

فولادهای زنگ نزن مورد استفاده در ساخت مبدل حرارتی

برای بررسی فولادهای زنگ نزن مورد استفاده در ساخت مبدل حرارتی (Stainless steel for Heat Exchanger Construction) باید ابتدا بر بررسی این دسته از فولادها پرداخت.

فولادهای زنگ نزن (SS) آلیاژهایی هستند که درصد کروم آن ها با یا بدون عناصر آلیاژی دیگر کمتر از ۱۲ درصد نباشد. فولادهای زنگ نزن در برابر زنگ زدن نسبت به فولادهای کربنی ساده و فولادهای کم آلیاژ مقاوم ترند. آن ها مقاومت به خوردگی عالی دارند زیرا درصد کروم آن ها بالاست. این فلزات به شکل کارشده و ریختگی در دسترس هستند.



دانلود جزوات

فولادهای زنگ نزن را می توان به ۵ خانواده بر اساس ساختار متالورژیکی آن ها تقسیم بندی کرد:

آبگرمکن برقی
آبگرمکن نفتی

۱- فولاد زنگ نزن مارتنزیتی

پکیج شوفاژ دیواری
کولر گازی اسپلیت
یخچال و فریز
لوازم خانگی

۲- فولاد زنگ نزن آستنیتی

آموزشگاه مجازی تاسیسات و سیستم های تهویه مطبوع

۳- فولاد زنگ نزن فریتی

۴- فولاد زنگ نزن دوفازی

۵- فولاد زنگ نزن رسوب سختی

چهار دسته نخست توسط فازهای متالورژیکی شناخته می شوند. در آهن و فولاد، به ساختار BCC فریت و به ساختار FCC آستنیت گفته می شود. بنابراین فولاد های فریتی یا آستنیتی حاوی مقادیر زیادی از این فاز ها هستند. فولادهای دوپلکس حاوی هر دو فاز فریت و آستنیت هستند. پنجمین گروه فولادهای زنگ نزن آن هایی هستند که می توان با عملیات حرارتی پیرسازی استحکام آن ها افزایش داد. این فولاد برای ساخت مبدل های حرارتی مورد استفاده قرار نمی گیرد و در نتیجه در این مطلب راجع به آن بحث نخواهد شد.

نامگذاری فولادهای زنگ نزن

فولادهای زنگ نزن کارشده بر اساس استاندارد انستیتو آهن و فولاد آمریکا (AISI) و بر اساس ترکیب دسته بندی می شوند. فولادهای زنگ نزن آستنیتی Cr-Ni-Mn به عنوان سری 2xx و فولادهای زنگ نزن آستنیتی Cr-Ni به عنوان سری ۳xx و ۴xx نامگذاری می شوند. فولادهای گرید رسوب سختی بر اساس درصد نیکل و کروم دسته بندی می شوند.

مشخصات ASTM برای فولادهای زنگ نزن:

بیشتر انواع فولادهای زنگ نزن AISI مانند آستنیتی، فریتی، مارتنزیتی، و برخی انواع ویژه آن ها مانند سوپر فریتی و سوپر آستنیتی در A240 بیان شده است.

راهنمای انتخاب فولاد زنگ نزن

راهنمای انتخاب انواع فولاد زنگ نزن توسط براون و دبولد به صورت جداگانه بررسی شده است. بر اساس پژوهش براون، در هنگام انتخاب گرید مناسب باید موارد زیر را در نظر گرفت:

۱- انتخاب میزان مقاومت به خوردگی برای کاربرد مد نظر.

۲- انتخاب مقدار استحکام مورد نیاز.

۳- به علت وجود برخی مشکلات در هنگام ساخت باید آلیاژ پایه ای انتخاب شود که بهترین ویژگی ها را در ساخت داشته باشد.

۴- انجام آنالیز هزینه شامل قیمت مواد اولیه، هزینه های نصب و تخمین عمر محصول نهایی.

۵- تعیین در دسترس بودن مواد اولیه که از نظر هزینه، مقرون به صرفه و از نظر کارایی مناسب باشد.

از نظر دبولد باید انتخاب فولاد زنگ نزن بر اساس مقاومت به خوردگی و استحکام باشد.

فولاد زنگ نزن مارتنزیتی

فولادهای زنگ نزن مارتنزیتی از مقاومت به خوردگی کمتری برخوردارند زیرا تنهای حاوی ۱۱ تا

۱۸ درصد کروم هستند و مقدار کربن آن ها معمولاً زیر ۰.۴ درصد است. حداقل مقدار کروم بر

اساس مقاومت به خوردگی انتخاب می شود و بیشترین مقدار آن بر اساس مقدار لازم برای آستنیته

کردن کامل آلیاژ در طی عملیات حرارتی مشخص می شود. یکی از ویژگی های کلیدی این گروه

توانایی آن ها برای سخت شدن در حین عملیات حرارتی است. کارآیی این فولاد در مبدل های

حرارتی و در محیط های آبی محدود است.

آموزشگاه مجازی تاسیسات و سیستم های تهویه مطبوع

اما این فولادها ترکیب مفیدی از استحکام، چکش خواری، چقرمگی و مقاومت در برابر خوردگی را در محیط های ملایم نشان می دهند. مقاومت به خوردگی تنها زمانی در مورد این ماده ایجاد می شود که به طور کامل سخت و تمپر شده باشد. فولاد AISI 410 یکی از پرکاربردترین گریدهای مارتنزیتی است که گاهی اوقات در مبدل های حرارتی استفاده می شود.

متالورژی و خواص فولاد زنگ نزن آستنیتی

فولادهای زنگ نزن آستنیتی تقریباً ۸۰ تا ۹۰ درصد فولادهای زنگ نزن را تشکیل می دهند. این کلاس فولادهای زنگ نزن شامل آلیاژهای گروه ۲۰۰ و ۳۰۰ می شود که می توان آن ها را با کار سرد، سخت کرد. آلیاژهای سری ۲۰۰ برای صرفه جویی در مصرف نیکل با جایگزینی آن با منگنز به وجود آمدند به شکلی که به ازای هر یک درصد نیکل، دو درصد منگنز جایگزین شود. آلیاژهای سری ۳۰۰ فولادهای زنگ نزن، آلیاژهای کم کربن - آهن - کروم هستند که با نیکل هم همراه هستند و گاهی اوقات منگنز یا نیتروژن هم دارند یا حاوی مجموعه ای از این عناصر هستند تا در اثر سرد کردن سریع در دمای اتاق به آستنیت تبدیل شوند. مقدار کروم در محدوده ۱۵ تا ۳۲ درصد، مقدار نیکل در محدوده ۸ تا ۳۷ درصد و مقدار کربن به کمتر از ۰.۰۳ درصد محدود شده است. کئوم مقاومت به اکسیداسیون و مقاومت به خوردگی در محیط خاص را ایجاد می کند.

تپ های معمول فولادهای زنگ نزن 3XX شامل ۳۰۴، 304L، ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۶، 316L، ۳۲۱، ۳۴۷ و ۳۴۸ می شوند. آلیاژ پایه این گروه ۳۰۴، حاوی ۱۸ درصد کروم و ۸ درصد نیکل است. استحکام این آلیاژ و مقاومت به خوردگی آن متوسط و چقرمگی آن عالی است. برای بهبود

مقاومت به خوردگی حفره دار شدن در برابر کلراید باید به آن مولیبدن اضافه کرد که به این ترتیب آلیاژهای ۳۱۶ و ۳۱۷ پدید می آیند. فولاد زنگ نزن ۳۱۶ (۱۸ درصد کروم، ۱۲ درصد نیکل، ۲.۵ درصد مولیبدن) و ۳۱۷ (۱۸ درصد کروم، ۱۵ درصد نیکل، ۳.۵ درصد مولیبدن) در محیط های

آموزشگاه مجازی تاسیسات و سیستم های تهویه مطبوع

کلریدی مقاومت بیشتری نسبت به ۳۰۴ از خود نشان می دهند. خواص فولادهای زنگ نزن آستنیتی عبارت است از:

- غیر مغناطیسی (نگیر)، داکتیل، کارسخت

- با عملیات حرارتی سخت نمی شوند.

- تک فاز از صفر کلوین تا دمای ذوب

- ساختار کریستالی FCC

- جوشکاری آسان

- عدم ایجاد تردی ۴۷۵ درجه سانتی گراد و تردی هیدروژنی

- عدم وجود دمای انتقال نرمی به تردی

توسعه آلیاژ

فولادهای زنگ نزن آستنیتی 18Cr-8Ni به طور موفقیت آمیز در آب های شیرین و محیط های

صنعتی با خوردگی ملایم به مدت ۵۰ سال مورد استفاده قرار گرفته اند. مقاومت به خوردگی،

جوشکاری و استحکام خانواده فولادهای زنگ نزن آستنیتی دائما در کاربردهای صنعتی با تغییر

ترکیب شیمیایی آن ها ثابت شده است. این ویژگی ها عبارتند از:

۱- مولیدن برای بهبود مقاومت به خوردگی در محیط های کلریدی مانند تیپ ۳۱۶ و ۳۱۷ به کار می

رود. مقاومت این فولادها در برابر حمله های شیمیایی نسبت به تیپ ۳۰۴ بیشتر است. بکچ شوماژ دیواری

کولر گازی اسپلیت

یخچال و فریز

لوازم خانگی

آموزشگاه مجازی تاسیسات و سیستم های تهویه مطبوع

۲- فولادهای کم کربن (304L، 316L و 317L) به رسوب کاربید در دمای ۴۲۵ تا ۸۷۰ درجه سانتی گراد (۸۰۰ تا ۱۶۰۰ درجه فارنهایت) مقاومند و در نتیجه در حین جوشکاری دچار کاهش مقاومت به خوردگی نمی شود. معمولاً توصیه می شود که در دمای کمتر از ۴۲۵ درجه سانتی گراد (۸۰۰ درجه فارنهایت) از این فولادها استفاده شود.

۳- نیتروژن برای جبران کاهش استحکام در فولادهای کم کربن یا گرید های L اضافه می شود. افزودن نیتروژن استحکام را در تمام دماها افزایش می دهد، مقاومت به خوردگی محلی را در محلول های اسید کلر دار افزایش داده، مقاومت به حفره دار شدن و پایداری فاز را نیز بهبود می دهد. افزودن نیتروژن پسیو شدن را نیز بهبود می دهد و اثر سایر عناصر آلیاژی را به خصوص کروم و مولیبدن را افزایش می دهد. درصد نیتروژن معمولاً از ۰.۱ تا ۰.۲۵ درصد در فولادهای زنگ نزن آستنیتی بیشتر نمی شود تا از مشکلات مربوط به ایجاد تخلخل در شمش، کارپذیری گرم و رسوب نیتروژن که در اثر حضور مقدار زیاد نیتروژن ایجاد می شوند، جلوگیری شود.

۴- افزایش کروم برای افزایش مقاومت به حفره دار شدن و خوردگی شیاری.

۵- افزایش نیکل برای پایدار کردن ریزساختار آستنیتی و بهبود مقاومت به خوردگی تنش و محیط های احیا کننده. اثر نیکل بر خوردگی تنش با استفاده از منحنی کاپسون مشخص می شود.

۶- گریدهای پایدار شده: اضافه کردن تیتانیم و نیویوم کاربیدهای پایدار ایجاد می کند تخلیه کروم به وسیله تشکیل کاربیدهای کمپلکس کروم جلوگیری می کند و در نتیجه از حساس شدن مناطق جوش یا قطعات عملیات حرارتی شده جلوگیری می کند مانند فولاد ۳۲۱ که با تیتانیم و فولاد ۳۴۷ که با نیویوم پایدار شده است.

پکیج شوفاژ دیواری
کولر گازی اسپلیت
یخچال و فریز
لوازم خانگی

آموزشگاه مجازی تاسیسات و سیستم های تهویه مطبوع

۷- عبارت LR مخفف low residual بوده و در این حالت به معنای محدود کردن کربن برای مقاومت به خوردگی است. کاهش کربن هم چنین ریسک تشکیل فیلم های بین دندریتی غنی از نیویوم را کاهش می دهد. هم چنین محدودیت هایی برای سیلیسیم، گوگرد و فسفر برای بهبود مقاومت به ترک های ناشی از جدایش وجود دارد. منگنز معمولاً برای بهبود مقاومت به ترک های انجمادی به ترکیب افزوده می شود.

کاربردهای فولادهای زنگ نزن برای مبدل های حرارتی

فولادهای زنگ نزن آستینیتی به دلیل قیمت پایین، مقاومت به خوردگی و خواص مکانیکی خوب در محدوده وسیعی از دما مورد استفاده قرار می گیرند. آن ها به طور موفق در محیط های مختلف مانند اسیدها، آب های شیرین و آب های شور مورد استفاده قرار گرفته اند. از طرف دیگر فولادهای زنگ نزن فریتی و مارتنزیتی به دلیل چقرمگی کمتر در دمای اتاق کاربردهای محدود تری دارند. فاکتورهایی که استفاده از فولاد زنگ نزن را برای کاربرد در مبدل های حرارتی مناسب می کنند عبارتند از :



دانلود جزوات
آبگرمکن دیواری
آبگرمکن برقی
آبگرمکن نفتی

پکیج شوفاژ دیواری
کولر گازی اسپلیت
یخچال و فریز
لوازم خانگی

آموزشگاه مجازی تاسیسات و سیستم های تهویه مطبوع

- مقاومت بالا به خوردگی یکنواخت مانند خوردگی سایشی

- مقاومت در برابر محلول هایی با pH بالا

- مقاومت به اکسیداسیون و سولفیداسیون

- سازگاری با روش های ساخت

- توانایی تمیز کردن آسان رسوبات با استفاده از روش های معمول شیمیایی و مکانیکی بدون ایجاد

آسیب

- قابلیت رقابت با سایر موادی که معمولاً در ساخت مبدل های حرارتی به کار گرفته می شوند.

- پایداری خواص در حین کار

- سازگاری با مایعات فرآیند

- چقرمگی در کاربردهای برودتی و استحکام در دمای بالا

- مقاومت در برابر کچلی و چسبندگی

- هدایت حرارتی متوسط

- پایداری ابعادی

- فولادهای زنگ نزن جدید برای کاربرد در مبدل های حرارتی

روش های جدید فولادسازی مانند AOD و VIM در دو دهه اخیر گریدهای جدید از فولادهای دیوار

کولر گازی اسپلیت

زنگ نزن فرتیتی، آستنیتی و دوپلکس را با ناخالصی های کم در محدوده وسیعی از عناصر آلیاژی

لوازم خانگی

آموزشگاه مجازی تاسیسات و سیستم های تهویه مطبوع

برای کاربردهای خاص معرفی کرده است. در کنار ویژگی های خوب، فولادهای زنگ نزن معایبی نیز دارند:

۱- حساسیت به خوردگی شیاری زیر رسوبات

۲- حساسیت به حفره دار شدن و خوردگی تنشی در حضور یون کلرید در دمای هوای بالاتر از ۵۰ درجه سانتیگراد

۳- حساس شدن منجر به خوردگی بین دانه ای می شود.

۴- حساس به رسوبات

خواص مکانیکی برای کاربردهای برودتی و دما بالا

اگرچه فولادهای زنگ نزن آستنیتی در ابتدا به دلیل مقاومت به خوردگی بالا مورد استفاده قرار گرفتند اما این فولادها خواص مکانیکی عالی در محدوده وسیعی از دما از دماهای زیر صفر تا دماهای بالا دارند.

ترکیب نامی فولادهای زنگ نزن ریختگی آستنیتی								
سایر عناصر آلیاژی	مولیبدن نیکل	کروم	سیلیسیم	گوگرد	فسفر	منگنز	کربن	گرید
			(ماکزیمم)	(ماکزیمم)	(ماکزیمم)	(ماکزیمم)	(ماکزیمم)	
			۱.۰	۰.۰۳	۰.۰۴۵	۲.۰	۰.۰۸	۳۰۴

آموزشگاه مجازی تاسیسات و سیستم های تهویه مطبوع

L۳۰۴	۰.۰۳	۲.۰	۰.۰۴۵	۰.۰۳	۱.۰	-۱۸.۰	-۸.۰		
						۲۰.۰	۱۲.۰		
۳۱۶	۰.۰۸	۲.۰	۰.۰۴۵	۰.۰۳	۱.۰	-۱۶.۰	-۱۰.۰	-۲.۰	
						۱۸.۰	۱۴.۰	۳.۰	
L۳۱۶	۰.۰۳	۲.۰	۰.۰۴۵	۰.۰۳	۱.۰	-۱۶.۰	-۱۰.۰	-۲.۰	
						۱۸.۰	۱۴.۰	۳.۰	
۳۱۷	۰.۰۸	۲.۰	۰.۰۴۵	۰.۰۳	۱.۰	-۱۸.۰	-۱۱.۰	-۳.۰	
						۲۰.۰	۱۵.۰	۴.۰	
L۳۱۷	۰.۰۳	۲.۰	۰.۰۴۵	۰.۰۳	۱.۰	-۱۸.۰	-۱۱.۰	-۳.۰	
						۲۰.۰	۱۵.۰	۴.۰	
۳۲۱	۰.۰۸	۲.۰	۰.۰۴۵	۰.۰۳	۱.۰	-۱۷.۰	-۹.۰		Ti=5C min (0.70 max)
						۱۹.۰	۱۲.۰		
۳۴۷	۰.۰۸	۲.۰	۰.۰۴۵	۰.۰۳	۱.۰	-۱۷.۰	-۹.۰		Nb+Ta=10C min , 1.10 max
						۱۹.۰	۱۳.۰		
۳۴۸	۰.۰۸	۲.۰	۰.۰۴۵	۰.۰۳	۱.۰	-۱۷.۰	-۹.۰		Nb+Ta=10C min , 1.10 max
						۱۹.۰	۱۳.۰		

فولادهای زنگ نزن آستنیتی بر خلاف فولادهای فریتی انتقال از نرمی به تردی را نشان نمی دهند. آن

یخچال و فریز

ها در دماهای پایین هم چقرمگی بالای خود را حفظ می کنند. فولادهای زنگ نزن آستنیتی مانند

آموزشگاه مجازی تاسیسات و سیستم های تهویه مطبوع

304، 304L، ۳۱۶، 316L و ۳۴۷ در کاربردهای برودتی برای ذخیره گاز مایع و مخازن انتقال به کار گرفته می شوند.

فولادهای زنگ نزن آستنیتی استحکام خزش - گسیختگی خوبی در دماهای بالای ۶۰۰ درجه سانتی گراد نشان می دهند. اگر استحکام خزشی بیشتر در دماهای بالاتر مد نظر باشد، افزودن وانادیم، نیوبیوم و تیتانیم الزامی است. اضافه کردن این عناصر آلیاژی منجر به افزایش استحکام و کاهش چقرمگی در دمای پایین می شود.

عناصر آلیاژی و ریزساختار فولادهای زنگ نزن

در فولادهای جوشپذیر فریتی و آستنیتی ریزساختار بسیار اهمیت دارد. اگرچه کروم و نیکل اصلی ترین عناصر آلیاژی در فولادهای زنگ نزن آستنیتی هستند، سایر عناصر نیز برای ایجاد خواص ویژه به ترکیب آن ها اضافه می شوند و باید اثر آن ها را بر ریزساختار در نظر گرفت. مولیبدن، نیوبیوم و تیتانیم تشکیل فریت دلتا را در زمینه آستنیتی تقویت کرده و هم چنین کاربیدهایی مانند کروم تشکیل می دهند. از طرف دیگر مس، منگنز، کبالت، کروم، کربن و نیتروژن اثر مشابه با نیکل در تشکیل فاز آستنیتی دارند. به این عناصر، عناصر آستنیت ساز می گویند.

ترکیب معمول فولادهای زنگ نزن آستنیتی در جدول زیر نمایش داده شده است.

دانلود جزوات

تیب های آلیاژی و کاربردهای آن ها در مبدل های حرارتی آبگرمکن دیواری

آبگرمکن برقی

مواد مقاوم برای استفاده در صنایع فرآیندی ۳۰۴، 304L، ۳۱۶ و ۳۴۷ هستند. فولاد آلیاژی زنگ نزن فریتی

کندانسور ها، هیتر های آب ورودی و سایر مبدل های حرارتی مورد استفاده قرار می گیرند و کاربرد

کولر گازی، اسپلیت

وسعی در پالایشگاه ها، صنایع شیمیایی، صنایع کود، صنایع خمیر سلولزی و کاغذ، صنایع غذایی و

یخچال و فریزر
لوازم خانگی

آموزشگاه مجازی تاسیسات و سیستم های تهویه مطبوع

غیره دارند. خواص و کاربرد تیپ های ۳۰۴، ۳۱۰، ۳۱۶، ۳۲۱ و ۳۴۷ در ادامه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

تیپ ۳۰۴ (18Cr-8Ni) محبوب ترین گرید این سری فولادهای زنگ نزن است و در کاربردهایی به کار گرفته می شود که به ترکیب مناسبی از مقاومت به خوردگی و شکل پذیری نیاز دارند. ساختار یکنواخت، داکتیلیته بالا و استحکام عالی، عملکرد عالی در شکل دهی سرد، کشش عمیق و شکل دهی چرخشی تضمین می کند. این فولاد در حالت آنیل شده غیر مغناطیسی است. چقرمگی بسیار بالایی در دمای پایین دارد و برای ساخت مخازن برودتی از آن استفاده می شود. هم چنین برای کاربرد در سازه های جوشکاری شده که در آن ها محصول نهایی باید در محیط هایی با خوردندگی بیشتر کار کند، مناسب است. مقاطع نازک را می توان بدون مشکلات مربوط به رسوب کاربید یا کاهش مقاومت به خوردگی جوش داد. بنابراین به همین دلیل عملیات حرارتی پس از جوش در بسیاری از موارد مورد نیاز نیست.



تیپ ۳۰۴ به شدت در برابر زنگ زدگی مقاوم است و در برابر مواد غذایی، بسیاری از مواد شیمیایی کولر گازی اسپلیت آلای، رنگ ها و تعداد زیادی از مواد شیمیایی معدنی ایمن است. این ماده در محلول های اکسیدیز لواز م خانگی

آموزشگاه مجازی تاسیسات و سیستم های تهویه مطبوع

کننده مقاومت خوبی در برابر خوردگی دارد. این ماده مقاومت خوبی در برابر اسید نیتریک دارد اما در برابر اسید سولفوریک مقاومت متوسط و در برابر اسیدهای هالوژنی مقاومت ضعیفی از خود نشان می دهد. برای حصول بهترین نتیجه توصیه می شود که این ماده پسیو شود تا مقاومت به خوردگی فولاد زنگ نزن حفظ شود. فولاد ۳۰۴ تا دمای ۸۷۰ درجه سانتی گراد در برابر پوسته شدن مقاوم است. برای کاربردهایی که گرم شدن و سرد شدن مداوم در آن ها صورت می گیرد دما نباید از ۸۱۵ درجه سانتی گراد فراتر رود، ماکزیمم دمای کارکرد مداوم ماکزیمم ۸۹۸ درجه سانتی گراد است.

تیپ ۳۱۰

تیپ ۳۱۰ (25Cr-20Ni) پرآلیاژترین ترکیب را در بین فولادهای زنگ نزن محبوب آستنیتی دارد و بیشترین مقاومت را به خوردگی و اکسیداسیون نشان می دهد.

تیپ ۳۱۶

اضافه شدن مولیبدن در ترکیب این فولاد، بیشترین مقاومت در برابر حفره دار شدن را نسبت به تمام گریدهای کروم-نیکل ایجاد کرده است و در نتیجه برای کاربردهایی با خوردگی بالای کلر مناسب هستند. بنابراین آلیاژهای ۳۱۶ و 316L هر دو مواد مقاومی در صنایع شیمیایی، خمیر سلولز و کاغذ هستند. فولاد زنگ نزن تیپ ۳۱۶ در برابر سولفات ها، کلرید ها، فسفات ها و سایر نمک ها مقاوم

است. با این حال مقاومت ۳۱۶ و 316L در برابر حفره دار شدن در آب های آرام دریا با سرعت کمتر از ۱.۵ متر بر ثانیه به اندازه کافی بالا نیست. به همین دلیل در دو دهه اخیر گریدهایی با آلیاژهای بیشتر توسعه پیدا کرده اند. این فولادها به فولادهای زنگ نزن سوپرفریتی، دوپلکس و سوپر آستنیتی

معروف شدند. تیپ ۳۱۶ برای کاربردهایی که به استحکام بالا و مقاومت به حرارت در دمای بالا نیاز دارند به کار گرفته می شود. به علت وجود مولیبدن مقاومت این فولاد در برابر خزش از نوع ۳۰۴

لوازم خانگی

آموزشگاه مجازی تاسیسات و سیستم های تهویه مطبوع

بیشتر است. تیپ ۳۱۶ مقاومت عالی در برابر اکسیداسیون دارد و نرخ پوسته شدن آن ها در اتمسفر معمولی و در دماهای بیشتر از ۸۹۸ درجه سانتی گراد به طور متوسط و در دمای ۸۵۱ درجه سانتی به صورت متناوب کاهش می یابد. می توان این فولاد را بدون مشکل خاصی جوش داد و معمولاً نیازی به عملیات حرارتی پس از جوشکاری نیست. این فولاد برای کاربردهایی که به استحکام بالا و مقاومت خزشی در دمای بالا نیاز دارند، استفاده می شود.

تیپ های ۳۲۱ (۱۸ درصد کروم، ۱.۵ درصد نیکل، تیتانیم)، ۳۴۷ (۱۸ درصد کروم، ۱۱ درصد نیکل، نیوبیوم) و ۳۴۸ (۱۸ درصد کروم، ۱۱ درصد نیکل، نیوبیوم) به دلیل عدم وجود کاربید کروم و در نتیجه عدم ایجاد حمله های بین دانه ای به نام "فولادهای زنگ نزن پایدار شده" معروفند.

منابع و پیوندها

Heat Exchanger Design Handbook 2nd edition, Kuppan Thulukkanam,
CRC Press, 2013

صفحه مهندسی مواد و متالورژی

گردآوری شده توسط:

آموزشگاه مجازی اشکان تهویه

دانلود جزوات
آبگرمکن دیواری
آبگرمکن برقی
آبگرمکن نفتی

پکیج شوفاژ دیواری
کولر گازی اسپلیت
یخچال و فریز
لوازم خانگی

وبسایت:

<http://package118.ir>

کانال تلگرام:

<https://telegram.me/servicpackage118>

تماس بامدیرسایت:

Atkh.iran@gmail.com