

Межкристаллитная коррозия нержавеющей стали 10X17H13M2T

Петров Н.Н.

Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация: В статье рассмотрена межкристаллитная коррозия на примере нержавеющей стали 10X17H13M2T. Описаны внешние признаки межкристаллитной коррозии и способы её предупреждения.

Ключевые слова: межкристаллитная коррозия, разрушение, нержавеющая сталь, 10X17H13M2T, метод АМУ.

Широкое распространение на российском рынке занимает нержавеющая сталь аустенитного класса 10X17H13M2T (таблица 1) [1]. Выходя на мировой рынок производитель старается повысить её конкурентоспособность. Для повышения качества продукции, предприятия должны перейти к новым технологиям и материалам, что обеспечит высокое качество получаемого изделия [2].

Таблица 1 – Химический состав стали 10X17H13M2T

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Mo	S	P
<0.10	<0.80	<2.00	16–18	12–14	0.50–0.70	2–3	<0.02	<0.035

Данная сталь используется в химической промышленности, как коррозионностойкая, поэтому из неё изготавливаются трубы, емкости, баки.

Коррозия – это самопроизвольное разрушение металлов в результате химического или физико-химического взаимодействия. Причиной коррозии служит неустойчивость материала к воздействию веществ, находящихся в контактирующей с ним среде. Химическое воздействие на металл агрессивной средой выражается в коррозионных разъеданиях, ослабляющих основные элементы изделия. При совместном механическом, термическом и химическом воздействии в металле появляется межкристаллитная коррозия (МКК) и другие дефекты. Скорость коррозии зависит от температуры. Повышение температуры на несколько градусов может значительно увеличить скорость коррозии [3].

Отличительными особенностями межкристаллитной коррозии является распространение начальных микроскопических трещин по границам кристаллитов – зерен металла. Крупные трещины являются в основном транскристаллитными, т.е. проходят по кристаллам, что объясняется дальнейшей концентрацией механических напряжений в зоне повреждений.

Другим отличительным признаком межкристаллитной коррозии является бездеформационный или хрупкий по внешнему виду излома характер разрушений. Сложность межкристаллитной коррозии заключается в отсутствии в зоне образования трещин деформации металла, т.е. изменения геометрических размеров элемента, металл которого вблизи трещин сохраняет свою пластичность,

прочность и текучесть. До разрушения пострадавший элемент не меняет своей формы [3].

Теорий, объясняющих возникновение в нержавеющей стали МКК (рисунок 1), несколько. Одна из них получила наиболее полное подтверждение и признание специалистов. Согласно этой теории МКК возникает из-за обеднения границ зерен металла хромом. Ответственными за появление в стали склонности к МКК (по всем существующим теориям) являются избыточные фазы, и, в первую очередь, хромсодержащий карбид, частицы которого выпадают по границам зерен в виде сплошных цепочек. Условия образования этого карбида определяются термодинамикой процессов карбидообразования и способностью к растворимости углерода в структурных составляющих стали. Для аустенитных сталей температурный интервал интенсивного карбидообразования составляет 450-750° С [2].

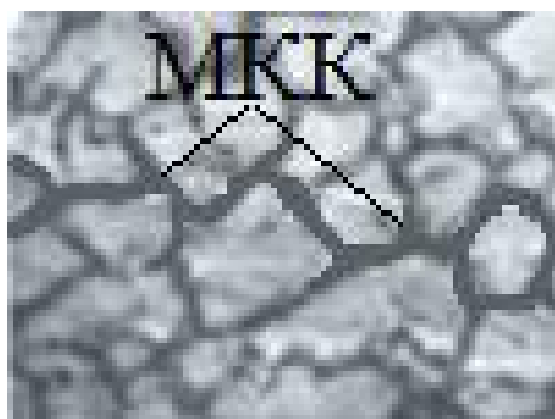


Рисунок 1 – Появление межкристаллитной коррозии

Процесс карбидообразования самопроизвольный и начинается, как только металл попадает в указанные интервалы температур.

Контроль сталей данного класса на склонность к МКК осуществляется после провоцирующего нагрева при температуре 650° С в течение одного часа.

Основными методами борьбы с МКК являются [4]:

1. введение в состав стали одного или нескольких элементов, обладающих большим сродством к углероду, чем хром таких как: Ti, Nb, Zr, W, V. Чаще всего используется титан, который образует наиболее устойчивый карбид TiC. Называют этот метод стабилизацией (способ основывается на введении элементов, которые «вытягивают» углерод из твердого раствора и образуют карбиды, не расходуя хром, а, следовательно, не происходит обеднение границ зерен по хром), а стали, содержащие в своем составе эти элементы – стабилизированными;

2. снижение содержания углерода до 0,03% и меньше, что исключает образование хромистых карбидов, при этом вышеописанные элементы в состав не вводятся, такие стали называют – нестабилизированными;

3. закалкой металла в воде. Такая защита обеспечивает переход в твердый раствор карбидов хрома, которые располагаются на границах зерен.

Визуально сталь, склонную к МКК, от не склонной к МКК отличить практически невозможно, но при простукивании образцов между собой, они (склонные к МКК) не будут издавать «звонкий металлический» звук, звук у них будет глухим [2].

Контроль на выявление склонности к МКК осуществляется, согласно, требований ГОСТ 6032-2003 [5].

Для обнаружения МКК стали 10X17H13M2T применяют метод АМУ (ускоренный). Образцы кипятят в растворе: 50 г медного купороса, 250 мл серной кислоты, 1000 мл воды. В колбу с обратным холодильником насыпают слой медной стружки, поверх которой загружают предварительно обезжиренные образцы. Их можно располагать в несколько рядов, при условии обеспечения всестороннего контакта со стружкой. Раствор наливают примерно на 200 мл выше поверхности образцов или слоя стружки. Кипячение рекомендуется вести непрерывно, не допуская нагрева холодильника. Продолжительность кипячения 8 ч, после чего образцы промывают водой и просушивают. При отложении на образцах слоя меди, несмываемого водой, его удаляют промывкой в 20-30%-ном растворе азотной кислоты. Для обнаружения МКК образцы с помощью оправок с двух сторон загибают на угол 90° так, чтобы придать им Z-образную форму. Радиус закругления оправок для загиба образцов не более 5мм. Изогнутые образцы осматривают с помощью лупы, увеличение X(8-12). Признаком МКК является наличие трещин на поверхности изогнутого образца, исключая продольные трещины и трещины на кромках.

В заключении можно сказать, что сталь 10X17H13M2T находит широкое применение в химической промышленности, но из-за склонности к МКК, требует к себе повышенного внимания. Действенным методом борьбы с МКК для данной стали является введение в сплав карбидообразующих элементов.

Библиографический список

1) ГОСТ 5632-2014. Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки. Введ. 2015-01-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 49 с.;

2) Шлямнев, А.П. Нержавеющие стали с низким содержанием углерода / А.П. Шлямнев // Арматуростроение. – 2010. – №4(67). – С. 78-81.

3) МЕЖКРИСТАЛЛИТНАЯ КОРРОЗИЯ И ЕЁ РАЗВИТИЕ НА ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ КОТЛА НА ПРИМЕРЕ ПАРОВОГО ДВУХБАРАБАННОГО КОТЛА ТИПА ДЕ-25-24-380-ГМО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ntk.kubstu.ru/file/513>. – Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – (Дата обращения: 24.03.2016);

4) Гольдштейн, М.И. Специальные стали. Учебник для вузов. Гольдштейн М. И., Грачев С. В., Векслер Ю. Г. М.: Металлургия, 1985. 408 с.;

5) ГОСТ 6032-2003. Стали и сплавы коррозионно-стойкие. Методы испытаний на стойкость к межкристаллитной коррозии. – Введ. 2005-01-01. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2004. – 27 с.;