплавленный с соединяемой поверхностью, при горизонтальном (5091), нижнем или потолочном (5092) положении сварки, в угловом шве (5093), в нахлесточном соединении (5094).

**ДОПУСТИМ** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМ** на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора.



**Внешние признаки:** расплавленный металл сварочной ванны натёк на одну из кромок без сплавления с ней, что привело к дефекту формообразования.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Во время образования жидкой сварочной ванны расплавленный металл под действием силы тяжести натекает на основной металл.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – неблагоприятное пространственное положение при сварке; - высокая жидкотекучесть металла сварочной ванны; - применение сварочных материалов с низкой вязкостью шлака; - низкая квалификация сварщика; - нарушение режима сварки и технологического процесса изготовления конструкции.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - применять кантователи, вращатели для формирования шва в удобном пространственном положении; - использовать сварочные материалы с повышенной вязкостью шлака; применять импульсно-дуговые способы сварки.

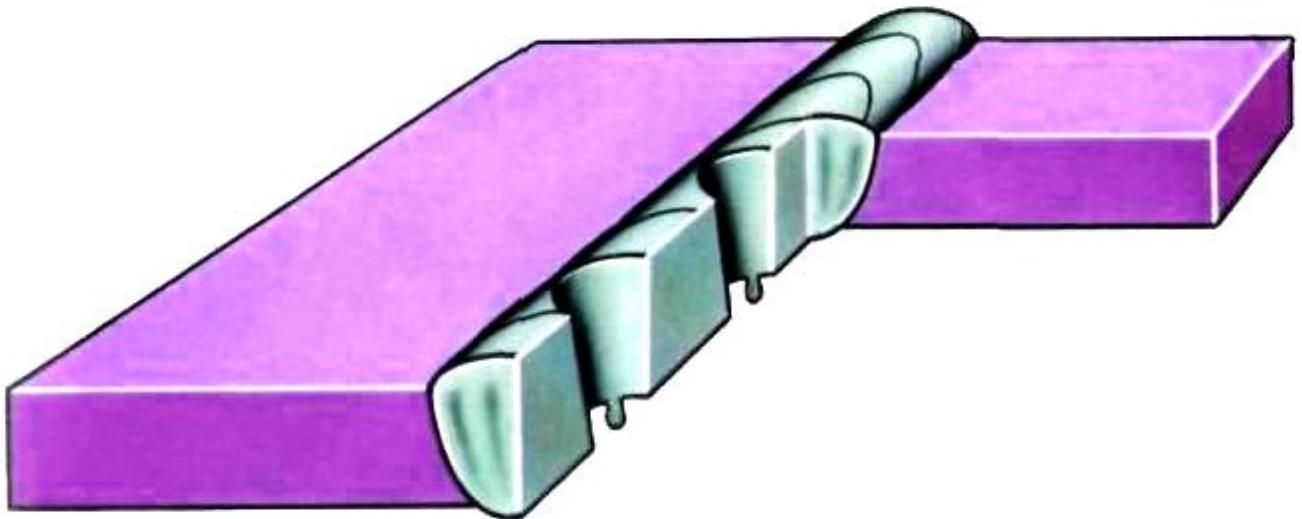
**Во время сварки:** - вести сварку на минимальной погонной энергии; - не допускать большого объема сварочной ванны.

**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Недостающий металл поверхности шва наплавить дополнительно. Натёк удалить шлифовальным инструментом.

## ПРОЖОГ (510)

**ВЫТЕКАНИЕ МЕТАЛЛА** сварочной ванны, в результате чего образуется сквозное отверстие в сварном шве.

**НЕДОПУСТИМ**, так как нарушает сплошность сварного шва.



**Внешние признаки:** сквозные отверстия или полости, образованные вследствие расплава сварочной ванны.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** В сварочной ванне образуется чрезмерный объём жидкого металла. Он не удерживается силами поверхностного натяжения и самопроизвольно вытекает из шва.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – химическая неоднородность свариваемого металла; - завышенная сила тока при недостаточной скорости сварки; - некачественная сборка стыка под сварку (под свариваемый шов плохо поджата флюсовая подушка или медная подкладка), чрезмерные зазоры; - низкая квалификация сварщика.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** - использовать специальные подкладки (остающиеся и не остающиеся); - оптимизировать режим сварки по скорости и мощности источника нагрева; - применять кантователи, вращатели для выбора пространственного положения, исключающего прожог.

**Во время сварки:** - применять импульсно-дуговые режимы сварки; - вести дуговую сварку «углом вперёд», а газовую «левым» способом; - строго соблюдать постоянство зазора в стыке.

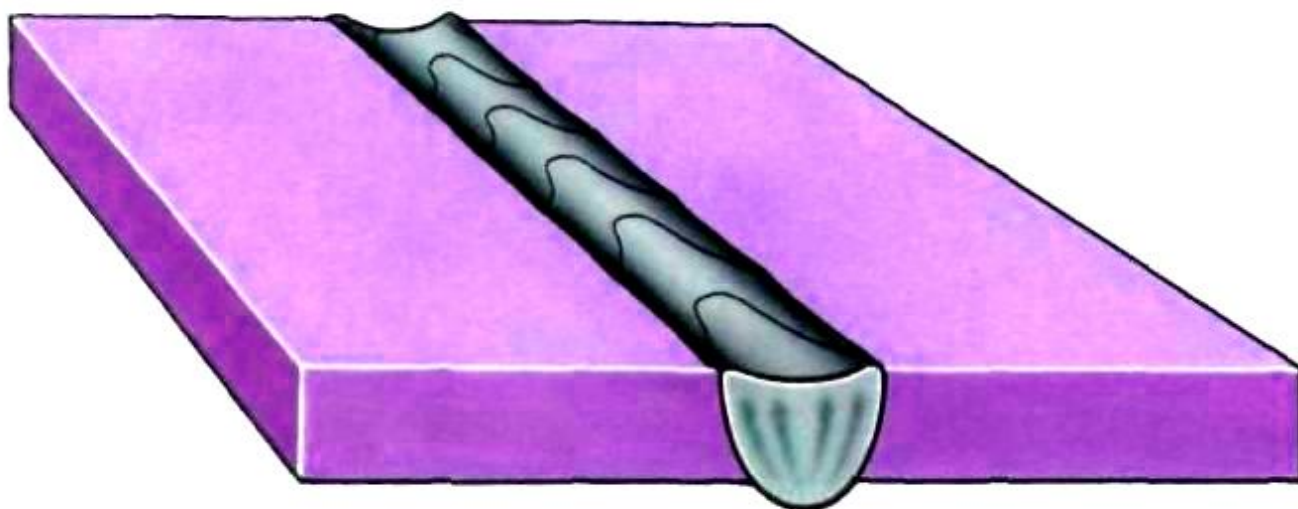
**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Место прожога очистить от окалины и натёков, подготовить с помощью шлифовального инструмента и подварить повторно.

## НЕПОЛНОЕ ЗАПОЛНЕНИЕ РАЗДЕЛКИ КРОМОК (511)

**ПРОДОЛЬНАЯ** непрерывная или прерывистая КАНАВКА на поверхности сварного шва из-за недостаточности присадочного материала.

Допустимо на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМО** на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора.



**Внешние признаки:** вогнутость внешней поверхности шва, вызванная недостаточным количеством расплавленного металла сварочной ванны.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** При недостатке жидкого металла сварочной ванны шов формируется с углублением в центре или по краям.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – низкая квалификация сварщика; - неправильно выбраны марка и размеры присадочного материала; - нарушение технологии изготовления конструкции; - неправильно разделаны кромки; - неправильное пространственное положение, вызывающее стекание металла на одну сторону.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - правильно выбрать покрытый электрод или присадочный материал; - применять кантователи, вращатели для сварки в удобном пространственном положении; - качественно подготовить и собрать стык под сварку.

**Во время сварки:** - использовать поперечные колебания электрода; - вести дуговую сварку «углом назад», а газовую «правым» способом; - строго соблюдать параметры режима сварки.

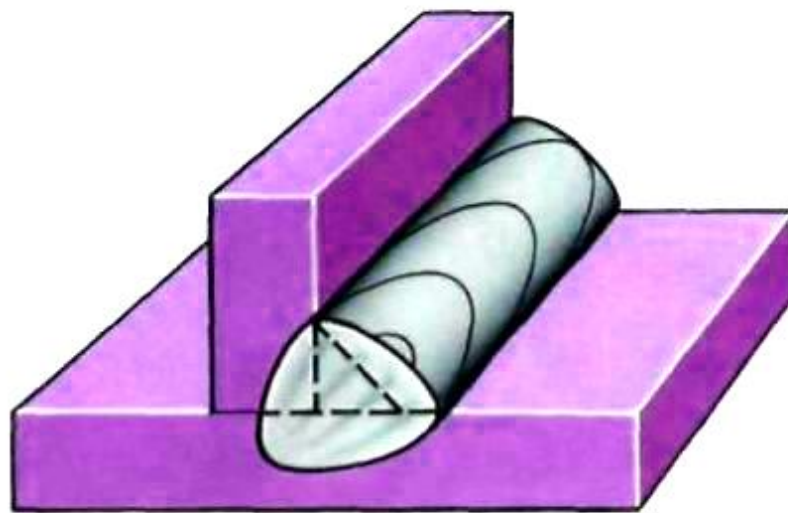
**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Зачистить места углублений, а затем подварить их.

## ЧРЕЗМЕРНАЯ АСИММЕТРИЯ СВАРНОГО ШВА (512)

Один **КАТЕТ ШВА** значительно больше другого.

**ДОПУСТИМ** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМ** на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора.



**Внешние признаки:** несимметричность углового шва, вызванная тем, что один из катетов превышает другой **более чем в 1,5 раза**.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** В процессе сварки не удаётся сформировать симметричное, равностороннее сечение углового шва.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – неудобное пространственное положение для формирования шва; - низкая квалификация сварщика; - высокая жидкотекучесть металла сварочной ванны; - нарушение технологии изготовления конструкции; - различная теплопроводность металла свариваемых деталей.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** - правильно выбрать покрытый электрод или присадочный материал; - применять кантователи, вращатели для сварки в удобном пространственном положении; - выбрать оптимальные параметры режима сварки.

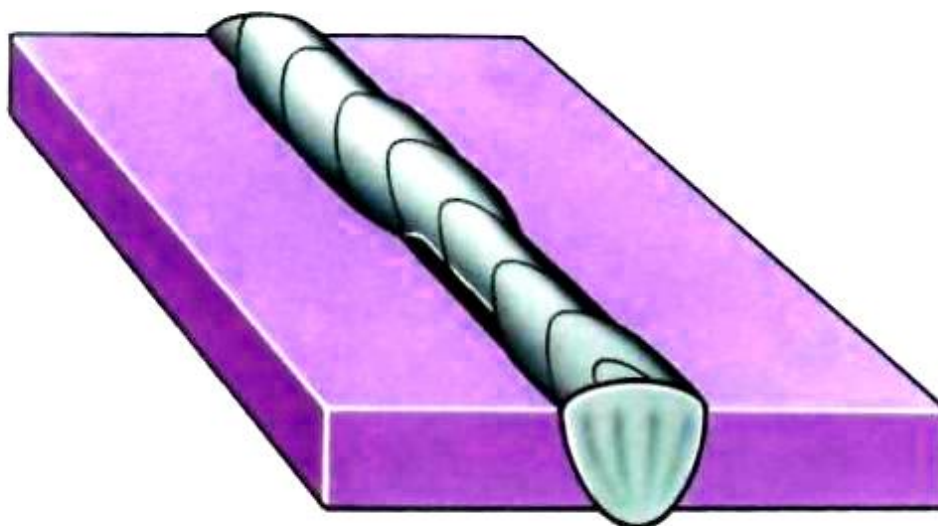
**Во время сварки:** - корректировать положение источника нагрева относительно свариваемых деталей; - строго соблюдать параметры режима сварки.

**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Зачистить места сплавления меньшего катета с основным металлом и выполнить подварку.

## НЕРАВНОМЕРНАЯ ШИРИНА ШВА (513)

**ОТКЛОНЕНИЕ** ширины сварного шва от установленного значения.

**НЕДОПУСТИМ** на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора.



**Внешние признаки:** изменение ширины шва по его длине.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Под действием указанных ниже причин формируется шов переменной ширины.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – колебания напряжения питающей сети; - использование при ручной сварке источника питания с пологопадающей или жёсткой вольт-амперной характеристикой; - низкая квалификация сварщика; - плохая подготовка кромок; - сварка длинной дугой; - нарушение технологии сварки при изготовлении конструкции; - неточное направление электрода.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - использовать источник питания со стабилизацией параметров режима; - применять для ручной дуговой сварки источник питания с крутопадающей вольт-амперной характеристикой; - тщательно подготовить стык, соблюсти стабильный зазор по его длине или периметру; - тщательно зачистить кромки.

**Во время сварки:** - вести сварку на короткой или средней дуге; строго соблюдать параметры режима сварки.

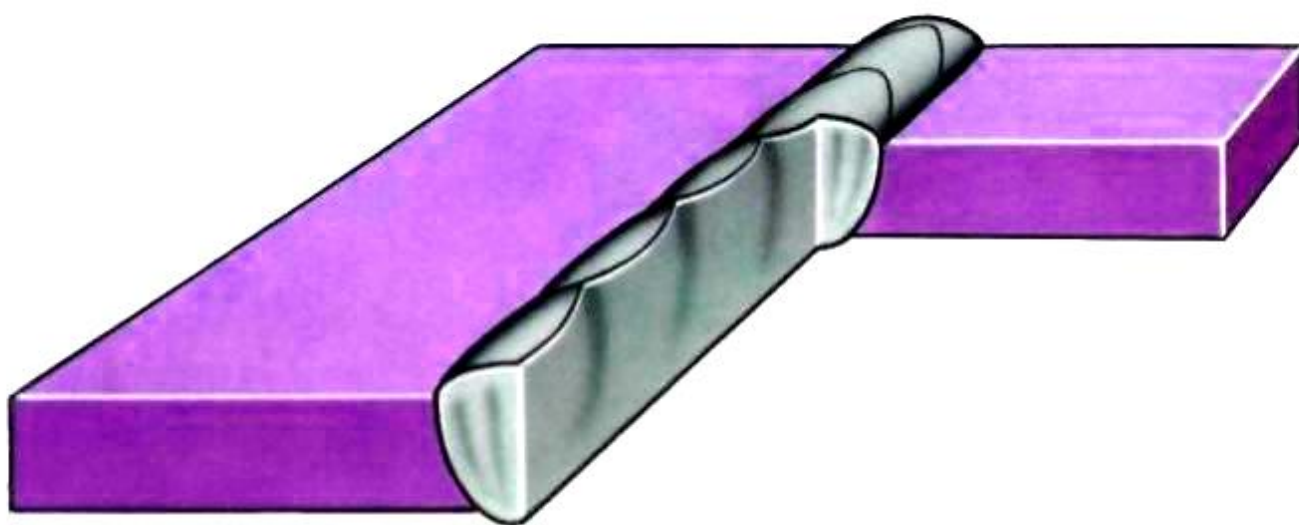
**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Узкие места шва подваривают, а уширения устраняют вышлифовыванием.

## **НЕРОВНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ШВА (514)**

**ГРУБАЯ НЕРАВНОМЕРНОСТЬ** формы выпуклой поверхности шва по длине.

**ДОПУСТИМА** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМА** на ответственных конструкциях, если превышает нормативы для каждого объекта, поднадзорного органам технического надзора.



**Внешние признаки:** на поверхности шва чётко видны гребни и впадины затвердевшего металл по изотермам кристаллизации (чешуйчатость).

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Под действием указанных ниже причин шов формируется дискретно, с определённым шагом между соседними гребнями или впадинами.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – низкая квалификация сварщика; - нарушение технологии сварки при изготовлении конструкции; - применение сварочных материалов с низкой жидкотекучестью; - неравномерная скорость перемещения источника нагрева.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - правильно выбрать сварочные материалы; - использовать источник питания постоянного тока с обратной полярностью; строго соблюдать требования технологического процесса.

**Во время сварки:** - равномерно перемещать источник нагрева вдоль шва; - использовать устройство электромагнитного управления процессом формирования шва.

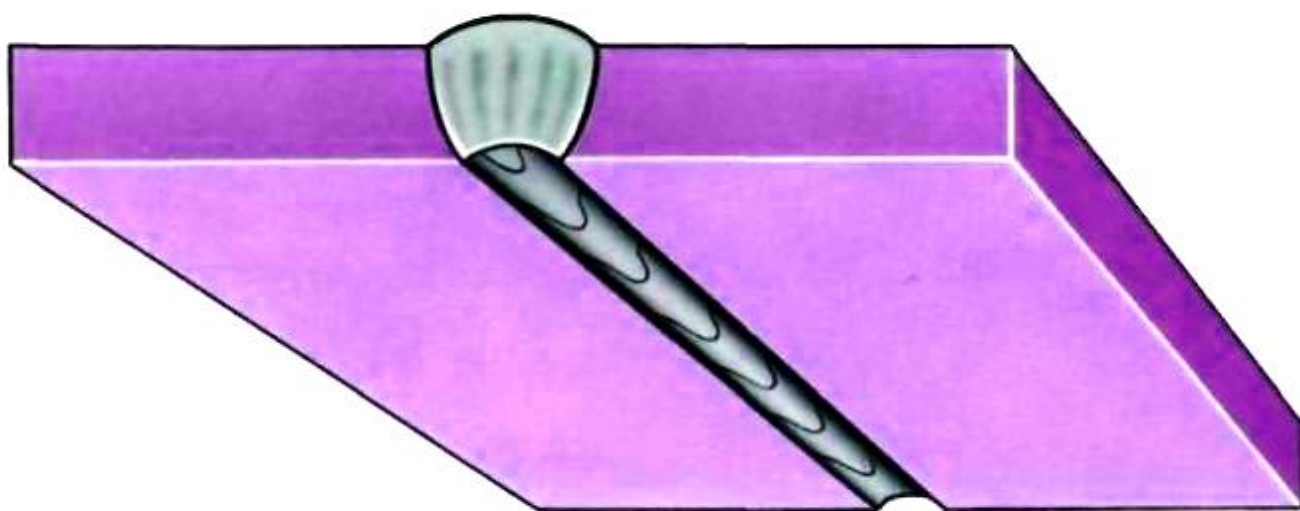
**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Удалить поверхностные дефекты шлифовальным инструментом. Выполнить подварку облицовочным швом.

## **ВОГНУТОСТЬ КОРНЯ ШВА (515)**

**НЕГЛУБОКАЯ КАНАВКА** со стороны корня одностороннего сварного шва.

**ДОПУСТИМА** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМА** на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора.



**Внешние признаки:** с обратной стороны шва корень имеет вогнутость. Дефект виден невооружённым глазом при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** При формировании корневого шва поверхностное натяжение металла снижается. Происходит утяжка корня шва, образуется вогнутая поверхность.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – неправильно подготовлены и собраны стыкуемые кромки; - неправильно выбраны сварочные материалы; - низкая квалификация сварщика; - нарушение технологии сварки при изготовлении конструкции.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ Перед сваркой:** - правильно выбрать сварочные материалы; - тщательно подготовить и собрать стык; - строго соблюдать требования технологического процесса.

**Во время сварки:** - вести сварку на постоянном токе обратной полярности; соблюдать оптимальные параметры режима сварки.

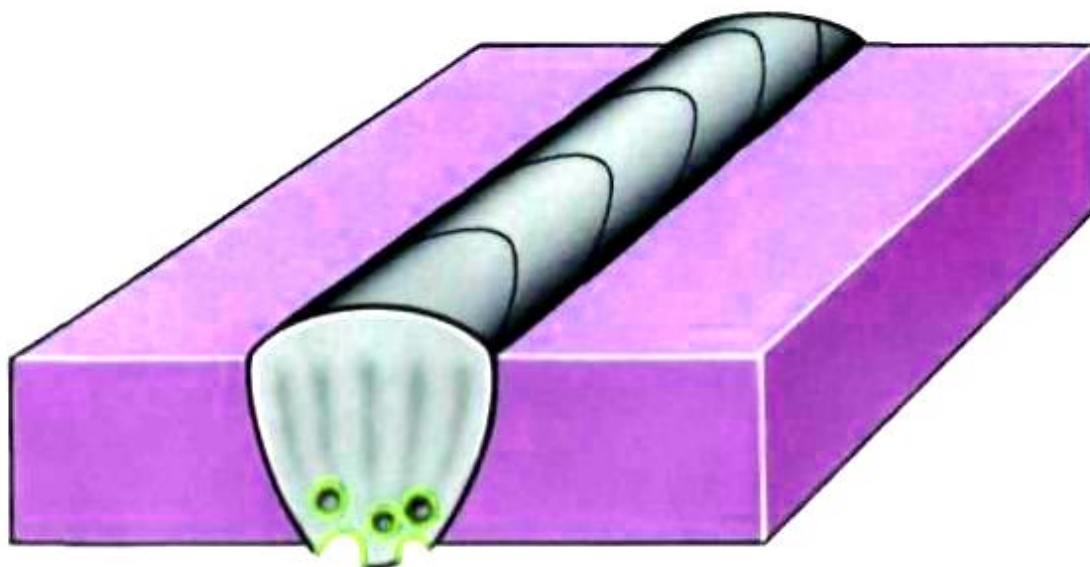
**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Зачистить корень шва от шлака, оксидов и выполнить подварку.

## ПОРИСТОСТЬ В КОРНЕ СВАРНОГО ШВА (516)

**НАЛИЧИЕ ПОР** в корневой части сварного шва.

**ДОПУСТИМА** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМА** на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора.



**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** водород, растворённый в жидком металле сварочной ванны, а также оксид углерода образуют на фронте кристаллизации пузырьки. Они превращаются в поры по мере затвердевания металла.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – оксиды, загрязнения, влажность на внутренней поверхности свариваемых кромок; - дефекты покрытия электродов; - нарушение режима прокали электродов; - низкая квалификация сварщика; - «стартовые поры» при сварке легированных сталей электродами с основным покрытием; - малые размеры сварочной ванны, минимальная ширина шва.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - тщательно подготовить обратную сторону кромок; - выбрать качественное покрытие электрода; строго соблюдать режим прокали электродов; - для начального зажигания дуги использовать выводные планки; - для электродов с основным покрытием применять источники постоянного тока.

**Во время сварки:** - вести сварку на короткой дуге; - соблюдать оптимальные параметры режима сварки.

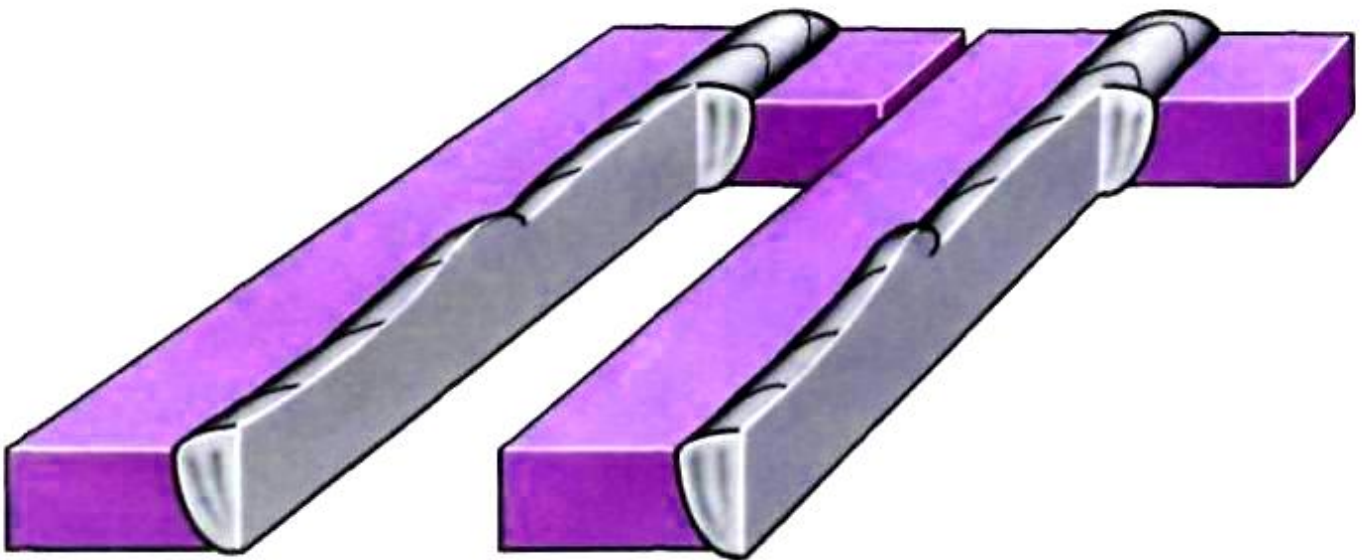
**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Зачистить корень шва в месте образования пор и подварить заново.

## ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ШВА (517)

**МЕСТНАЯ НЕРОВНОСТЬ** поверхности в месте возобновления сварки.

**ДОПУСТИМО** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМО** на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора.



**Внешние признаки:** наплывы или углубления в длинномерных швах в местах стыковки одного участка с другим.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** При выполнении длинномерных швов при переходе от предыдущего участка к последующему образуется наплыв металла или канавка.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – низкая квалификация сварщика; - низкое качество покрытых электродов; - нарушение режима прокалики покрытых электродов; низкая жидкотекучесть металла сварочной ванны; некачественная зачистка конца предыдущего шва.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - выбрать качественные покрытые электроды; - строго соблюдать оптимальные режим прокалики электродов; - тщательно зачищать предыдущий шов от шлака; применять электроды с ионизирующим покрытием торца; - использовать источник питания с системой поджига электрода.

**Во время сварки:** - формировать окончание шва с пологим наклоном; - зажигать последующий электрод на застывшем кратере, в верхней его части.

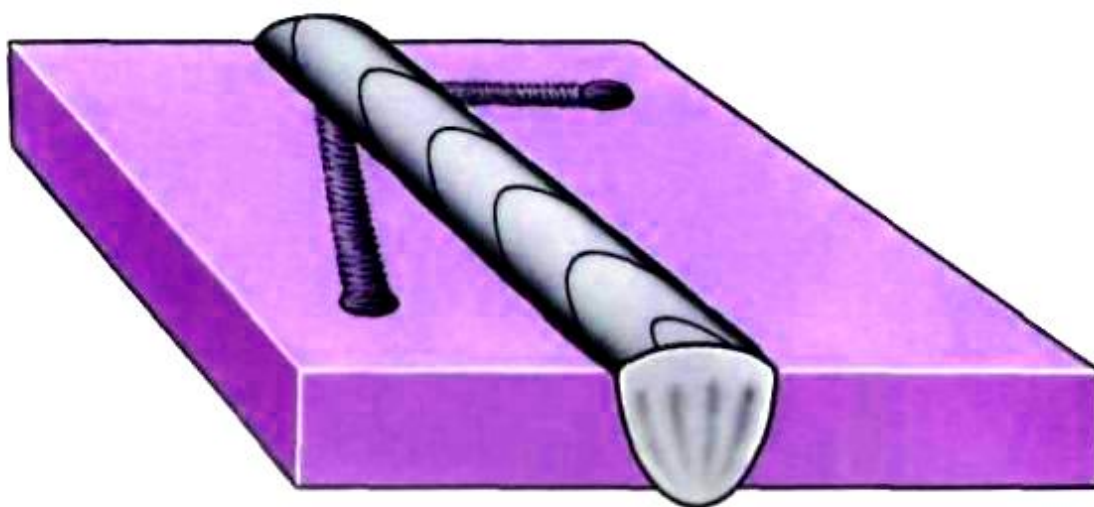
**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Зачистить наплыв шлифовальным инструментом. При необходимости выполнить подварку.

## СЛЕДЫ СЛУЧАЙНО ДУГИ (601)

**МЕСТНОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ** поверхности основного металла, примыкающего к сварному шву, возникшее в результате случайного горения дуги.

**ДОПУСТИМЫ** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМЫ** на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора.



**Внешние признаки:** местные язвы от выплавленного металла, следы ожога металла от дугового разряда. Ожог может стать причиной образования трещин при сварке закаливающихся материалов. Дефект виден невооружённым глазом при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Зажигание дуги на основном металле с последующим переводом её в разделку. От точки зажигания до разделки образуется ожог металла.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – низкая квалификация сварщика; - высокая плотность светофильтра относительно сварочного тока; - снижение остроты зрения у сварщика; отсутствие заходной планки для зажигания дуги.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - выбрать защитные щитки с меняющейся плотностью светофильтра; - использовать заходную планку для зажигания дуги; - зажечь дугу в разделке, а затем переплавить место ожога.

**Во время сварки:** - не допускать обрыва дуги в процессе горения одного электрода; вести сварку строго в пределах разделки кромок.

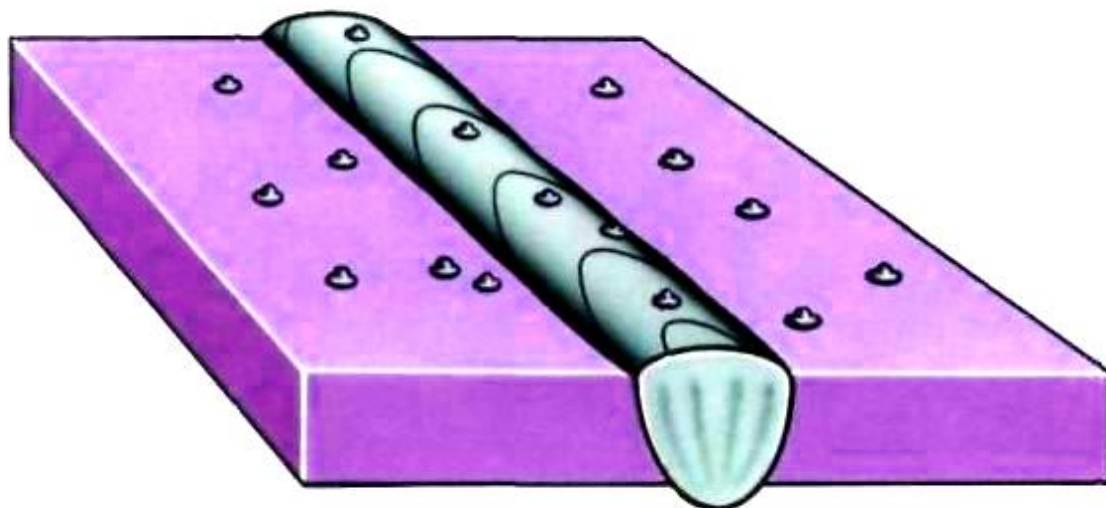
**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Зачистить место ожога шлифовальным инструментом.

## БРЫЗГИ МЕТАЛЛА (602)

**КАПЛИ** наплавленного или присадочного металла, образовавшиеся во время сварки и прилипшие к поверхности затвердевшего металла сварного шва или околошовной зоны основного металла.

**ДОПУСТИМЫ** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМЫ** на ответственных конструкциях и декоративных конструкциях.



**Внешние признаки:** мелкие капли электродного металла, осевшие на лицевую сторону сварного соединения и плотно сцепившиеся с поверхностью основного металла. Дефект виден невооружённым глазом при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** При сварке в момент короткого замыкания дугового промежутка под действием электродинамического удара сварочного тока часть электродного металла разлетается и оседает на поверхности основного металла, прилегающего к шву.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – некачественная подготовка покрытого электрода; - завышенный сварочный ток; - отсутствие защитных покрытий, обеспечивающих легкое удаление брызг после сварки.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - выбрать и хорошо подготовить соответствующие сварочные материалы; - выбрать оптимальный режим сварки; - нанести на поверхность основного металла специальное защитное покрытие.

**Во время сварки:** соблюдать оптимальные параметры режима; - не вести сварку длинной дугой.

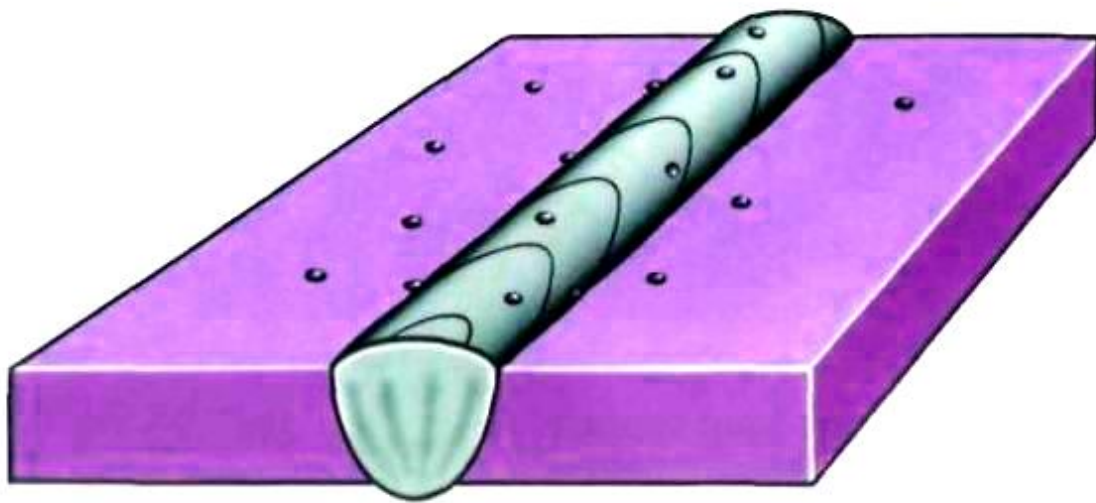
**СПОСОБЫ УСТРАЕНИЯ** Зачистить шлифовальным инструментом поверхность сварного соединения от брызг металла.

## ВОЛЬФРАМОВЫЕ БРЫЗГИ (6021)

**ЧАСТИЦЫ ВОЛЬФРАМА**, выброшенные из расплавленной зоны электрода на поверхность основного металла или затвердевшего металла сварного шва.

**ДОПУСТИМЫ** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМЫ** на ответственных и декоративных конструкциях.



**Внешние признаки:** мелкие точечные включения капелек расплавленного вольфрама на поверхности основного металла, прилегающего к сварному шву. Дефект виден невооружённым глазом при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** При расплавлении вольфрамового электрода под действием электромагнитных сил часть расплава оседает на поверхности основного металла в виде брызг.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – вольфрамовый электрод не легирован тугоплавкими компонентами; - неправильно выбран диаметр вольфрамового электрода; - электрод неправильно заточен; неправильно выбраны параметры режима сварки.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** **Перед сваркой:** - выбрать вольфрамовый электрод соответствующей марки и диаметра; - правильно заточить электрод; выбрать оптимальный режим сварки.

**Во время сварки:** - не допускать обгорания и расплавления вольфрамового электрода; - следить за значениями тока для выбранного режима сварки.

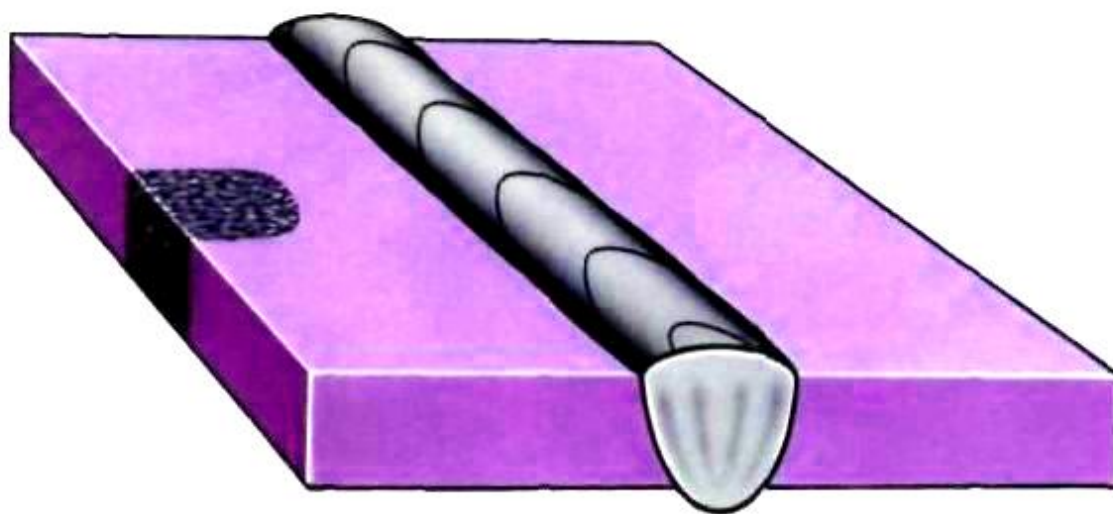
**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Зачистить места, загрязнённые вольфрамовыми брызгами, шлифовальным инструментом с мягкими щётками.

## ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЗАДИРЫ (603)

**ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ**, вызванные удалением временно приваренного приспособления.

**ДОПУСТИМЫ** на неответственных конструкциях.

**НЕДОПУСТИМЫ** на ответственных конструкциях, поднадзорных органам технического надзора.



**Внешние признаки:** местные задиры и вырывы основного металла в местах приварки вспомогательных приспособлений. ЗаDIR может быть причиной образования трещин в материале с низкой пластичностью. Дефект виден невооружённым глазом при визуальном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Механические повреждения основного металла в виде задиров, вырывов, шероховатости под действием вспомогательного приспособления или при его удалении.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – механический отрыв приспособления с вырывом прихваток; - нанесение задиров и механических повреждений основного металла при работе и эксплуатации вспомогательных приспособлений; - небрежное удаление приспособлений с применением шлифмашинки.

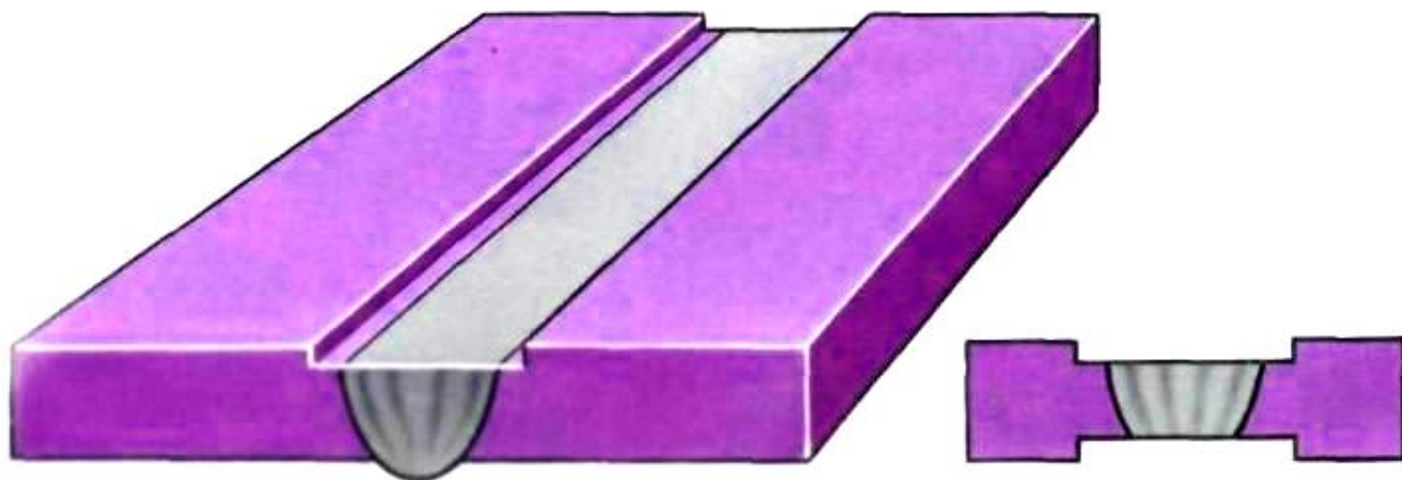
**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** – устанавливать приспособления в местах, которые либо будут удалены, либо не влияют на работоспособность конструкции; - применять при установке приспособлений струбцины, прижимы, механические фиксаторы; - удалять приваренные приспособления с помощью шлифмашинки аккуратно, срезая прихватки.

**СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ** Зачистить повреждённые участки шлифовальным инструментом с мягкими щётками.

## **УТОНЕНИЕ МЕТАЛЛА ШВА (606)**

**УМЕНЬШЕНИЕ ТОЛЩИНЫ МЕТАЛЛА ШВА** до значения меньше допустимого при механической обработке.

**НЕДОПУСТИМО**, так как уменьшается прочность сварного соединения.



**Внешние признаки:** уменьшение толщины металла шва при снятии выпуклости шва механическим путём сверх значений, установленных нормативно-технической документацией. Дефект виден невооружённым глазом. Размер утонения определяют при измерительном контроле.

**ПРОЦЕСС ВОЗНИКНОВЕНИЯ** Удаление металла шва сверх установленных нормативов в результате механической обработки соединения.

**ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ** – низкая квалификация рабочих механического цеха;  
- плохо отлажено механическое оборудование; - нарушение технологии изготовления конструкции.

**СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ** – применять качественное механическое оборудование; - готовить и обучать рабочих по механической обработке при работе со сварными конструкциями; - строго соблюдать технологию изготовления сварной конструкции.

**СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ** Наплавка с последующей механической обработкой.