

استینلس استیل چیست؟

استینلس استیل به واسطه میزان کروم آن از سایر فولادها شناسایی می‌شوند. این مقدار مینیمم % 10.5 است. از مشخصه‌های بارز استینلس استیل‌ها مقاومت حرارتی بالا و مقاومت در برابر خوردگی است. میزان این مقاومت با تغییر مقدار عناصر تشکیل دهنده آلیاژ متغیر است. این آلیاژ دارای پایه آهنی است و % 50 آن آهن است.

با افزایش مقدار کروم در آلیاژهای استینلس استیل مقاومت آن در برابر خوردگی افزایش می‌یابد. باید در نظر داشت سقفی برای میزان کروم در آلیاژ وجود دارد، این سقف به علت محدودیت ظرفیت پذیرش کروم توسط آهن است. به همین دلیل از المان‌های دیگری در آلیاژ برای افزایش میزان مقاومت در برابر خوردگی استفاده می‌شود.

استینلس استیل‌ها به سه روش ساخت ¹cast، ²wrought و ³Forge در بازار ارایه می‌گردند و بالطبع Forge دارای بالاترین گرید است.



شکل ۱: نمونه‌ای از عملیات فورج

¹.cast:

عملیاتی که طی آن آلیاژ ذوب شده و به کمک قالب به شکل دلخواه در می‌آید.

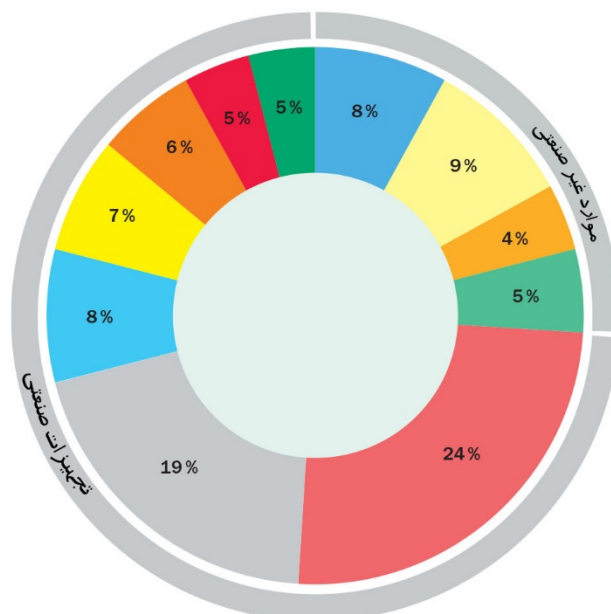
². wrought:

عملیاتی که طی آن آلیاژ گرم شده و با کمک ابزارآلات به شکل دلخواه در می‌آید.

³. Forge:

عملیات فرم‌دهی آلیاژ به کمک نیروهای فشاری بزرگ

نمودار ۱ کاربردها و میزان مصرف استینلس استیل ها را در صنایع مختلف نشان می دهد.



ماشین های ظرفشویی و لباسشویی 8%
 سایر موارد غیر صنعتی 9%
 سایر موارد صنعتی 24%
 تاسیسات ساختمانی 4%
 صنایع غذایی 19%
 سایر شیمیای و نفت و گاز 5%
 ابزارهایی نظیر قیچی و چاقو 6%
 تجهیزات تولید انرژی 7%
 سینکها و تجهیزات آشپزخانه 8%
 حمل و نقل 8%
 صنایع چاپ 5%
 سایر موارد صنعتی 5%

نمودار ۱: میزان مصرف استینلس استیل در صنایع مختلف

خانواده استینلس استیل ها خود به چهار دسته تقسیم بندی می شوند. این تقسیم بندی بر اساس میزان اجزای آلیاژی خاصی است که ریزساختار استینلس استیل را کنترل می کنند. این چهار دسته عبارتند از:

- آستینیتیک (Austenitic)
- فریتیک (Ferritic)
- مارتنزیتیک (Martensitic)
- داپلکس (Duplex)

آستینیتیک

بزرگترین گروه خانواده استینلس استیلها هستند. این گروه به سبب خواصی نظیر داکتیلیتی و مقاومت بالا در برابر خوردگی از محبوبترین و پر استفاده ترین استینلس استیلها هستند. نورد سرد انجام شده روی این گروه مقاومت خوبی به آنها می دهد. آستینیتیکها همگی از گروه 18Cr.8Ni هستند. معروفترین عضو این گروه AISI304 است. حدود 60% تولیدات استینلس استیل جهان از این نوع می باشد.

از دیگر قابلیت های این گروه امکان جوشکاری آن به سبب میزان پایین کربن و سولفور موجود در آنهاست. به واقع افزودن عناصر جدید در راستای بهبود کیفیت مد نظر و تأمین خواص مورد نیاز آلیاژ صورت می گیرد. به طور مثال افزودن تیتانیوم به آلیاژ 304 آن را به 321 از دیگر آلیاژهای گروه آستینیتیک تبدیل می کند. از دیگر آلیاژهای پر کاربرد این گروه 316 می باشد که با افزودن 2% مولیبدن به 304 تهیه شده و مقاومت بهتری در برابر خوردگی کلراید دارد. افزایش میزان کروم آلیاژ 310 را می دهد که مقاومت بالایی در دماهای بالا دارد. ضعف اصلی این گروه سستی آنها در برابر ترک های ناشی از خوردگی تنش^۴ کلراید است.



شکل ۲: خوردگی تنش^۴ ایجاد شده توسط آب دریا

⁴. crevice corrosion:

گونه ای از خوردگی است که واکنش آندی آن درون شیار در سطح که تماس چندانی با بیرون ندارد رخ می دهد. شیار می تواند جای وصل شدن دو قطعه مانند پیچ و یا واشر درز و هر گونه جایی که الکترولیت بتواند در آن راکد بماند.



از خواص شاخص این گروه می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- غیرمگنتیک
- داکتیل
- دارای مقاومت^۵ پایینتر نسبت به سایر گروه های استینلس استیل
- قابلیت فرمگیری بالا
- قابلیت تحمل دمایی تا 475° C
- دارای خاصیت ضد خوردگی قوی
- دارای قابلیت سختکاری

موارد پر کاربرد استینلس استیل این خانواده عبارتند از:

Type 304, 304L, 304H, 304N, 304LN, 321, 347

Type 316, 316L, 316H, 316N, 316LN, 316Ti

Type 317, 317L, 317LM, 904L

AL6XN, 254 SMO, 25-6Mo, 1925hMo

Type 308, 309, 310

فریتیک ها

تا سال ۱۹۸۰ فریتیک ها به دلیل داشتن درصد بالای کربن نسبت به سایر گروه استینلس استیل ها دارای محبوبیت پایینی بودند. میزان کربن بالاتر میزان شکنندگی آلیاژ را بالا می برد. بعدها با استفاده از تکنیک کربن زدایی آرگون اکسیژن و اضافه کردن کربن، تیتانیوم و یا نیوبیوم، این گروه پا به عرصه بازار گذاشتند.

⁵.strength:

مقاومت مواد در برابر اعمال بار تا مرز شکست



معروفترین نوع فریتیکها نوع 409 است که دارای 10.5% سریوم^۶ (Ce) و عاری از نیکل است. این آلیاژ برای سیستمهای اگزاست خود محرک استفاده می‌شوند. مقدار بسیار کمی از سریوم به افزایش مقاومت در برابر اکسیداسیون در دماهای بالا کمک می‌کند. فولاد ضدزنگ فریتیک به خوردگی تنش^۷ در مقابل کلراید مقاوم هستند. این گروه از استینلس استیلها سهولت بیشتری در ماشینکاری نسبت به آستینیتیکها دارند.

فریتیکها از میان دو عنصر مهم و پرکاربرد در استینلس استیلها فقط کروم را شامل شده و عاری از هر گونه نیکل و یا با درصدهای بسیار پایین است. به دلیل قیمت بالای نیکل و حذف نیکل از این آلیاژ قیمت این گروه نسبت به سایر گروههای با درصد نیکل بالا بسیار پایینتر است.

در این گروه جهت افزایش چغرمگی^۸، فرم‌پذیری و افزایش مقاومت در برابر خوردگی و افزایش قابلیت جوشکاری تیتانیوم به آلیاژ افزوده می‌شود.

از خواص شاخص این گروه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- مگنتیک هستند.
- قابلیت استفاده در دماهای بالا تا 475° C
- دارای کارسختی^۹ پایین
- مقاوم در برابر خوردگی تنش^۷ در برابر کلراید
- حساس به تردی ایجاد شده توسط هیدروژن

⁶. Cerium:

از جمله متریالهای نایاب کره زمین است.

⁷. Stress corrosion cracking:

شکست یک ماده بدلیل تأثیر همزمان خوردگی و تنش کششی کمتر از تنش نامی ماده است.

⁸. Toughness:

مقاومت مواد در برابر شکست در اثر اعمال تنش

⁹. Work hardening:

افزایش سختی فلز به کمک عملیاتی نظیر کشش، چکش کاری و رولینگ



موارد پر کاربرد استینلس استیل این خانواده عبارتند از:

Type 405, 409

Type 430, 430Ti, 439

Type 444, E-Brite 26-1

SEA-CURE Stainless, 29-4, 29-4C, 29-4-2

یکی از کاربردهای رایج این گروه ساخت دیگ‌های ماشین‌های لباسشویی است.

مارتنزیک

نخستین گروه از استیل استیل‌ها بودند که به دلیل ضعف در پذیرش درصد کربن پایین، مورد تفحص و بررسی قرار گرفتند. این گروه از بالاترین میزان کربن در میان سایر گروه‌ها برخوردار است. از طرفی این میزان کربن به استحکام این گروه منجر شد.

اساساً مارتنزیک‌ها به استینلس استیل ابزارآلات شهرت دارند. مقاومت در برابر خوردگی به نسبت پایین آنها، مصرفشان را در موارد فرآیندی کاهش داده است. این گروه در ساخت چاقوهای معمول خانگی تا تیغ‌های جراحی به کار برده می‌شوند. یکی از دلایل انتخاب آنها در این راستا علاوه زنگ نزن بودن، بالا بودن سختی^{۱۰} آنهاست. تحمل حرارتی و استحکام مارتنزیک‌ها به کمک افزودن مولیبدن تقویت می‌گردد. این گروه دارای قابلیت جوشکاری خوبی نیستند.

از خواص شاخص این گروه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- مگنتیک هستند.
- سختی بالا
- تحمل در برابر عملیات حرارتی بالا جهت رسیدن به استحکام و سختی بالا
- غیر قابل جوشکاری

¹⁰ . Hardness:

موارد پر کاربرد استینلس استیل این خانواده عبارتند از:

Types 410, 420
Types 440A, 440B, 440C

داپلکس

داپلکس هر دو ریز ساختار آستینیتیک و فروتیک را دارد. به واقع دارای ترکیبی از خواص مثبت آستینیتیک و فریتیک با هم است. ریزساختار داپلکس از استحکام بالا و مقاومت در برابر خوردگی تنشی برخوردار است. از خواص داپلکس ها میزان کروم بالا ($20.1 \sim 25.4\%$) و نیکل پایین تر ($1.4 \sim 7\%$) نسبت به آستینیتیک هاست.

میزان نیکل پایین تر داپلکس ها قیمت آنها را متعادل تر می سازد. جهت بالانس این گروه و افزایش مقاومت در برابر خوردگی به آنها مولیبدن ($0.4 \sim 4\%$) و نیتروژن افزوده می شود. نیتروژن همچنین میزان استحکام را بالا می برد. ترکیب کروم و مولیبدن در کنار یکدیگر سبب افزایش مقاومت در برابر خوردگی حفره ای^{۱۱} می گردد. شکل ۳ نمونه ای از این نوع خوردگی حفره ای را نشان می دهد.



شکل ۳: نمونه ای از یک خوردگی حفره ای

11 . Pitting Corrosion:

نوعی خوردگی موضعی می باشد که باعث ایجاد حفره های کوچک در فلزات می شود.



در برخی گریدهای داپلکس جهت افزایش قابلیت حل شدن نیتروژن مقداری منگنز به جای نیکل به آلیاژ افزوده می شود. یکی از گریدهای معروف این گروه Carpenter 7-Mo plus بالاترین مقاومت در برابر اسید نیتریک را در میان تمامی استینلس استیل ها داراست. این گروه به سبب خاصیتی که از گروه فریتیک ها دارد مگنتیک می باشد.

از خواص شاخص این گروه می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- مگنتیک هستند.
- استحکام بالا
- حساس به تردی ایجاد شده توسط هیدروژن
- قابلیت تحمل دمایی تا $375^{\circ}C$
- مقاوم در برابر خوردگی حفره ای

موارد پر کاربرد استینلس استیل این خانواده عبارتند از:

Alloy 2205

Carpenter 7-Mo plus

Ferralium 225, 2207