производство

E-USS г.Рязань
UTC +3:00 | тел/факс: +7 (4912) 477746 | www.e-uss.ru | sales@e-uss.ru

БАЗОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ О НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЯХ МАРОК AISI-304 -321 -316L

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Красноломкость — свойство металлов давать трещины при горячей обработке давлением (ковка, штамповка, прокатка) в области температур красного или жёлтого каления (850-1150 °C).

Хладноломкость — склонность металла растрескиваться и ломаться при холодной механической обработке.

НЕРЖАВЕЮЩИЕ СТАЛИ

Нержавеющая сталь (коррозионно-стойкие стали) — легированная сталь, устойчивая к коррозии в атмосфере и агрессивных средах.

Нержавеющие стали делят на 3 группы:

1. Коррозионностойкие стали — от них требуется стойкость к коррозии в несложных промышленных и бытовых условиях (из них можно изготавливать детали оборудования для нефтегазовой, легкой, машиностроительной промышленности, хирургические инструменты, бытовую нержавеющую посуду и тару).
2. Жаростойкие стали — от них требуется жаростойкость — то есть стойкость к коррозии при высоких температурах в сильно агрессивных средах (напр. на химических заводах).
3. Жаропрочные стали — от них требуется жаропрочность — то есть хорошая механическая прочность при высоких температурах.

По химическому составу нержавеющие стали делятся на 3 группы:

1. Хромистые
    - Мартенситные
    - Полуферритные (мартенисто-ферритные)
    - Ферритные
2. Хромо-никелевые
    - Аустенитные
    - Аустенитно-ферритные
    - Аустенитно-мартенситные
    - Аустенитно-карбидные
3. Хромо-марганцево-никелевые

НЕРЖАВЕЮЩИЕ СТАЛИ AISI-304 -321 -316L

Стали марки AISI-304 -321 -316L относятся к хромо-никелевым сталям, аустенитному классу высоколегированной сталей, образующей при кристаллизации преимущественно однофазную аустенитную структуру γ-Fe с гранецентрированной кристаллической (ГЦК) решеткой и сохраняющие ее при охлаждении до криогенных температур. Количество другой фазы - высоколегированного феррита (δ-Fe с объемноцентрированной кристаллической (ОЦК) решеткой) изменяется от 0 до 10 %.

Такие стали содержат 18-25% Cr (хрома) обеспечивающего жаро- и коррозионную стойкость, а также 8-35% Ni (никеля), стабилизирующего аустенитную структуру и повышающего жаропрочность, пластичность и технологичность сталей в широком интервале температур.

Это позволяет применять аустенитные стали в качестве коррозионно-стойких, жаропрочных, жаростойких, криогенных конструкционных материалов в химических, теплоэнергетических и атомных установках, где они подвергаются совместному действию напряжений, высоких температур и агрессивных сред.

Обозначения стандартных нержавеющих сталей по AISI включают в себя три цифры и следующие за ними в ряде случаев одну, две или более буквы. Первая цифра обозначения определяет класс стали. Так, обозначения аустенитных нержавеющих сталей начинаются с цифр 2XX и 3XX, в то время как ферритные и мартенситные стали определяются в классе 4XX.

Дополнительные буквы, следующие за цифрами, используемые для обозначения нержавеющих сталей по AISI означают:

xxxL	Низкое содержание углерода < 0.03%
xxxS	Нормальное содержание углерода < 0.08%
xxxN	Добавлен азот
xxxLN	Низкое содержание углерода < 0.03% + добавлен азот
xxxF	Повышенное содержание серы и фосфора
xxxSe	Добавлен селен
xxxB	Добавлен кремний
xxxH	Расширенный интервал содержания углерода
xxxCu	Добавлена медь

Основным преимуществом сталей аустенитного класса AISI-304 -321 -316L являются их высокие служебные характеристики (прочность, пластичность, коррозионная стойкость в большинстве рабочих сред) и хорошая технологичность. Поэтому аустенитные коррозионностойкие стали нашли широкое применение в качестве конструкционного материала в различных отраслях машиностроения.

Теоретически изделия из аустенитных нержавеющих сталей при нормальных условиях - немагнитные, но после холодного деформирования (любой механической обработки) могут проявлять некоторые магнитные свойства (часть аустенита превращается в феррит).

ТАБЛИЦА СТАНДАРТОВ

Европейская норма EN10088-2	Аналоги стали						
	UNS	SIS	BS	JIS Япония	ГОСТ Россия	AISI США	Германия
1.4301	S30400	2332/33	304S31	SUS304	08Х18Н10	304	X5CrNi18-10
1.4404	S31603	2348	316S11	SUS316L	03Х17Н13М2	316L	X2CrNiMo17-12-2
1.4541	S32100	2337	321S31	SUS321	08Х18Н10Т	321	X6CrNiTi18-10

ОСНОВНЫЕ РАЗЛИЧИЯ

AISI-304

Аустенитная, с низким содержанием углерода. Модификация стали AISI-304 имеет широкую сферу применения и большой спрос у потребителей, поскольку является универсальным продуктом. AISI-304 обладает лучшими (относительно других марок) показателями по свариваемости и сопротивлению коррозии и окислению. Сталь этой марки обладает отличными низкотемпературными свойствами и одновременно рекомендована к использованию при высоких температурах. Среди множества других сплавов ее также выделяют механические свойства, химический состав и относительно невысокая стоимость. AISI 304 обладает высокой пластичностью для таких операций механической обработки как прокат, волочение.

AISI-316L
Сталь аналогичная AISI-304 с очень низким содержанием углерода и добавлением молибдена около 2.5%. Стальной сплав AISI-316L представляет собой оптимизированный вариант версии AISI-304, который дополнительно обогащен молибденом; также для этого сплава характерно более высокое содержание никеля. Данная версия стали имеет в разы большую способность к сопротивлению коррозии в агрессивных средах. В условиях паров уксусной кислоты, едкого хлора или морской воды добавление молибдена позволяет стали приобрести устойчивость к различным видам коррозии, среди которых можно назвать, в том числе, питтинговую (точечную) и щелевую. Более низкая общая коррозионная устойчивость в относительно малоагрессивных средах позволяет показывать прекрасное сопротивление коррозии в загрязненном воздухе и в приморской зоне.

AISI-321
Хромоникелевая сталь с добавкой титана (Ti). Модификация стали AISI-321 обладает отличными характеристиками устойчивости к коррозии и высоким температурам, однако при этом она недостаточно сопротивляется воздействию серосодержащих сред. Данную сталь рекомендуется использовать при температурах от 600°C до 800°C; стоит отметить, что срок работы может быть очень длительным. Сталь AISI-321 не подвержена межкристаллитной коррозии, поскольку в ее составе есть титан, применяемый для придания сплавам высокой твердости. Особое внимание стоит обратить на то, что в сваренном состоянии сталь AISI-321 не должна применяться в кислых агрессивных средах с высокими показателями. Сталь более устойчива к механическому воздействию в отличии от AISI-304 -316L

ПРИМЕНЕНИЕ

AISI-304
Более распространенная в применении сталь. Данная сталь обладает высокой пластичностью, что позволяет широко использовать AISI-304 в штампованных изделиях с высоким уровнем вытяжки и сложным рельефом, например при изготовлении моек, раковин и тому подобных предметов обихода. Благодаря низкому содержанию углерода сталь AISI-304 обладает улучшенными сварочными характеристиками. Пищевая промышленность: изготовление различных емкостей, передающих устройств. Изготовление дымоходов, систем дымоудаления и вентиляции. Практически во всех молочных и пивоваренных производствах используется сталь AISI-304 в качестве основного материала для изготовления оборудования, инструмента и приборов. Второй по значимости отраслью промышленности, которая не может обойтись без стали AISI-304, без преувеличения можно назвать фармацевтическую и медицинскую промышленности. В этих отраслях AISI-304 применяют при производстве медицинского и фармакологического оборудования и инструмента, имплантатов и медицинской мебели.
Самый большой объем потребления стали AISI-304 в нефтехимических и химических производствах. Благодаря высокой сопротивляемости агрессивным средам трубы AISI-304 в этих производствах применяются повсеместно. Также, в нефтегазовой сфере большой объем потребления приходится на производство скважинных фильтров, плоских щелевых решеток, плоских щелевых сит, которые изготавливаются из профилированной нержавеющей проволоки.

AISI-316L
Из-за своего выдающегося сопротивления коррозии и окислению, хороших механических свойств и технологичности, AISI-316 имеет приложения во многих секторах промышленности. Некоторые из них включают: баки и судна для хранения коррозионных жидкостей; специализированное промышленное оборудование в химическом, продовольственном, бумажно-целюлозном, горнодобывающем, фармацевтическом и нефтехимическом секторах экономики; архитектурные приложения в очень коррозионных средах.

AISI-321
Нержавеющая сталь AISI-321 применяется во многих областях производства.
Машиностроение и металлообработка: для изготовления деталей механизмов и машин.
Пищевая и химическая промышленность: для изготовления резервуаров и трубопроводов (труб и трубопроводной арматуры), контактирующих с кислыми и щелочными средами, в том числе, с продуктами питания.
Производство оборудования, работающего в диапазоне высоких температур: печной арматуры, теплообменников, корпусов тепловых и паровых котлов.
Нефтегазовая промышленность: для производства емкостей и цистерн высокой прочности, предназначенных для хранения веществ (сжатых и сжиженных газов) под давлением.
Монтаж сварных конструкций (опор, колонн, балок), взаимодействующих с агрессивными средами.

Внимание!

Разбираясь с применением нержавеющей стали Вам станет понятно : производителям какой продукции необходимо предлагать поставку, как круглой нержавеющей проволоки марок AISI-304 -316L -321, так и профилированной проволоки

О ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТАХ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

C
углерод

С увеличением содержания углерода в структуре стали увеличивается количество цементита – очень твердой и хрупкой фазы. Твердость цементита превышает твердость феррита примерно в 10 раз, поэтому прочность и твердость стали растут с повышением содержания углерода, а пластичность и вязкость, наоборот снижаются. Низкое содержание углерода снижает вероятность выделение карбида при термообработке, что делает сталь устойчивой к МКК (межкристаллитной коррозии).

Si
кремний

Содержание кремния как технологической примеси обычно не превышает 0.37%. Кремний как технологическая примесь влияния на свойства стали не оказывает. В сталях, предназначенных для сварных конструкций, содержание кремния не должно превышать 0.12-0.25%.

Mn
марганец

Марганец вводят в стали как технологическую добавку для повышения степени их раскисления и устранения вредного влияния серы. Марганец считается технологической примесью, если его содержание, не превышает 0.8%. Марганец как технологическая примесь существенного влияния на свойства стали не оказывает.

P
фосфор

Пределы содержания фосфора как технологической примеси составляют 0.025-0.045%. Фосфор, как и сера, относится к наиболее вредным примесям в сталях и сплавах. Увеличение его содержания, даже на доли процента, повышая прочность, одновременно повышает текучесть, хрупкость и порог хладноломкости и снижает пластичность и вязкость. Вредное влияние фосфора особенно сильно сказывается при повышенном содержании углерода.

S
сера

Вредная примесь. Повышение содержания серы существенно снижает механические и физико-химические свойства сталей, в частности, пластичность, ударную вязкость, сопротивление истиранию и коррозионную стойкость. При горячем деформировании сталей и сплавов большое содержание серы ведет к красноломкости. Кроме того, повышенное содержание серы снижает свариваемость готовых изделий.

N
азот

Азот увеличивает прочность и твердость стали, но снижает пластичность. Повышенное количество азота вызывает деформационное старение. Старение медленно развивается при комнатной температуре и ускоряется при нагреве до 250^{o}C.

Cr
хром

Основной легирующий элемент, обеспечивающий коррозионную стойкость стали в любых средах, в том числе окислительных. Хром образует на своей поверхности защитную оксидную пленку и благодаря этому приобретает высокую химическую стойкость. При добавлении хрома в сталь в концентрации не менее 11.7 % он прочно соединяется с железом и придает ему антикоррозионные свойства, причем эти свойства увеличиваются пропорционально содержанию хрома.

Ni
никель

В сталях является элементом, способствующим образованию и сохранению аустенита. Никель повышает упрочняемость сталей. В комбинации с хромом и молибденом никель еще больше повышает способность сталей

к термическому упрочнению, способствует повышению вязкости и усталостной прочности сталей. Растворяясь в феррите никель повышает его вязкость. Никель увеличивает сопротивление коррозии хромоникелевых аустенитных сталей в неокисляющих кислотных растворах.

Mo
молибден
Молибден повышает коррозионную стойкость сталей и поэтому широко применяется в высоколегированных ферритных нержавеющих сталях и в хромо-никелевых аустенитных нержавеющих сталях. Высокое содержание молибдена снижает склонность нержавеющей стали к точечной (питтинговой) коррозии. Молибден оказывает очень сильное упрочнение твердого раствора аустенитных сталей, которые применяются при повышенных температурах.

Ti
титан
Титан повышает прочность и плотность стали, способствует измельчению зерна, является хорошим раскислителем, улучшает обрабатываемость и сопротивление коррозии.

ХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

марка стали AISI	химический состав, %									
	C	Si	Mn	P	S	N	Cr	Mo	Ni	Ti
304	<0.07	<1.00	<2.00	<0.045	<0.015	<0.011	17.00-19.50		8.00-10.50	
316 L	<0.030	<1.00	<2.00	<0.045	<0.015	<0.011	16.50-18.50	2.00-2.50	10.00-13.00	
321	<0.08	<1.00	<2.00	<0.045	<0.015		17.00-19.00		9.00-12.00	< 0.70

ФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Свойства	единица измерения	AISI 304	AISI 316L	AISI 321
Предел текучести, Rp	N/mm^2	190	200	190
Временное сопротивление разрыву, Rm	N/mm^2	500-700	500-700	500-700
Относительное удлинение, A100	%	45	40	45
Твердость	HRC	215	215	215
Плотность	$кг/м^3$	7.93	8.0	7.9
Температура плавления	°C	1420	1440	1420
Удельная теплоемкость	J/kg.K	500	500	500
Тепловое расширение	W/m.K	15	15	15
Электрическое сопротивление	ом-см	0.73	0.75	0.73
Магнитная проницаемость	kA/m	1.015	1.005	1.01
Модуль упругости, E	MPa	200	200	200

ЧТО ДАЕТ ТЕРМООБРАБОТКА?

Предусматривается только один вид термообработки нержавеющей проволоки: отжиг (обычный темный или светлый). При отжиге нержавеющая проволока / профиль приобретает изначальную пластичность, становится

мягкой, полностью восстанавливается нержавеющие свойства, исчезает намагниченность (бывает при изготовлении профиля). Светлый отжиг проводится в среде нейтрального газа типа азот. В результате материал не темнеет, остается матовым и светлым. Если среда термообработки с водородом, материал станет зеркальным. Если термообработка осуществляется при доступе кислорода, материал окисляется и темнеет. Правильная температура отжига нержавеющей стали 1150С. Если отжигать меньшими температурами, то материал будет более жестким и существует риск утраты нержавеющих свойств

Искренне желаем успехов в работе,
Команда E-USS