

Уважаемые студенты! Ниже представлена лекция. Вам необходимо:

1. Внимательно прочесть лекционный материал
2. Законспектировать лекцию, выделяя основные понятия и определения, конспект должен составлять не менее 3-4 страниц тетради.
3. Ответить на вопросы письменно в конце законспектированной лекции.

Законспектированную лекцию и ответы на вопросы подготовить к проверке преподавателю по окончании карантина. Результат выполненного задания прислать на адрес электронной почты преподавателя: **helen-ivanova-1959@gmail.com** -

4. В случае возникновения вопросов в течении времени вашей пары можно обратиться к преподавателю **helen-ivanova-1959@gmail.com** или по телефону. **0721689390**

Лекция

Горячие трещины при сварке металлов

Как уменьшить риск возникновения горячих трещин в сварочном шве.

Горячие трещины в зоне термического влияния

План лекции

- 1 Виды горячих трещин при сварке
- 2 Причины образования
- 3 Методы предотвращения появления горячих трещин
- 4 Как снизить вероятность возникновения
- 5 Устранение трещины

Трещины – виды брака сварки, нарушение целостности металла. Разрывы шва или в околошовной области (зона термовлияния – ЗТВ) образуются из-за одновременного снижения пластичности, связанного с кристаллизацией, и внутренних напряжений.



Рисунок 1 - Трещины

Трещины, разрывы условно делят на две группы. Холодные возникают после остывания. Горячий дефект сварного шва или в ЗТВ формируется:

- в процессе кристаллизации;
- твердожидкой структуре;
- твердом металле, нагретом до высокой температуры.

Горячие трещины при сварке узнаваемы по сильному окислению, они темного цвета. Разрушения чаще выявляют по границам структурных зерен. Несплошности формируются под действием нескольких факторов:

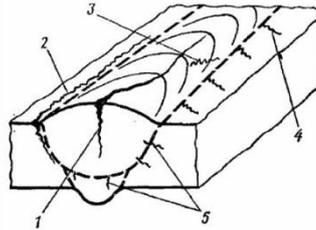
- из-за неравномерности линейной и объемной усадок;
- образования неорганических пленок;
- формирования жидких прослоек при кристаллизации.

Способность к горячему растрескиванию зависит от величины и скорости нарастания кристаллитов, формирующих растягивающие напряжения, длительности процесса сварки.

Виды горячих трещин при сварке

Все виды несплошностей относятся к дефектам, отрицательно отражающихся на прочности соединений. Природа холодных и горячих трещин при сварке различная. Холодные появляются при остывании в результате возникающих внутренних напряжений. Горячие – следствие межкристаллических разрушений. Обычно имеют вид надрезов или несплошностей, различают макро- и микродефекты. Горячие трещины темного цвета (за счет окислов), извилистой формы. По локализации разделяются на две группы:

- растрескивания в зоне термического влияния;
- дефекты в металле сварного шва.
-



- 1) продольные трещины в шве;
- 2) продольные трещины в околошовной зоне;
- 3) поперечные трещины в шве;
- 4) поперечные трещины в околошовной зоне;
- 5) поперечные трещины по толщине свариваемого металла.

Рисунок 2 - Виды горячих трещин при сварке

Околошовные бывают нескольких видов:

- Кристаллизационные длинные, обычно раскрытые, не имеют заметных ответвлений. Зависят от двух параметров, влияющих на структуру стали:

формы затвердевания ванны расплава, с краев обычно образуются мелкие зерна, затем крупные столбчатые растут перпендикулярно оси;

размера угла между кристаллитами в поликристаллической структуре, они постепенно смыкаются.

Кристаллизационные горячие растрескивания бывают внутренними (выявляются методами неразрушающего контроля) и выходящими на поверхность, определяемыми визуально.

- Ликвационные горячие трещины связаны с неоднородностью химического состава. По виду мелкие, образуются в местах, где близко расположены столбчатые кристаллы. Зависят от химического состава, наличия тугоплавких легирующих элементов. Деформационная способность структуры также снижается за счет миграции примесей и загрязнений в пространство между зернами, формируются неметаллические включения. При кристаллизации легированных сталей тугоплавкие частицы становятся центром образования кристаллов.

- Деформационные, связанные с неравномерностью усадки.

Причины образования

ГОРЯЧИЕ ТРЕЩИНЫ В СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

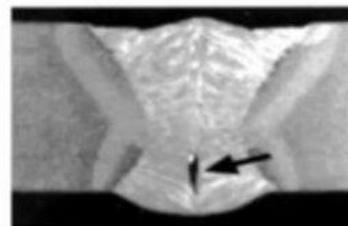
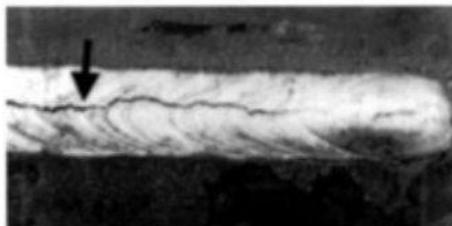


Рисунок 3 - Наглядно горячие трещины в сварных соединениях

Ликвидационные часто появляются при сварке:

- Конструкционных сплавов, содержащих сульфиды. Растворяясь, неорганические соли формируют пленки в зоне термического влияния в районе границы зерен. Особенно склонны к формированию горячих трещин марки стали, содержащие S (серу), P (фосфор). Эти вредные примеси при сварке ухудшают качество швов.

- Сплавы, в состав которых входит Ti (титан), Nb (ниобий), V (ванадий), W (вольфрам), Cr (хром), Mo (молибден) и другие легирующие металлы с низкой температурой отвердевания, при кристаллизации образуют дендриты разной формы. Легкоплавкие элементы кристаллизуются на стыке границ дендритов в последнюю очередь. Нарушаются межкристаллические связи, возникают структурные напряжения.

От величины первичных кристаллитов металлов зависит способность к образованию горячих трещин в процессе сварки. Скорость растягивающих напряжений зависит от температуры.

Из-за низкого относительного удлинения горячие трещины формируются при сварке аустенитных легированных сталей. При жесткой фиксации заготовок для сварки затрудняется структурная деформация.

Кристаллизационные формируются при неправильном выборе технологии, если не учитывается высокое содержание неметаллов и легирующих элементов. Когда превышены значения сварочного тока, возникают крупнозернистые области, приводящие к формированию внутренних напряжений между растущими кристаллитами.

К внешним причинам горячих растрескиваний относятся примеси, появляющиеся в структуре металла в процессе сваривания. Внутренние связаны с сегрегацией – неравномерным распределением микрофаз, легирующих присадок, примесей.

Методы предотвращения появления горячих трещин

Предупреждая образование горячих трещин, при разработке технологии учитывают особенности кристаллизации металлов. Основные способы снижения риска дефектов:

- исключить жесткие соединения;
- увеличить размер шовного валика при соединении толстостенных заготовок;
- варить металл короткими участками, делая широкий шов;
- при круговой сварке, соединении длинных заготовок оставлять детали подвижными максимальное время, заделывать концевые стыки в последнюю очередь;

- не завышать ампераж;
- делать много проходов с промежуточным отжигом;
- внимательно проваривать корневую область, дефекты формируются именно там.

Важно фиксировать заготовки минимально, без зажима, следить за положением электрода. Детали должны быть хорошо подготовлены, чтобы исключить окалину, ржавчину, неметаллические включения. Электроды выбирают по типу металла, режиму сварки.

Для предотвращения дефектов, нужно строго следовать технологии

Как снизить вероятность возникновения

Чтобы снизить риск горячего растрескивания, важно проверять качество сварных заготовок. Некоторые внутренние дефекты формируются при кристаллизации расплава, нарушении технологии раскисления. Избежать горячих трещин при сварке можно, соблюдая температурный режим, следить за кристаллизацией шовного валика. Большое значение имеет соотношение концентрации серы и кислорода. Чем оно выше, тем лучше качество соединений. При снижении соотношения S/O на границе формирующихся зерен образуются пленки, которые, проникая в жидкую фазу, приводят к внутренним дефектам.

К способам устранения вредных факторов относятся:

- Отжиг готовых соединений, изменяется структура зерен в шве, зоне термического влияния, становится однородной, устраняются внутренние напряжения;
- некоторые металлы в процессе кристаллизации прогревают, чтобы снизить скорость охлаждения, минимизируется риск образования областей жидкой фазы внутри шва;
- электроды предварительно прокаливают, детали предварительно нагревают (температура зависит от вида металла).

Требуется соблюдать требования, правила и нормативы, токовые режимы, скорость формирования шовного валика. При выборе оптимальной температуры нагрева технологи учитывают особенности химического состава сталей, алюминиевых и цветных сплавов.

Устранение трещины

Единственно возможный метод борьбы с горячими трещинами – снова проварить металл. До этого дефект вырезается. Технология регламентируется ГОСТ 5264-80 (ММА, MIG/MAG, TIG сварка), ГОСТ 1153-75 (сварка полуавтоматами и автоматами).

Реставрации подлежат участки, где обнаружены внутренние или внешние дефекты. Некоторые структурные нарушения в области термического влияния и сварного соединения устранить невозможно. Явный брак приходится вырезать участками полностью.

•

Контрольные вопросы

- 1 Под действием формируются несплошности
- 2 Когда появляются ликвидационные трещины
- 3 Перечислите виды околошовных трещин
- 4 Какие участки подлежат реставрации
- 5 Как снизить риск горячего растрескивания