

Исследование пробки из стали 12Х18Н10Т на возникновение коррозии

Д.Д. Сидоренко, О.Ю. Бургонова, А.М. Бадамин, З.Ю. Руппель, А.С. Липецкий
Омский государственный технический университет, г. Омск

Аннотация: При производстве криогенной техники важно не допустить возникновения коррозионных повреждений, поэтому при выборе материалов для деталей, находящихся в агрессивных средах, необходимо учитывать их коррозионную совместимость. Наиболее распространённым материалом является сталь 12Х18Н10. В статье рассмотрен метод исследования пробки, изготовленной из стали 12Х18Н10Т, на возникновение коррозии.

Ключевые слова: коррозия, аустенитные стали, коррозионное разрушение, пробка, криогенная техника.

В современной химической промышленности происходит в крайне агрессивных средах. Для предотвращения появления коррозии требуется, чтобы конструкционные материалы обладали высокой коррозионной стойкостью для агрессивной рабочей среды. При изготовлении химического оборудования используют металлические сплавы, потому что они обеспечивают достаточно высокую прочность и надёжность. Однако при контакте оборудования с агрессивными компонентами окружающей среды благодаря химическому или электрохимическому взаимодействию, что приводит к образованию коррозии и последующему разрушению конструкций, аппаратов, трубопроводов и др [1].

На основе среды, в которой происходит коррозия, которые являются различными жидкостями и газами и тем, что коррозионный процесс протекает на границе фаз: металл – окружающая среда, т. е. является гетерогенным процессом взаимодействия жидкой или газообразной среды с металлом [2], можно сделать вывод, что коррозия в оборудовании начнётся на поверхности металла, а после распространиться вглубь. Соблюдение требования к высокой коррозионной стойкости требуется так же для предотвращения возникновения аварийных ситуаций, экономические потери для их устранения и предотвращение выхода из строя оборудования.

При активной эксплуатации установки в агрессивной среде, было выявлено коррозионное повреждение пробки, изготовленной из стали 12Х18Н10Т. Данная хромоникелетитановая аустенитная сталь наиболее распространена в криогенной промышленности, благодаря высокой коррозионной стойкостью в жидких средах, устойчива к межкристаллитной коррозии после сварочного нагрева, применяется в качестве жаропрочного материала до ~600°С. Используются для оборудования для получения жидкого кислорода. Поэтому целью нашей работы заключается в исследовании пробки из стали 12Х18Н10Т на возникновение коррозии

При эксплуатации оборудования выявлено коррозионное повреждение пробки из-за воздействия морской воды на контактирующие детали. Пробка

была демонтирована из холодильного оборудования для судов, который находится в соединении со штуцером, изготовленным из титанового сплава ПТ-3В ГОСТ 19807-9, и резиновым кольцом из ИРП 1287, для уплотнения соединения. Схематическое изображение пробки до использования приведено на рисунке 1.



Рисунок 1 - схематичное изображения пробки

Пробка после выявления коррозионных повреждений приведена на рисунке 2.

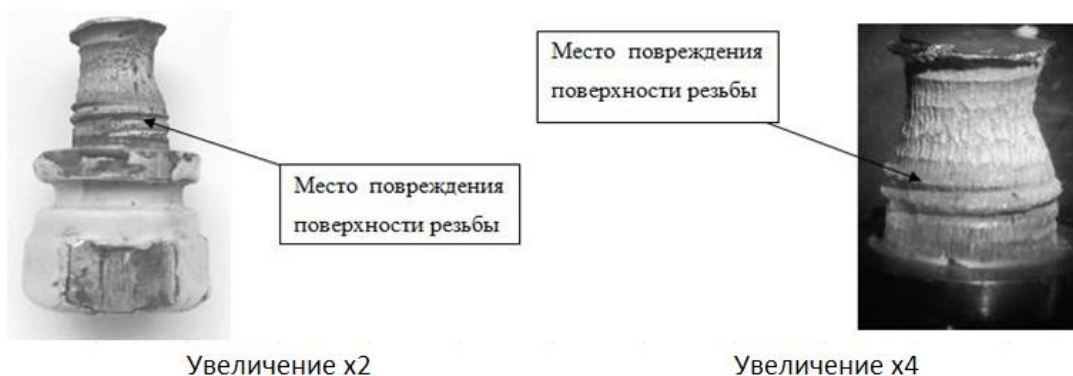


Рисунок 2 - пробка с коррозионными повреждениями.

Для выявления причины возникновения коррозии было проведено исследование микроструктуры поврежденной пробки на металлографическом микроскопе МИМ-10 при увеличении до x500, после электролитического травления в 10% водном растворе щавелевой кислоты. Микроструктура металла представляет собой мелкозернистый аустенита с большим количеством карбидов, показанный на рисунке 3.

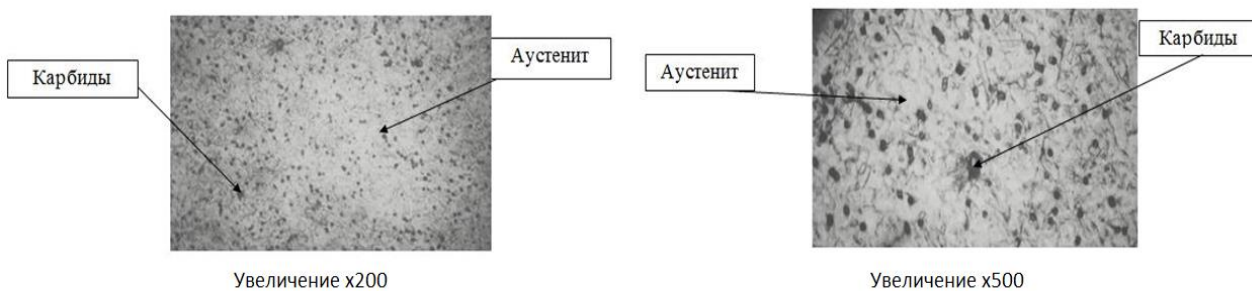


Рисунок 3 - микроструктура металла пробки аустенит + карбиды

На рисунке 3 часть карбидов сконцентрирована по границам зерна. Карбидная сетка повышает хрупкость материала. Её возникновение обусловлено тем, что деталь не подвергали термической обработки. Для большей гомогенности хромоникелевые стали подвергают закалке с последующим охлаждением в воде. При нагреве происходит растворение карбидов хрома в аустените. Выделение их из аустенита при закалке исключено из-за высокой скорости охлаждения [3]. Структура стали без карбидов показана на рисунке 4.

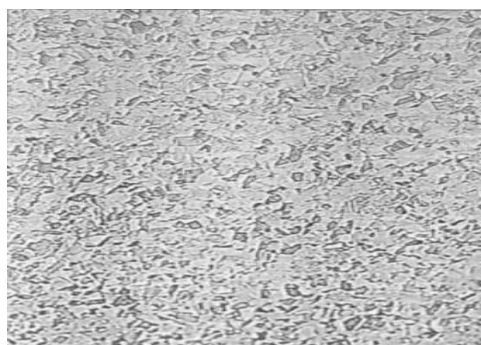


Рисунок 4 - микроструктура стали 12X18H10T

Методом эмиссионной спектроскопии на комплексе атомно-эмиссионного спектрального анализа с анализатором МАЭС был проведён анализ химического состава металла. Определение углерода произведено анализаторе АН7529. Результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДЛЯ СТАЛИ 12X18H10T

Наименование объекта	Массовая доля элементов, %					
	C	Cr	Ni	Ti	Mn	Si
Пробка	0,08	18,30	10,27	0,40	0,35	0,60
ГОСТ 5932-2014	≤ 0,12	17,0-19,0	9,0-11,0	5·C -0,8	≤ 2,0	≤ 0,8

Для исключения межкристаллитной коррозии, связанной с обеднением хрома по границам зерен, вводился титан. Однако по химическому составу пробки был сделан вывод, что было нарушение содержания титана вдвое меньше, чем требуется по ГОСТ 5932-2014. Титан требуется для уменьшения количества карбидов титанов и приводит к образованию большего числа Cr₃C₂.

Путем экспериментальных исследований и на основе теоретических данных установлено, что повреждение резьбы пробки произошло в результате коррозионного воздействия морской воды, так как была нарушена технология изготовления материала 12Х18Н10Т. Кроме этого в резьбе пробки создаются благоприятные условия для появления щелевой коррозии благодаря воздействию морской соли. С помощью исследования микроструктуры установлено, что большое количество нерастворенных карбидов в микроструктуре ведет к уменьшению коррозионной стойкости материала. Для их предотвращения следует добавить содержание титана и провести термическую обработку закалкой с охлаждением в воде для растворения карбидов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахвалов, Г.Т. Защита металлов от коррозии/ Г.Т. Бахвалов – М.: Металлургия, 1964. – 310 с.
2. Мальцева, Г.Н. Коррозия и защита оборудования от коррозии: Учеб. пособие. Под редакцией д.т.н., профессора С.Н. Виноградова / Г.Н. Мальцева. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2000. – 55 с.
3. Маркова, О.Н. Защита металлов / О.Н. Маркова, Н.Д. Томашов, Г.П. Чернова. Т. 29. №. 3. 1993. – 409 с.