**Нержавеющая сталь**

В металлургии, нержавеющая сталь определена [1] как железоуглеродистый сплав с минимумом 10,5 % содержание хрома. Название происходит из факта, что нержавеющая сталь не портиться, корродирует или ржавеет так легко как обычная сталь. В Соединенных Штатах и по всему миру, особенно в авиационной промышленности, этот материал также называется коррозионно-стойкой сталью, когда это точно не относится к типу сплава и сорту.

**Свойства**

Нержавеющие стали имеют более высокое сопротивление окислению и коррозии во многих естественных и искусственных средах, однако важно выбрать правильный тип и класс нержавеющих сталей для специального применения. Высокое сопротивление окислению на воздухе и при температуре окружающей среды обычно достигается с добавлением хрома больше 12 %. Хром формирует пассивный слой из оксида хрома (III) (Cr2O3) при контакте с кислородам. Слой слишком тонкий чтобы быть видимым, но выделяется металлическим блеском. Тем не менее, он защищает металл от воздействия воды и воздуха. Даже, когда поверхность поцарапана, этот слой быстро восстанавливается. Это явление называется пассивацией, и замечено в других металлах, например у алюминия. Когда нержавеющие стальные части типа гаек и болтов соединены вместе, окисный слой должен быть очищен с соединяемых частей, для их соединения. Когда они разбирают соединительный материал будет сорван и разрыхлен, этот эффект известен как истирание.

Промышленная ценность нержавеющей стали

Сопротивление нержавеющей стали коррозии и ржавчине, простое техническое обслуживание и ремонт, относительная экономия, и блестящий вид делает это идеальным материалом для промышленного применения. Имеется более 150 видов наименований, пластин, брусков, проводов, шланг и трубок, которые используются в кухонной посуде, бытовых приборах, металлических изделиях, хирургических инструментах, ответственных устройствах, индустриальном оборудовании, и как строительный материал в небоскребах и больших зданиях. Известная семиэтажная башня Крайслера, строящая в Нью-Йорке украшена блеском нержавеющей стали нанесенной плакированием. Нержавеющая сталь - 100 % повторно используемый материал. Фактически, более чем 50 % новой нержавеющей стали, сделано при повторной переплавки металлолома, это в некоторой степени оказывается экологически чистым материалом.

Коррозия

Даже высококачественный сплав может разъедать при некоторых условиях. Так как некоторые виды коррозии более необычные и их немедленные результаты менее видимые, чем ржавчина, они не всегда заметны и причиняют проблемы среди тех, кто не знаком с ними.

Питтинговая коррозия

Пассивация образуется на жестком слой окиси, вышеописанной. При отсутствии кислорода (или когда другой вид, например, солей ионов), нержавеющая сталь неспособна вновь формировать пассивирующую пленку. В наихудшем случае, при почти полностью защищенной поверхность крошечные локальные флуктуации будут нарушать окисный слой в нескольких критических точках. Коррозия в этих точках будет очень усилена, и может образовывать коррозионные впадины нескольких типов, в зависимости от условий. В то время как коррозионные впадины только собираться вокруг ядра при довольно чрезвычайных обстоятельствах, они могут продолжать расти даже, когда условия возвращаются к нормальному, так как внутри впадин отсутствует кислород. В крайнем случае, острые концы очень длинных и узких впадин могут образовывать концентрации напряжений вызывающие разрушения упругих сплавов, в тонких пленках появляются невидимые маленькие отверстия, за которыми скрываться впадины размером с большой палец. Эти проблемы особенно опасны, потому что их трудно обнаружить до разрушения прежде, чем части или вся структура разрушится. Питтинговая коррозия остается среди наиболее общих и разрушительных форм коррозии в нержавеющих сплавах, но это может быть предотвращено, в том случаи, если материал подвергался воздействию кислорода (например, устраняя щели) и защищен от солей везде, где возможно. Питтинговая коррозия может происходить, когда нержавеющая сталь подвергнута высокой концентрации ионов солей (например, вода моря) и умеренно высоким температурам.

Коррозия сварного шва и ножевая коррозия

Из-за повышения температур сварки или в течение неподходящей обработки высокой температурой, карбиды хрома могут формироваться в границах зерна нержавеющей стали. Эта химическая реакция окисляет хром в зоне около границы зерна, делая те области, намного менее стойкими к коррозии. Это создает гальваническую пару между хорошо защищенным сплавом, что приводит к тому, что сварной шов корродирует (коррозия на границах зерен около сварного шва) в высоко коррозийных окружающих средах. Специальные сплавы, с низким углеродистым содержанием или со специальными углеродистыми "добавками" например титан и ниобий (в типах, 321 и 347, соответственно), могут предотвратить этот эффект, но последний требует специальной обработки высокой температуры после сварки, чтобы исключить явление ножевая коррозия. Поскольку название подразумевает, что этот эффект ограничен маленькой зоной действия, часто только несколько микрометров в поперечнике, что приводит к тому что процесс развивается более быстро. Эта зона находится около сварного шва, делая это даже менее заметной [2]. Современное производство стали в значительной степени уменьшают эти проблемы, контролируя содержание углерода в нержавеющих сталях < 0,3 % и исторически такие сорта называются как "L" сорта типа 316L; практически большинство нержавеющих сталей в наши дни производятся с низким содержанием углерода.

Щелевая коррозия

При наличии таких факторов как уменьшенная кислотность или снижению атмосферного воздействия, пассивирующий слой, защищающий сталь от коррозии может разрушиться. Этот износ может также зависеть от механического изготовления частей, под прокладками, в острых углах, или при неполноценном сваривании. Такие щели могут способствовать коррозии, если их размер позволяет проникновению корродирующего веществ. Механизм щелевой коррозии, подобен питтинговой коррозии, хотя это случается в более низких температурах.

Коррозионное растрескивание металлов

Коррозионное растрескивание металлов - быстрая и серьезная форма коррозии нержавеющих сталей. Она образуется, когда материал подвергнут растягивающему напряжению в некоторых видах коррозийных окружающих средах, особенно солесодержащие окружающие среды (морская вода) в более высоких температурах. Напряжения могут быть результатом рабочих нагрузок, или могут быть вызваны при обработки или остаточных напряжений от изготовления (холодной обработки); остаточные напряжения могут быть уменьшены отжигом (нормализацией). Это ограничивает применение нержавеющей стали для сред содержащих воду с повышенным содержание солей при температурах более чем 50 оС. Коррозионное растрескивание металлов проявляется только в аустенитных нержавеющих сталях и зависит от содержание никеля.

Коррозионно-усталостное разрушение металлов

Коррозионно-усталостное разрушение металлов – главный видов отказа в нефтедобывающей промышленности, где сталь входит в контакт с жидкостями или газами со значительным сероводородом содержание, например высокосернистый газ. Находящейся под влиянием растягивающих напряжение и ухудшаются в присутствии солей ионов. Очень высокие уровни сероводородом, очевидно, замедляют коррозию. Повышение температуры увеличивает влияние солей ионов, но уменьшает влияние серы, в результате увеличенной подвижности ионов через кристаллическую решетку, наиболее критический температурный диапазон для коррозионно-усталостное разрушение металлов – между 60 - 100 оС.

Гальваническая коррозия

Гальваническая коррозия происходит, когда гальваническая пара сформирована между двумя разнородными металлами. Результирующий электрохимический потенциал ведет к формированию электрического тока, что приводит к электролитическому распаду менее благородного материала. Этот эффект может быть предотвращен электрической изоляцией материалов, например используя резиновые или пластмассовые втулки или шайбы, сохраняющие детали сухими так чтобы не было никакого электролита, для образования пары или сохранения размера менее благородного материала относительно более благородного (нержавеющие - стальные болты в алюминиевом блоке не будут вызывать коррозию, но алюминиевые заклепки в нержавеющем стальном листе быстро корродирует.)

Контактная коррозия

Контактная коррозия - это комбинация гальванической коррозии и щелевой коррозии, возникающих там где мелкие частицы постороннее вещество внедряются в нержавеющую сталь. Углеродистая сталь - является типичным загрязнителем в данном случае, это явление обусловлено истиранием углеродистой стали или использование инструмента загрязненного частицами углеродистой стали. Частицы формируют гальваническую пару, и быстро корродируют и могут оставлять впадины в нержавеющей стали, от которых питтинговая коррозия может быстро прогрессировать. Некоторые мастерские поэтому имеют отдельные участки и отдельные наборы инструментов для обработки углеродистой стальной и нержавеющей стали, и тщательно должен быть осуществлен контроль чтобы предотвратить прямой контакт между нержавеющими стальными частями и углеродистыми стальными стойками хранилища. Частицы углеродистой стали могут быть удалены от загрязненной детали раствором азотной кислоты, или, солями со смесью фтористоводородная кислоты и азотной кислоты.

Типы нержавеющей стали

Имеются различные типы нержавеющих сталей: например когда добавлен никель, что стабилизирует аустенитную структуру железа. Эта кристаллическая структура делает такие стали не магнитными и менее ломким при низких температурах. Для повышения твердости и прочности, добавлен углерод. Когда при условии соответствующих высоко температурной обработке эти стали, используются для лезвий бритв, столовых приборов, инструмента и т.д. Существенное количества марганца используется во многих нержавеющих стальных составах. Марганец сохраняет аустенитную структуру в стали, как это делает никель, но по более низкой стоимости.

Нержавеющие стали также классифицируются по их кристаллической структурой:

- Аустенитные нержавеющие стали включают более чем 70 % полного нержавеющего стального производства. Они содержат максимум углерода 0,15 %, минимум 16 % хрома и достаточного никеля и/или марганца, чтобы сохранить аустенитную структуру при всех температурах от криогенной области до точки плавления сплава. Типичный состав - 18 % хрома и никель 10 %, обычно известный, как 18/10 нержавеющая сталь часто используется в столовых приборах. Точно также 18/0 и 18/8 имеются в наличии. “Супер аустенитные” нержавеющие стали, типа сплава AL-6XN и 254SMO, оказывают большое сопротивление питтинговой и щелевой коррозии из-за высокого содержания молибдена (> 6) % с добавлением азота, а более высокое содержание никеля гарантирует лучшее сопротивление коррозионное растрескивание металлов по 300 ряду. Более высокое содержание сплава "Супер аустенитные" сталей означает, что они – очень дорогостоящие и подобное выполнение, может обычно быть достигнута, используя двойные стали при меньших затратах.

- Ферритная нержавеющая сталь – высоко коррозионно стойкая, но гораздо менее надежная, чем аустенитного класса и не могут быть упрочнены высоко температурой обработкой. Они содержат от 10,5 % и 27 % хрома и очень небольшое количество никеля, если это имеет место. Большинство составов включает молибден; некоторые, алюминий или титан. Вообще типичный ферритный класс включает 18Cr-2Mo, 26Cr-1Mo, 29Cr-4Mo, и 29Cr-4Mo-2Ni.

- Мартенситные нержавеющие стали не такие коррозионно стойкие как другие два класса, но чрезвычайно прочные и упругие также хорошо подвержены обработки резанием, и могут быть упрочнены высоко температурой обработкой. Мартенситные нержавеющие стали содержат хрома (12 – 14) %, молибдена (0,2 – 1) %, и отсутствует никель, и приблизительно 0,1 - 1% углерода (предающее большее прочностные свойства, но делающее материала немного более ломким). Они закаленные и магнитные. Такая сталь также известна как "серия - 00" сталь.

- Нержавеющие стали, выплавленные дуплекс-процессом имеют смешанную микроструктуру аустенита и феррита, цель производства 50:50 соединения хотя в промышленных сплавах, соединение может быть 60:40. Двойная сталь улучшила прочность по аустенитным нержавеющим сталям и также улучшила сопротивление локализированной коррозии особеннo питтинговой, щелевой коррозии и коррозионное растрескивание металлов. Такие стали характеризуются высоким содержанием хрома и более низким содержанием никеля, чем аустенитные нержавеющие стали.

**Список литературы**

1 Американский Железный и Стальной Институт (AISI)

2 Denny A. Jones, Принципы и Предотвращение Коррозии, 2-ого издания, 1996, Prentice Зал, Верхняя Река Седла, NJ. ISBN 0-13-359993-0