



گروه فلز

Felez Group

Stainless Steel Distributor

عرضه استیل اسکیل
از ضخامت ۰/۱۵ تا ۱۰۰ میلیمتر
مشاوره فنی و مهندسی
خدمات فاینانسی



آدرس: تهران، خیابان پامنار، پلاک ۱۳۵

تلفن: ۳۵۰۸۹

فکس: ۳۳۹۶۴۷۸۱

www.FELEZ.ir

info@FELEZ.ir



درباره گروه فلز

گروه فلز در سال ۱۳۷۱ با هدف خدمت به تولید کنندگان و صاحبان صنایع تاسیس گردید. این گروه فعالیت خود را در امر واردات انواع ورق استنلس استیل آغاز و به تدریج، پس از گذشت چندین سال، تخصص فعالیت خود را گسترده نمود.

این شرکت با بهره گیری از تجارب و سوابق ارزشمند مدیریتی و اجرایی خود طی چندین دهه گذشته، توانسته در زمینه تامین و عرضه تجهیزات مورد نیاز صنعت از برندهای معتبر جهانی، گامی در جهت پیشرفت صنعت بردارد. از مزیت های این گروه، می توان به رعایت اصول اخلاقی، دارا بودن تیم خبره و ماهر، حمل به موقع کالا، تأمین سلامت محموله ها، ارائه گواهی نامه سلامت محصول و حس مسئولیت پذیری بالا اشاره کرد.

برخی برندهای موجود گروه فلز



outokumpu





محصولات گروه فلز

ردیف	نوع	Finishing	از ضخامت (mm)	تا ضخامت (mm)
۱	304	2B	0.5	4
۲	304L	BA	0.4	1.5
۳	304L	No.1	3	65
۴	304	No.4	0.5	1.5
۵	309S	2B	1	3
۶	309S	No.1	3	40
۷	310S	2B	4	-
۸	310S	No.1	4	50
۹	316L	2B	0.5	3
۱۰	316	No.1	4	60
۱۱	321	2B	0.6	3
۱۲	321	No.1	3	60
۱۳	430	2B	1.5	3
۱۴	430	BA	0.3	2
۱۵	430	No.1	3	12
۱۶	430	No.4	0.5	1.5
۱۷	410		15	20
۱۸	4841	2B	1	3
۱۹	4841	No. 1	3	20



گروه فلز
www.FELEZ.ir
ورق خشدار

ورق استنلس استیل با سطح خشدار



گروه فلز
www.FELEZ.ir
ورق طرح دار

ورق استنلس استیل با سطح دانه گندمی



گروه فلز
www.FELEZ.ir
ورق براق BA

ورق استنلس استیل با سطح براق (BA)



گروه فلز
www.FELEZ.ir
ورق مات 2B

ورق استنلس استیل با سطح مات (2B)



www.FELEZ.ir

گروه فلز

عرضه استنلس استیل



ورق ۶۰ میل آلیاژ استنلس استیل ۳۱۶



ورق نسوز گرید ۳۱۰

ایمیل: info@FELEZ.ir

آدرس: تهران - خیابان پامنار - شماره ۱۳۵

تلفن: ۰۲۱-۳۵۰۸۹

فکس: ۰۲۱-۳۳۹۶۴۷۸۱



www.FELEZ.ir

گروه فلز

عرضه استنلس استیل



بندیل استنلس استیل



ورق ابعاد استاندارد استنلس استیل فابریک کارخانه

ایمیل: info@FELEZ.ir

آدرس: تهران - خیابان پامنار - شماره ۱۳۵

تلفن: ۰۲۱-۳۵۰۸۹

فکس: ۰۲۱-۳۳۹۶۴۷۸۱



www.FELEZ.ir

گروه فلز

عرضه استنلس استیل



کوئل استنلس استیل پالت شده

ایمیل: info@FELEZ.ir

آدرس: تهران - خیابان پامنار - شماره ۱۳۵

تلفن: ۰۲۱-۳۵۰۸۹

فکس: ۰۲۱-۳۳۹۶۴۷۸۱



www.FELEZ.ir

گروه فلز

عرضه استنلس استیل



ورود کویل استنلس استیل از گمرک بندرعباس



کویل و ورق استنلس استیل

ایمیل: info@FELEZ.ir

آدرس: تهران - خیابان پامنار - شماره ۱۳۵

تلفن: ۰۲۱-۳۵۰۸۹

فکس: ۰۲۱-۳۳۹۶۴۷۸۱



مقدمه

وقتی بحث استنلس استیل و استفاده مفید از آنها در صنعت مطرح می گردد، آلیاژهای معروفی مانند ۳۰۴ و خصوصاً ۳۱۶ در ذهن عموم و حتی بسیاری از کارشناسان به عنوان بهترین انتخاب تداعی می گردد. اگرچه این انتخاب ممکن است برای بسیاری از کاربردهای روزمره درست باشد، اما از جنبه علمی تعمیم آن به کلیه کاربردها بعضاً نتیجه ای کاملاً اشتباه و گمراه کننده در پی خواهد داشت.

اگرچه بیشترین کاربرد استنلس استیل به علت خاصیت مقاومت به خوردگی آنها در محیط های مختلف شیمیایی است، اما کاربرد مهم دیگر آنها در درجه حرارت های بالا تحت عنوان آلیاژهای مقاوم به دما مانند ۳۰۹ و ۳۱۰ می باشد که کمتر مورد توجه قرار می گیرد.

پیدایش استنلس استیل

در اوایل دهه ۱۹۲۰ میلادی، دانشمندی اهل بریتانیا به نام هری بریرلی که به دنبال بهبود عملکرد لوله های تفنگ و جلوگیری از زنگ زدن آنها بود، با ترکیب فلزات، آلیاژهای متفاوتی بدست آورد. بریرلی با توجه به اینکه در محیط آزمایشگاهی خود به نتیجه نرسید، تمامی قطعات را به گوشه ای انداخت. پس از مدتی متوجه شد تمامی نمونه ها به غیر از یک مورد، که در معرض رطوبت و باران قرار داشتند، دچار زنگ زدگی و خوردگی شده اند. بعد از بررسی این آلیاژ، ترکیبی شامل ۱۳ درصد کروم حاصل شد. به این ترتیب آلیاژی با خواص ضد زنگ و مقاوم در برابر خوردگی که استنلس استیل نامیده می شود وارد زندگی بشر شد.

**-استنلس استیل چیست؟**

علت نامگذاری این آلیاژها به عنوان استنلس استیل این است که بر خلاف فولاد های معمولی در مقابل هوا و رطوبت لکه نشده و زنگ نمی زنند. استنلس استیل آلیاژهایی از آهن با حداقل ۱۱٪ کروم (Cr) می باشند. کروم در فولاد باعث ایجاد خاصیت محافظت یا روپین شدن در مقابل خوردگی می گردد. علت به وجود آمدن این خاصیت، تشکیل لایه اکسید کروم بسیار چسبنده با ضخامت تقریبی ۱۰۰ آنگستروم بر سطح فولاد می باشد که اکسیژن موجود در هوا برای ایجاد آن کافی است. در استنلس استیل که فقط حاوی کروم بوده و عناصر آلیاژی دیگری ندارند، این لایه اکسیدی دارای ترکیب Cr_2O_3 و در فولاد هایی با عناصر آلیاژی دیگر، ترکیبی از اکسید آنها می باشد که معمولاً باعث تثبیت آن در محیط های شیمیایی می گردند.

خاصیت روپینگی با افزایش درصد کروم افزایش می یابد. حداقل درصد کروم برای تشکیل لایه محافظ ۱۰.۵ درصد می باشد که در اینصورت استنلس استیل تنها در مقابل اتمسفر عادی مقاوم می باشد. وقتی درصد کروم به ۲۵ تا ۳۰٪ افزایش یابد، خواص اصلی استنلس استیل یعنی مقاومت به خوردگی، افزایش یافته و مقاومت به اکسیداسیون به حداکثر خود می رسد. روپینگی وضعیتی موقتی و غیرپایدار از استنلس استیل می باشد که پایداری آن علاوه بر ترکیب فولاد، بستگی به عواملی نظیر نوع و غلظت محیط خورنده، درجه حرارت و غیره دارد.

اگرچه بیشترین کاربرد استنلس استیل به علت خاصیت مقاومت به خوردگی آنها در محیط های مختلف شیمیایی است، اما کاربرد مهم دیگر آنها در درجه حرارت های بالا تحت عنوان آلیاژهای مقاوم به دما می باشد که معمولاً کمتر به آن توجه می شود.

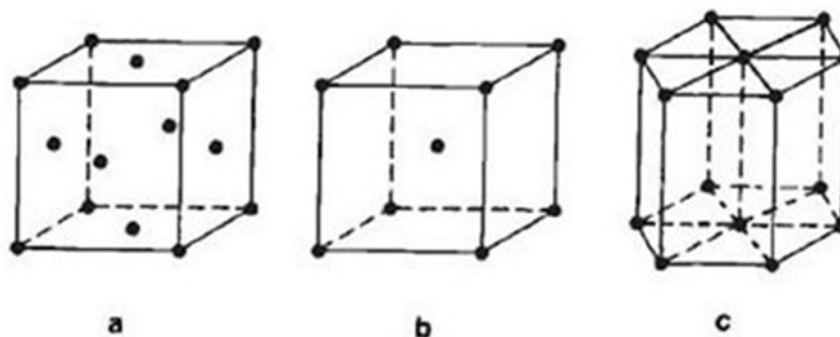
-ساختار آلیاژها

کلیه فلزات و آلیاژها و بسیاری از ترکیبات غیر فلزی، جامدات کریستالی هستند. بدین معنی که آرایش اتم های آنها به طور منظم و مشخصی در سه جهت فضایی تکرار می گردند. در طبیعت بیش از چهارده نوع شبکه اتمی تحت هفت سیستم کریستالی مشاهده شده است. البته در بین فلزات و آلیاژها فقط سه شبکه اتمی بیشتر از همه مشاهده می گردد.

۱- a شبکه مکعب با سطوح مرکز دار (FCC=Face Center Cubic) تحت سیستم مکعبی.

۲- b شبکه مکعب مرکز دار (BCC=Body Center Cubic) تحت سیستم مکعبی.

۳- c شبکه شش گوش فشرده (HCP=Hexagonal Closed Packed) تحت سیستم شش گوش.



از طرف دیگر باید دانست که فلزات و آلیاژها حتی با درجه خلوص بالا نیز معمولاً تک کریستالی نبوده و ساختاری با دانه های متعدد و مجزا دارند. علت این پدیده این است که نطفه های اولیه انجماد و یا استحاله فازهای احتمالی بعد از انجماد معمولاً به جای یک نقطه، در محل های متعددی داخل آلیاژ می باشند. دانه های هم ترکیب فوق از نظر کریستالی دارای ساختار مشابه بوده و تنها وضعیت قرارگیری شبکه آنها در کنار هم متفاوت است. این دانه بندی عموماً آنقدر ریز هستند که فقط زیر میکروسکوپ قابل مشاهده اند.

فاز فریت یا آلفا

این فاز دارای شبکه کریستالی BCC بوده که تا دمای ۷۵۰ درجه مغناطیسی است.

آستنیت یا گاما

این فاز، فاز مهم دیگری در فولادها است که دارای شبکه FCC بوده و غیرمغناطیسی است.

مارتنزیت

گاهی به علت به دام افتادن ناگهانی اتم های کوچکتر کربن در بین شبکه اصلی آهن، محلول جامد فوق اشباعی به نام فاز مارتنزیت به وجود می آید.

کاربیدها

که از ترکیب عناصر فلزی مختلف با کربن به وجود می آیند، فازهایی هستند که اغلب در گروه های فولادی دیده می شوند. کاربید آهن ($\text{Fe}_3\text{C}=\text{Cementite}$) از مهم ترین کاربیدها بوده که به همراه فریت در ساختار تمامی فولادهای کربنی وجود دارد. در استنلس استیل ممکن است بسته به ترکیب عناصر آلیاژی، کاربیدهایی نظیر کاربید کروم، کاربید تیتانیوم، کاربید نیوبیم و غیره تشکیل گردند که اثرات مثبت با منفی آنها بستگی به گروه آلیاژهای فوق و



کاربرد آنها دارد. به عنوان مثال کاربید کروم در فولاد های مارتنزیتی اثر مثبت و افزایش سختی را به عهده داشته و برعکس در فولاد های آستنیتی و فریتی به دلیل بلوکه کردن کروم و کاهش مقاومت به خوردگی، اثر منفی دارد.

عناصر آستنیت زا: نیکل، کربن، منگنز و نیتروژن عناصر فریت زا: کروم، آلومینیم، تیتانیم، نئوبیم و مولیبدن

-تاثیر عناصر آلیاژی بر فولاد ها

عنصر اصلی در استنلس استیل ، کروم می باشد. اما به دلیل اینکه افزایش بیش از حد کروم باعث مشکلاتی در ساخت، شکل دادن و پایداری آلیاژ می گردد، برای بهبود این خواص همچنین خواص خوردگی، اکسیداسیون و غیره استنلس استیل ، عناصر آلیاژی دیگری نیز به آن افزوده می گردد که در ذیل به مهمترین آنها و اثرات هریک اشاره می گردد.

نیکل

این عنصر دو وظیفه مهم انجام می دهد:

۱-تشکیل و پایدار سازی ساختار آستنیتی، کاهش کار سختی، افزایش شکل پذیری، ایجاد خواص مکانیکی مخصوصاً در دماهای پایین.

۲-بهبود خواص خوردگی مخصوصاً در محیط های احیا کننده و اسید های معدنی از طریق کمک به تشکیل لایه محافظ.

منگنز

این عنصر مانند نیکل آستنیت زا بوده ولی از آن ارزان تر است. این عنصر هنگامی که در استنلس استیل به جای درصدی از نیکل استفاده گردد، تا حدود مناسبی خواص نیکل را تامین نموده و قیمت آلیاژ را کاهش می دهد.

مولیبدن

افزایش این عنصر در مقادیر متوسط به استنلس استیل باعث پایداری بسیار زیاد لایه محافظ مخصوصاً در محیط های غیر اکسید کننده و حاوی یون کلرید می گردد. همچنین مقاومت در مقابل خوردگی حفره ای و خوردگی شیاری را



افزایش می دهد. معمولاً آلیاژهای حاوی مولیبدن در محیط های اکسید کننده (مانند اسید نیتریک و نیترات ها) مناسب نیستند.

سیلیسیم

وجود این عنصر باعث افزایش مقاومت به پوسته شدن در دمای بالا می گردد. همچنین در محیط های شیمیایی، اکسید کننده قوی مانند اسید سولفوریک غلیظ و گرم نیز مقاومت خوردگی را افزایش می دهد.

تیتانیم و نئوبیم

این دو عنصر با تشکیل کاربیدهای بسیار پایدار با کربن، از ترکیب شدن کربن با کروم و کاهش مقاومت به خوردگی استنلس استیل جلوگیری می نمایند.

مس

در افزایش مقاومت به خوردگی در محیط های احیا کننده مانند اسید سولفوریک به کار می رود.

کربن

میزان کربن در استنلس استیل مختلف، متفاوت و بین ۰.۰۱ تا ۱٪ می باشد که سه اثر مهم آن عبارتند از:

- ۱-در بیشتر استنلس استیل ها خواص خزشی و پایداری مکانیکی در دمای بالا را افزایش می دهد.
- ۲-در استنلس استیل مارتنزیتی عامل اصلی تشکیل فاز مارتنزیت و در نتیجه سختی آنها می باشد.
- ۳-اگرچه به طور مستقیم تاثیری در خواص خوردگی استنلس استیل ندارد، اما باعث جذب شدن کروم و بنابراین کاهش مقاومت خوردگی خصوصاً در مرز دانه ها می گردد.

گوگرد و سلنیم

این دو عنصر به منظور سهولت در ماشینکاری استنلس استیل به آن افزوده می شوند.



نیتروژن

این عنصر چند اثر مهم دارد که عبارتند از:

- ۱- در استنلس استیل آستنیتی، استحکام مکانیکی (در دمای معمولی و پایین) و مقاومت به خوردگی های حفره ای و شیاری را افزایش داده و تشکیل فاز های ترد حاوی کروم و مولیبدن را به تعویق می اندازد.
- ۲- در استنلس استیل دو فازي نقش مهمی در پایداری فاز آستنیت داشته و تمایل کروم و مولیبدن به جدایش را کم می کند.
- ۳- در استنلس استیل فریتی اثر بسیار مضر بر روی خواص مکانیکی آنها دارد.

-گروه بندی استنلس استیل

همانطور که گفته شد جهت ایجاد خاصیت محافظت یا روپین شدن اولیه در مقابل خوردگی، حداقل ۱۱٪ کروم و جهت بهبود خواص خوردگی، مکانیکی و غیره عناصر دیگری به فولاد افزوده می گردند. اثر متفاوت این عناصر بر ریز ساختار، پنج گروه استنلس استیل به شرح زیر را به وجود می آورد:

- ۱- گروه فریتی (Ferritic): با محدوده ترکیبی $Cr=11-30\%$, $Ni=0-4\%$, $C<0.1\%$
 - ۲- گروه مارتنزیتی (Martensitic): با محدوده ترکیبی $Cr=11-18\%$, $Ni=0-6\%$, $0.1<C<1.2\%$
 - ۳- گروه آستنیتی (Austenitic): با محدوده ترکیبی $Cr=15-27\%$, $Ni=8-20\%$, $C<0.15\%$. همچنین آلیاژهایی با نیکل بیشتر نیز جزء آلیاژ های سوپر آستنیتی و نیکل بوده و معمولاً در این دسته قرار می گیرند.
 - ۴- گروه دوفازی (Duplex): با محدوده ترکیبی $Cr=18-27\%$, $Ni=4-7\%$, $C<0.08\%$ و مقداری عناصر کمک افزودنی مانند N و Cu
 - ۵- گروه رسوب سختی (Precipitation Hardening): با محدوده ترکیبی $Cr=12-28\%$, $Ni=3-27\%$, $C<0.15\%$ و مقداری عناصر کمک افزودنی مانند Al, Ti, B, Cu, N
- چهار گروه اول براساس ساختار میکروسکوپی و گروه پنجم براساس نوع عملیات حرارتی مشخص شده اند.



ویژگی ها و خواص گروه ها

۱- گروه فریتی

فریت، فاز اصلی آلیاژهای آهن و دارای شبکه BCC می باشد. برای بدست آوردن ساختار فریتی بایستی عناصر فریت زا مانند کروم، آلومینیم، تیتانیم، نئوبیم و مولیبدن در حد بالا و عناصر آستنیت زا مانند نیکل، کربن و نیتروژن را در حد پایین نگاه داشت که در این بین کروم نقش مهمی دارد. با افزایش کروم دمای محیط منطقه آستنیت (گاما) به شدت محدود شده و ساختار غالب فریت (آلفا) می گردد. از آنجایی که کروم دارای ساختمان بلوری مشابه با ساختمان بلوری فریت است لذا این فلز ناحیه فازی فریت را گسترش می دهد و منطقه فازی آستنیت را محدود می کند.

آلیاژهای این گروه حاوی ۱۱ الی ۳۰٪ کروم و تقریباً بدون عنصر گران قیمت نیکل بوده و بنابراین در بین گروه های دیگر معمولاً کمترین قیمت را دارا می باشند. تیتانیم و نئوبیم علاوه بر فریت زایی، با بلوکه کردن کربن و نیتروژن و تولید کربونیتريدها اثر مضاعفی در فریت زایی دارند زیرا که کربن و نیتروژن در آلیاژهای فریتی پیشرفته نسل سوم باز هم محدود تر گردیده است. با توجه به مطالب فوق آلیاژهای این گروه به ترتیب در سه نسل مختلف توسعه یافته و بهینه گردیده اند.

استحکام مکانیکی استنلس استیل فریتی در مقایسه با فولاد های کربنی ساده کم کربن بالاتر بوده اما چکش خواری و فرم پذیری آنها کمتر ولی در حد مناسب می باشد. همچنین استحکام مکانیکی آنها در دماهای بالا و چقرمگی در دماهای پایین، مخصوصاً در مقاطع ضخیم، در مقایسه با گروه آستنیتی بسیار کمتر می باشد.

در استنلس استیل فریتی (همانند استنلس استیل مارتنزیتی و دوفازی) امکان به وجود آمدن تردی بازگشت وجود دارد. این پدیده بر اثر عملیات حرارتی بازگشت در محدوده دمای ۴۰۰ تا ۵۵۰ درجه سانتی گراد به وجود می آید. بنابراین موقعی که چقرمگی بالایی مورد نیاز باشد، بایستی از کاربرد و یا برگشت آنها در محدوده دمای فوق اجتناب شود. همچنین دانه بندی فولاد های فریتی بعد از جوشکاری درشت گردیده و خواص مکانیکی آنها کم می گردد.

به طور کلی از نظر مقاومت به خوردگی عمومی، استنلس استیل فریتی بعد از گروه های آستنیتی و مارتنزیتی قرار داشته و بسته به درصد کروم از کم تا عالی متغیر می باشد. اما برخلاف گروه آستنیتی مقاومت آنها در مقابل خوردگی تحت تنش بالا می باشد. از طرف دیگر کاهش میزان کربن و نیتروژن اثر نسبتاً زیادی در افزایش مقاومت خوردگی آنها دارد. آلیاژهای فریتی با کروم کم (حدود ۱۱٪) مانند ۴۰۹ و ۴۰۵ دارای مقاومت خوردگی و اکسیداسیون حداقل بوده اما به دلیل قیمت پایین و سهولت تولید، کاربرد زیادی در مواردی که نیازمند مقاومت خوردگی کم باشند، دارند. آلیاژ های فریتی با کروم متوسط (۱۶ تا ۱۸٪) مانند ۴۳۰ در مقابل اسید های اکسید کننده ضعیف و آلی مقاوم بوده و در ساخت قطعات خودرو و ظروف آشپزخانه کاربرد دارند. ولی محدودیت آنها در مشکلات جوشکاری است.



آلیاژ ۴۳۰ سرگروه این خانواده است که با ۱۷٪ کروم مقاومت نسبتاً خوبی به اتمسفر، بعضی از مواد شیمیایی (مخصوصاً اسید های اکسید کننده) دارد. این آلیاژ در مواردی جانشین بسیار مناسبی برای آلیاژ های گران قیمت آستنیتی می باشد. شکل پذیری این آلیاژ خوب است. کاربرد آن در تانک های اسید نیتریک، سبد های بازپخت حرارتی و قطعات تزئینی است.

آلیاژهای 430F و 430FSe برای بهبود ماشینکاری آلیاژ ۴۳۰ با افزودن گوگرد یا سلنیم به وجود آمده اند. کاربرد آن در قطعاتی مانند پیچ می باشد که در فرآیند آنها کله زنی سرد به همراه ماشینکاری لازم می باشد.

۲-گروه مارتنزیتی

عناصر آلیاژی این گروه کروم و کربن هستند. مارتنزیت یکی دیگر از فاز های آهن است. این فاز به دلیل وجود کربن بین نشینی در شبکه اتمی خود از سختی زیادی برخوردار است. آلیاژ های مارتنزیتی فرومغناطیس و قابل عملیات حرارتی بوده و اهمیت و کاربرد آنها بیشتر جهت زیاد بودن استحکام مکانیکی، سختی، خستگی و خزش است. ولی دمای کاربرد آنها تا ۶۵۰ درجه سانتی گراد محدود است. همچنین انواع پرکربن آن برای جوشکاری توصیه نمی گردد.

درصد کروم آلیاژ های مارتنزیتی معمولاً حدود ۱۱ تا ۱۸٪ است. حد پایین کروم را مقاومت به خوردگی و حد بالای آن را امکان تبدیل کل ساختار به آستنیت در حین گرم کردن در عملیات حرارتی تعیین نموده است. زیرا که کروم فریت زا بوده و منطقه پایداری و تشکیل آستنیت را محدود تر می نماید.

درصد کربن آلیاژ های مارتنزیتی ممکن است تا ۱.۲٪ نیز برسد. افزایش کربن البته تا حدود ۰.۶٪ سختی آنها را افزایش داده ولی افزایش بالاتر از این حد، سختی آلیاژ را بالاتر نبرده و فقط مقاومت به سایش را افزایش می دهد که علت تبدیل آن تبدیل کربن اضافی به کاربید کروم می باشد.

عناصر آلیاژی دیگری مانند نئوبیم، سیلیسیم، وانادیم و غیره برای اصلاح ریز ساختار بعد از آب دادن و درصد کمی نیکل برای افزایش چقرمگی و مقاومت به خوردگی نیز استفاده می شوند. همچنین در موقعی که درصد کروم بالا بکار برده شود (برای افزایش مقاومت به خوردگی)، نیکل با کم نمودن فریت آزاد، ساختار را اصلاح می نماید.

مقاومت به خوردگی آلیاژ های مارتنزیتی غالباً از بسیاری از آلیاژ های آستنیتی و فریتی کمتر بوده ولی کلاً در حد متوسط می باشد.



آلیاژ ۴۱۰ سردسته این گروه و دارای بیشترین کاربرد در گروه مارتنزیتی می باشد. در آمریکا این آلیاژ دارای کاربرد گسترده ای در توربین های بخار، موتور های جت، توربین گازی، کاربرد عمومی، قطعات ماشین آلات، شفت پمپ ها و غیره می باشد.

۳- گروه آستنیتی

آستنیت یکی از فاز های آهن با شبکه FCC است که در آهن بدون عناصر آلیاژی در محدوده دمای ۹۱۰ تا ۱۴۰۰ درجه سانتی گراد پایدار است. با افزودن عناصر آستنیت زا (مانند Ni) می توان آن را در دمای محیط نیز پایدار نمود. وجود ۸ تا ۱۰٪ نیکل به ازای ۱۸٪ کروم، ساختار فولاد را به صورت آستنیتی پایدار می نماید. این تغییر فاز باعث تغییر عمده خواص مکانیکی از جمله افزایش شکل پذیری آلیاژ می گردد. این آلیاژها در حالت بازپخت به دلیل وجود فاز آستنیت غیرمغناطیسی بوده اما به دلیل تغییر فاز در حالت کار سرد ممکن است کمی خاصیت مغناطیسی در آنها به وجود آید.

آلیاژ های آستنیتی حاوی عناصر اصلی کروم (در محدوده ۱۶ تا ۲۶٪) و نیکل می باشند که در تعدادی از آنها (سری 2XX) به جای درصدی از نیکل عناصر منگنز (در محدوده ۴ تا ۱۵٪) و نیتروژن اضافه گردیده اند تا باعث کاهش قیمت و افزایش استحکام گردند.

نیتروژن همچنین به منظور بهبود استحکام مکانیکی در دمای پایین، کند کردن تشکیل رسوب کاربید کروم، افزایش مقاومت به خوردگی های حفره ای و شیار (کمک به مولیدن) بکار می رود. عناصر آلیاژی دیگر مانند مولیدن، مس، سیلیسیم، آلومینیم، تیتانیم، نئوبیم و غیره برای بالا بردن خواص معینی مانند مقاومت به خوردگی حفره ای و مقاومت در مقابل یون کلرید یا مقاومت به اکسیداسیون به آنها افزوده می شوند.

نورد سرد انجام شده روی این گروه مقاومت خوبی به آنها می دهد. از دیگر قابلیت های این گروه امکان جوشکاری آن به سبب میزان پایین کربن و گوگرد موجود در آنهاست. در واقع افزودن عناصر جدید در راستای بهبود کیفیت مدنظر و تامین خواص مورد نیاز آلیاژ صورت می گیرد. به طور مثال افزودن تیتانیم به آلیاژ 304 آن را به 321 از دیگر آلیاژ های گروه آستنیتی تبدیل می کند. از دیگر آلیاژ های پرکاربرد این گروه 316 می باشد که با افزودن ۲٪ مولیدن به 304 تهیه شده و مقاومت بهتری در برابر خوردگی کلر 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 کلر است.

به طور کلی مقاومت به خوردگی گروه آستنیتی نسبت به گروه های دیگر استنلس استیل بیشتر بوده و در نتیجه کاربرد آنها نیز از این نظر بیشتر می باشد. ولی معمولاً برخلاف گروه فریتی به خوردگی تحت تنش حساس می باشند.



آلیاژ های مخصوص آستنیتی پر نیکل حاوی مولیبدن زیاد (حدود ۶٪) و نیتروژن (۰.۱۵ تا ۰.۲۵٪) در مقابل خوردگی حفره ای بسیار مقاوم بوده و در دماهای بالا نیز مقاومت به اکسیداسیون خوبی دارند.

آلیاژ های آستنیتی متعددی وجود دارند که تحت دو گروه 2XX و 3XX و نام های تجاری دیگری تولید می شوند. سرگروه آلیاژ های آستنیتی آلیاژ معروف (۸-۱۸) ۳۰۲ بوده و آلیاژ های دیگر بر پایه اصلاحات انجام شده بر روی آن به وجود آمده اند.

آلیاژ های سری 2XX

در آلیاژ های این سری نظیر ۲۰۱، ۲۰۲، ۲۰۵، ۲۱۶، ۲۱۸، ۲۱۹ و غیره مقداری از عنصر گران قیمت نیکل با عناصر منگنز و نیتروژن جایگزین شده است. بنابراین استفاده از این آلیاژها در بسیاری از موارد که مقاومت به خوردگی کمتری از سری 3XX مورد نیاز باشد، مقرون به صرفه تر است. تعدادی از کاربرد های آنها در ظروف آشپزخانه، رینگ پیستون، قطعات تزئینی، مخازن و تجهیزات حمل مواد و غیره است.

آلیاژ های سری 3XX

گروه آستنیتی 3XX به چهار کلاس تقسیم بندی می شود.

کلاس A: در این گروه آلیاژ های 301، 302، 303، 303Se، 304، 304L، 304N، 321، 347 و 348 قرار دارند که با کمی تفاوت در ترکیب شیمیایی می توان آنها را همان آلیاژ ۸-۱۸ دانست. مقاومت خوردگی کلی این آلیاژ ها با هم تفاوت چندانی ندارند، اما تعدادی که عناصر آلیاژی بیشتری دارند مقاومت خوردگی کمی بالاتری نیز دارند. مثلاً مقاومت خوردگی آلیاژ ۳۰۴ از ۳۰۱ و ۳۰۲ بیشتر است.

آلیاژ خوش تراش ۳۰۳ در این گروه دارای کمترین مقاومت خوردگی، مخصوصاً در مقابل خوردگی حفره ای است.

آلیاژ های ۳۲۱، ۳۴۷ و ۳۴۸ نیز دارای مقاومت به خوردگی مشابه ۳۰۲ و ۳۰۴ بوده اما کربن آنها با افزودن تیتانیوم یا نئوبیم پایدار گردیده است تا بعد از جوشکاری پدیده حساسیت و خوردگی کنار درز جوش به وجود نیاید.

کلاس B:

در این گروه تنها دو آلیاژ ۳۰۵ و ۳۴۸ قرار دارند که درصد نیکل آنها نسبتاً زیاد (۱۲ و ۱۵٪) می باشد و از نظر مقاومت به خوردگی، بالاتر از کلاس A هستند. آلیاژ های این کلاس برای انجام کار سرد زیاد مانند کشش های فوق عمیق بکار می روند.



کلاس C:

در این گروه آلیاژهای 302B, 308, 309, 309S, 310, 310S, 314 قرار دارند.

آلیاژهای 302B با افزایش ۲.۵٪ سیلیسیم به آلیاژ ۸-۱۸ به وجود آمده است. این آلیاژ در مقابل اکسیداسیون در دمای بالا مقاوم می باشد.

آلیاژ ۳۱۴ با افزایش کروم و نیکل آلیاژ ۸-۱۸ به وجود آمده است تا مقاومت خوردگی بالاتری به وجود آید. همچنین با افزودن مقداری سیلیسیم مقاومت به خوردگی آن مخصوصاً در مقابل اسید سولفوریک افزایش یافته است و به همین دلیل دارای مقاومت زیاد در مقابل دمای بالا نیز هستند.

کلاس D:

در این گروه آلیاژهای 316, 316L, 316F, 316N, 317, 317L قرار دارند. خواص کلی مقاومت به خوردگی این آلیاژها مانند آلیاژ ۳۱۰ می باشد. اما به دلیل دارا بودن مولیبدن مقاومت آنها به خوردگی حفره ای، مخصوصاً در محیط های احیا کننده و محیط های حاوی یون کلرید بیشتر از کلاس های دیگر است.



-استاندارد های شماره گذاری استنلس استیل

۱- استاندارد AISI

استاندارد موسسه American Iron and Steel Institute برای استنلس استیل کارپذیر (Wrought) بوده و معمولاً شماره های این استاندارد دارای سه رقم مطابق با سری های 2XX, 3XX, 4XX, 6XX می باشد که برحسب اصلاح آلیاژ ممکن است پسوند هایی با حروف انگلیسی نیز داشته باشند سری های 2XX, 3XX آستیتی، سری 4XX فریتی یا مارتنزیتی می باشند.

316L

3: سری آلیاژ

16: شماره سریال

L: پسوند اصلاحات یا افزودنی ها

هم ارزی تعدادی از پسوندهای مهم استاندارد AISI با دو رقم آخر استاندارد UNS

توضیحات	دور رقم آخر در استاندارد UNS	پسوند در استاندارد AISI
آلیاژ پایه یا اصلی	00	-
کم کربن معمولاً کمتر از ۰.۰۳٪	03	L
کربن متوسط در آلیاژهایی با پایه کربن زیاد	08	S
حد پایین کربن محدود شده به همراه عملیات حرارتی خاص جهت ایجاد مقاومت به خزش	09	H
حاوی منگنز بیشتر	10	PlusX
حاوی گوگرد و فسفر بیشتر	20	F
حاوی سلنیم (ماشینکاری راحت)	23	Se, FSe
حاوی مس	30	Cu
حاوی نئوبیم، کلمبیم	40	Cb
حاوی تیتانیوم	35, 36	Ti
حاوی نیتروژن متوسط و زیاد	51, 52	N, HN
کم کربن و حاوی نیتروژن متوسط و زیاد	53, 54	LN, LHN



۲- استاندارد DIN

استاندارد DIN آلمان دارای دو روش شماره گذاری برای استنلس استیل (و دیگر مواد فلزی) می باشد.

روش اول: در این روش شماره استاندارد استنلس استیل با حرف X و عددی به دنبال آن به نشانه درصد کربن شروع شده و با علامت شیمیایی عناصر موجود و درصد کروم و یا کروم و نیکل تکمیل می گردد.

X10CrNiMo1810

X10: درصد کربن، ۰.۱٪ CrNiMo: عناصر اصلی آلیاژی 1810: کروم: ۱۸، نیکل: ۱۰

روش دوم:

این روش شماره گذاری Werkstoff Nr. نام دارد که در استاندارد DIN17007 تعریف گردیده است. بر این اساس شماره ای به صورت X.XXXX برای هر آلیاژ وجود دارد. رقم قبل از اعشار نشان دهنده نوع آلیاژ (عدد ۱ برای کلیه فولاد ها)، رقم اول بعد از اعشار نشان دهنده گروه فولاد (عدد ۴ برای مقاومت به خوردگی یا حرارت)، رقم دوم بعد از اعشار نشان دهنده زیر گروه آن و دو رقم آخر فقط شماره سریال می باشد.

1.4301

1.XXXX	گروه و کاربرد آلیاژ	حدود ترکیب عناصر اصلی
۴۰	آلیاژ های مقاوم به خوردگی	Ni<2% بدون Mo, Nb, Ti
۴۱	آلیاژ های مقاوم به خوردگی	Nb, Ti و بدون Mo Ni<2% حاوی
۴۲	آلیاژ های مقاوم به خوردگی	-
۴۳	آلیاژ های مقاوم به خوردگی	Ni>2% بدون Ti, Nb, Mo
۴۴	آلیاژ های مقاوم به خوردگی	Nb, Ti و بدون Mo Ni>2% حاوی
۴۵	آلیاژ های مقاوم به خوردگی	Cu, Nb, Ti حاوی
۴۶	آلیاژ های صنایع هوا-فضا	
۴۷	آلیاژ های مقاوم به حرارت	Ni<2%
۴۸	آلیاژ های مقاوم به حرارت	Ni>2%
۴۹	آلیاژ های مقاوم به خزش	



۳- استاندارد بین المللی UNS

سیستم بین المللی شماره گذاری (Unified Numbering System) همانند تمام فلزات و آلیاژهای دیگر، برای استنلس استیل مختلف نیز شماره هایی را در نظر گرفته است که مرجع بسیار مناسبی برای معادل یابی آنها است. بر این اساس هر آلیاژ با یک حرف و پنج عدد به دنبال آن طبق روش زیر شماره گذاری می گردد.

حرف اولیه: برای استنلس استیل و مقاوم به حرارت حرف S، برای آلیاژهای نیکل حرف N و برای استنلس استیل ریختگی (و همچنین دیگر فولادهای ریختگی) حرف J آورده می شود.

اعداد: سه عدد اول معمولاً مشابه استاندارد AISI بوده و دو عدد آخر نشان دهنده اصلاح آلیاژ است. بنابراین در صورتی که این دو شماره صفر باشد نشان دهنده آلیاژ پایه و اصلی خواهد بود.

S31004 :S: استنلس استیل 310: شماره اصلی آلیاژ 04: اصلاحات یا افزودنی ها

استانداردها

AISI آمریکا	UNS	DIN آلمان	ANFOR فرانسه	B.S. انگلستان	JIS ژاپن	SS سوئد	GOST روسیه
430	S43000	1.4016	Z8C17	430S15	SUS430	2320	12Ch17
304	S30400	1.4301	Z6CN18.12	304S15	SUS304	2332	08Ch18N10
304L	S30403	1.4306	Z2CN18.10	304S12	SUS19	2352	08Ch18N11
316	S31600	1.4401	Z6CND17.11	316S16	SUS316	2347	-
316L	S31603	1.4404	Z2CND18.13	316S11	SUS316L	2348	-
321	S32100	1.4541	Z6CNT8.10	321S12	SUS321	2337	12Ch18N10T
309	S30900	1.4828	Z15CNS20.12	309S24	CUH309	-	20Ch20N14S2
309S	S30908	1.4833	Z15CN24.13	309S24	SUS309S	-	-
310	S31000	1.4841	Z15CNS25.20	-	SUH301	-	20Ch25N20S2
310S	S31008	1.4845	Z12CN25.20	310S24	SUH310	2361	-
410	S41000	1.4006	Z10C13	410S21	SUS410	2302	12Ch13
420	S42000	1.4021	Z20C13	420S37	SUS420J1	2303	20Ch13



-دسته بندی استنلس استیل ها بر اساس سطح و نحوه پرداخت:

عملیات پرداخت سطح ورقه های استیل می تواند در کارخانه و بوسیله غلطک ها و سمباده های مکانیکی انجام شود. ابتدا ورق استیل در اندازه و ضخامت مشخص تولید شده و طی عملیات حرارت دهی خواص و ویژگی های مورد نظر ایجاد می شود. انواع نامگذاری برای پرداخت های مختلف به شرح زیر است:

(No. 0) نورد گرم، همراه با عملیات حرارتی، ضخیم

(No. 1) نورد گرم، همراه با عملیات حرارتی، ایجاد لایه محافظ

(No. 2D) نورد سرد، همراه با عملیات حرارتی، ایجاد لایه محافظ و شستشوی شیمیایی

(No. 2B) نورد سرد، همراه با عملیات حرارتی، ایجاد لایه محافظ و شستشوی شیمیایی و عبور از غلطک های کاملاً

صیقلی

(No. 2BA) نورد سرد، همراه با عملیات حرارتی، ایجاد لایه محافظ و شستشوی شیمیایی و عبور از غلطک های کاملاً

صیقلی، عملیات حرارتی روشن در شرایط اتمسفریک بدون اکسیژن (BA یا R₂)

(No. 3) پرداخت مکانیکی زیر

(No. 4) سطح برس خورده

(No. 5) پرداخت نرم

(No. 6) سطح مات (سطح برس خورده با برس نرم تر از شماره ۴)

(No. 7) سطح براق

(No. 8) سطح بسیار براق (آینه ای)

(No. 9) سطح سنگ خورده و پرداخت شده

(No. 10) پرداخت الکتروشیمیایی



-عوامل موثر در انتخاب گرید مناسب برای یک کاربرد خاص

هنگام انتخاب یک گرید مناسب استنلس استیل برای یک کاربرد خاص علاوه بر کیفیت، قیمت محصول را نیز باید مورد توجه قرار داد. برای اینکار شرایط مختلفی وجود دارد:

۱- کاربرد ها و تجهیزات در دسترس ۲- پروژه های جدید و تغییرات در حین کار

۳- تعویض مواد و قطعات به علت عملکرد ضعیف ۴- تعویض مواد و قطعات به منظور کاهش هزینه ها

شرایط ، ویژگی ها و محیطی که استنلس استیل با آن مواجه خواهد شد بسیار حائز اهمیت است، به طوری که درک عمیق از این موارد کمک بسیاری به انتخاب مواد می کند. به عنوان مثال:

۱- مقاومت در برابر خوردگی ۲- استحکام مکانیکی ۳- شکل پذیری

۴- خواص فیزیکی ۵- ظاهر سطحی

فاکتور های دیگری که روی تصمیم گیری تاثیر می گذارند، عبارتند از:

۱- احتمالات کاهش وزن ۲- موجودی کالا ۳- قیمت ۴- قابلیت باز یافت

۵- هزینه های نگهداری ۶- استانداردها و تاییدیه ها ۷- تجارب قبلی

-مقاومت در برابر خوردگی

مهندسی خوردگی با توجه به معیار های مشخص، این موضوع را که مواد در معرض قرار گیری در کدام محیط می توانند در مقابل خوردگی مقاومت کنند، اطلاعات مفیدی را در اختیار می گذارد. برای مثال تست هایی که در محیط های شبیه سازی شده در آزمایشگاه صورت می گیرد، اغلب به انتخاب یک استنلس استیل مناسب کمک فراوانی میکند.

**-استحکام و شکل پذیری**

طراحی سازه های تحت بار، مثل پل، لوله های انتقال، اجزای اتومبیل و ... با توجه به استاندارد های ملی و بین المللی مورد تایید صورت می گیرند. همچنین در انتخاب مواد مناسب، قابلیت شکل پذیری بسیار حیاتی است.

-قابلیت تحمل در دماهای بالا

محصولات دارای قابلیت تحمل در دماهای بالا، برای طراحی تجهیزات تحت خزش دارای اهمیت اند. در بسیاری از کاربردها، مواد بعد از مدتی از لحاظ وزنی تحلیل می روند که این نکته نیز باید در نظر گرفته شود.

کاربرد اقتصادی استنلس استیل

کاربرد	گروه مناسب
خوردگی اتمسفری	آستنیتی - آستنیتی منگنز دار
قطعات داخلی - تزئینی	فریتی
خوردگی آب شیرین	فریتی
خوردگی در محیط دریا	فریتی کروم بالا-دوپلکس-سوپرآستنیتی
کار در دمای پایین	آستنیتی - آستنیتی منگنز دار
کار در دمای بالا- تا ۶۵۰ درجه	فریتی-مارتنزیتی-رسوب سختی-آستنیتی
کار در دمای خیلی بالا- بالاتر از ۶۵۰ درجه	فریتی-آستنیتی-سوپرآستنیتی
استحکام مکانیکی زیاد در دمای پایین	آستنیتی-آستنیتی منگنزدار
استحکام مکانیکی زیاد در دمای عادی	مارتنزیتی
استحکام مکانیکی زیاد در دمای نسبتاً بالا	رسوب سختی-مارتنزیتی

در صورتی که دو یا چند آلیاژ جهت یک فرایند خاص قابل استفاده باشند، انتخاب یکی از آنها بستگی به عواملی نظیر میزان سرمایه گذاری اولیه، تعداد سال های بهره برداری، هزینه های جانبی بهره برداری و ... دارد. این انتخاب با استفاده از روابط علم اقتصاد در رابطه با استهلاک سرمایه قابل انجام می باشد.



-استنلس استیل ۳۰۴ - معروف به ۱۸-۸-

۱-مقدمه

آلیاژ استنلس استیل ۳۰۴ بر پایه اصلاحات انجام شده روی آلیاژ معروف ۳۰۲ (۱۸-۸) به وجود می آید. این اصلاحات شامل افزودن کروم و کاهش کربن است. مقدار کربن پایین، ته نشینی کاربید کروم را کاهش داده که تأثیر مستقیمی روی جوش پذیری و مقاومت در برابر خوردگی مرزداانه ای خواهد داشت.

آلیاژ ۳۰۴L نیز اصلاح شده نوع ۳۰۴ اما با مقدار کربن کمتر (حداکثر ۰.۰۳۰٪) است. که ته نشینی کاربید ها را به حداقل رسانده و جوش پذیری را بهبود می بخشد. در نتیجه از لحاظ جوشکاری بسیار مناسب، حتی در محیط های خورنده می باشند. از لحاظ خواص مکانیکی نیز کمی پایین تر از نوع ۳۰۴ است.

این آلیاژ ها به استنلس استیل نگیر مشهور هستند. در واقع، نگیر بودن، نشان دهنده خواص غیرمغناطیسی این آلیاژ ها به علت دارا بودن زمینه و ساختار آستنیتی آنهاست. آستنیت یکی از فاز های آهن با شبکه FCC است که در آهن بدون عناصر آلیاژی در محدوده دمای ۹۱۰ تا ۱۴۰۰ درجه سانتی گراد پایدار است. با افزودن عناصر آستنیت زا (مانند Ni) می توان آن را در دمای محیط نیز پایدار نمود. وجود ۸ تا ۱۰٪ نیکل به ازای ۱۸٪ کروم، ساختار فولاد را به صورت آستنیتی پایدار می نماید. این تغییر فاز باعث تغییر عمده خواص مکانیکی از جمله افزایش شکل پذیری آلیاژ می گردد. این آلیاژها در حالت بازپخت به دلیل وجود فاز آستنیت غیرمغناطیسی بوده اما به دلیل تغییر فاز در حالت کار سرد ممکن است کمی خاصیت مغناطیسی در آنها به وجود آید.

۲-ترکیب شیمیایی

%	۳۰۴	۳۰۴L
کربن	۰.۰۸	۰.۰۳
منگنز	۲.۰۰	۲.۰۰
فسفر	۰.۰۴۵	۰.۰۴۵
گوگرد	۰.۰۳۰	۰.۰۳۰
سیلیسیم	۰.۷۵	۰.۷۵
کروم	۱۸.۰-۲۰.۰	۱۸.۰-۲۰.۰
نیکل	۸.۰-۱۲.۰	۸.۰-۱۲.۰
نیتروژن	۰.۰۱	۰.۰۱
آهن	متعادل	متعادل



۳-آنالیز

استنلس استیل های ۳۰۴ و ۳۰۴L با توجه به استاندارد های زیر آنالیز می شوند.

۳۰۴	۳۰۴L
AMS۵۵۱۳	AMS۵۵۱۱
ASTM A۲۴۰	ASTM A۲۴۰
ASTM A۶۶۶	ASTM A۶۶۶

۴-خواص مکانیکی

خواص مکانیکی در دمای اتاق

	UTS Ksi (MPa)	0.2% YS Ksi (Mpa)	E % in 50.8mm	سختی راکول
۳۰۴L	۸۵ (۵۸۶)	۳۵ (۲۴۱)	۵۵	B۸۰
۳۰۴	۹۰ (۶۲۱)	۴۲ (۲۹۰)	۵۵	B۸۲

۵-مقاومت در برابر خوردگی

آلیاژهای استنلس استیل ۳۰۴ مقاومت به خوردگی فوق العاده ای در برابر گستره وسیعی از شرایط جوی، شیمیایی، صنایع غذایی، نساجی و نفت از خود نشان می دهند.

۶-مقاومت در برابر اکسیداسیون

حداکثر دمایی که آلیاژهای ۳۰۴ مقاومت در برابر پوسته پوسته شدن از خود نشان می دهند.

مداوم	تناوبی
۸۳۰ °C	۸۰۰ °C



۷- عملیات حرارتی

استنلس استیل های ۳۰۴ به وسیله عملیات حرارتی قابل سخت شدن نیستند. آنیل: گرم کردن تا ۱۱۲۰ درجه سانتی گراد، سپس به سرعت کوئنچ می شود. استریپ های نازک بار در هوا، اما کلفت بار ها به منظور به حداقل رساندن ته نشینی کاربید ها باید در آب کوئنچ گردند.

۸- شکل پذیری

این آلیاژ ها خواص کششی خیلی خوبی دارند. استحکام تسلیم پایین و قابلیت تغییر طول زیاد این اجازه را به آنها می دهد که قابلیت شکل پذیری در اشکال پیچیده را داشته باشند.

۹- جوش پذیری

کلاس های آستنیتی استنلس استیل، عموماً جوش پذیری مناسبی با هر دو روش نفوذی و مقاومتی از خود نشان می دهند.

۱۰- کاربرد ها

دکوراسیون داخلی، تجهیزات آشپزخانه، صنایع شیمیایی، نساجی، کاغذ و دارویی.



-استنلس استیل ۳۱۶ - معروف به ضد اسید

۱-مقدمه

آلیاژ ۳۱۶ استنلس استیلی آستنیتی شامل مولیبدن است. این افزودنی مقاومت عمومی در برابر خوردگی را افزایش داده، مقاومت خوردگی حفره ای در برابر محلول های دارای یون کلر را بهبود بخشیده و استحکام در دماهای بالا را افزایش می دهد. خواص این آلیاژ مشابه ۳۰۴ است با این تفاوت که ۳۱۶ در دماهای بالا قوی تر است. مقاومت در برابر خوردگی، مخصوصاً در مقابل سولفوریک اسید، هیدروکلریک اسید، استیک اسید، فورمیک اسید، تانتاریک اسید، کلرید های سولفات، و آلکالین بسیار بالا می باشد. نوع ۳۱۶L آلیاژ اصلاح شده با درصد پایین تر کربن جهت به حداقل رساندن ته نشینی کاربید های مضر در جوشکاری می باشد.

۲-ترکیب شیمیایی

%	۳۱۶	۳۱۶L
کربن	۰.۰۸	۰.۰۳
منگنز	۲.۰۰	۲.۰۰
فسفر	۰.۰۴۵	۰.۰۴۵
گوگرد	۰.۰۳۰	۰.۰۳۰
سیلیسیم	۰.۷۵	۰.۷۵
کروم	۱۶.۰-۱۸.۰	۱۶.۰-۱۸.۰
نیکل	۱۰.۰-۱۴.۰	۱۰.۰-۱۴.۰
نیتروژن	۰.۰۱	۰.۰۱
آهن	متعادل	متعادل
مولیبدن	۲.۰۰-۳.۰۰	۲.۰۰-۳.۰۰

۳-خواص مکانیکی: خواص مکانیکی در دمای اتاق

UTS Ksi (MPa)	0.2% YS Ksi (Mpa)	E % in 50.8mm	سختی راکول
۳۱۶ ۸۴ (۵۷۹)	۴۲ (۲۹۰)	۵۰	B۷۹
۳۱۶L ۸۱ (۵۵۸)	۴۲ (۲۹۰)	۵۰	B۷۹



۴-مقاومت در برابر خوردگی

آلیاژهای استنلس استیل ۳۱۶ و ۳۱۶L مقاومت در برابر خوردگی بهتری نسبت به آلیاژهای ۳۰۴ از خود نشان می دهند. این آلیاژها مقاومت در برابر حفره ای شدن و مقاومت خوبی در برابر اکثر مواد شیمیایی درگیر در صنایع کاغذ و نساجی دارند.

۵-عملیات حرارتی

استنلس استیل های ۳۱۶ به وسیله عملیات حرارتی قابل سخت شدن نیستند. آنیل: گرم کردن تا ۱۱۴۹ درجه سانتی گراد، سپس به سرعت کوئنچ می شود.

۶-شکل پذیری

آلیاژهای ۳۱۶ و ۳۱۶L به راحتی شکل گرفته و مورد کشش واقع می شوند.

۷-جوش پذیری

کلاس های آستنیتی استنلس استیل، عموماً جوش پذیری مناسبی با هر دو روش نفوذی و مقاومتی از خود نشان می دهند.

۸-کاربرد ها

محیط های حاوی کلر و آلوده دریایی، آب های شیرین، لوله ها، مخازن، پتروشیمی، صنایع کاغذ و خمیر کاغذ، کنترل آلودگی، نفت و هیدرومتالورژی



-استنلس استیل ۳۰۹- معروف به نسوز (تا ۱۰۰۰ درجه)

۱-مقدمه

آلیاژهای ۳۰۹ و ۳۰۹S استنلس استیل های آستنیتی کروم-نیکلی هستند که مقاومت عالی در برابر خوردگی و حرارت به اضافه استحکام خوب در دمای اتاق و دماهای بالا دارند. آلیاژ ۳۰۹S همان نوع ۳۰۹ اما با درصد کمتر کربن برای به حداقل رساندن ته نشینی کاربیدها و بهبود خواص جوشکاری می باشد. این آلیاژ الزاماً غیرمغناطیسی بوده که در حین کار سرد اندکی مغناطیسی می گردد.

۲-ترکیب شیمیایی

%	۳۰۹	۳۰۹S
کربن	۰.۲۰	۰.۰۸
منگنز	۲.۰۰	۲.۰۰
فسفر	۰.۰۴۵	۰.۰۴۵
گوگرد	۰.۰۳۰	۰.۰۳۰
سیلیسیم	۰.۷۵	۱.۵
کروم	۲۲.۰-۲۴.۰	۲۲.۰-۲۴.۰
نیکل	۱۲.۰-۱۵.۰	۱۱.۰-۱۳.۰
آهن	متعادل	متعادل

۳-آنالیز

استنلس استیل های ۳۰۹ و ۳۰۹S با توجه به استاندارد های زیر آنالیز می شوند.

۳۰۹	۳۰۹S
ASTM A۱۶۷	AMS۵۵۲۳
	ASTM A۲۴۰



۴- خواص مکانیکی

خواص مکانیکی در دمای اتاق

UTS Ksi (MPa)	0.2% YS Ksi (Mpa)	E % in 50.8mm	سختی راکول
۳۰۹	۹۵ (۶۵۵)	۵۰ (۳۴۵)	۴۵ B۸۵

۵- مقاومت در برابر خوردگی

آلیاژهای ۳۰۹ و ۳۰۹S مقاومت در برابر خوردگی فوق العاده ای دارند. مقاومت آنها در محیط های دریایی بسیار بیشتر از آلیاژ ۳۰۴ می باشد. مقاومت بالایی در مواجهه با مایعات سولفیتی از خود نشان می دهند و برای انتقال نیتریک اسید، ترکیبات نیتریک سولفید اسیدها، استیک، سیتریک و لاکتیک اسید کاملاً مناسب هستند.

این مواد عموماً به عنوان آلیاژهای مقاوم در برابر حرارت در نظر گرفته می شوند. گستره دمای تخریب آن در حدود ۱۰۹۳ درجه سانتی گراد است. این آلیاژها مقاومت مناسبی در هر دو سرویس مداوم و متناوب از خود نشان می دهند، اما نباید برای دماهای بالاتر از ۹۸۲ درجه سانتی گراد برای سرویس های متناوب استفاده گردند.

۶- عملیات حرارتی

استنلس استیل های ۳۰۹ به وسیله عملیات حرارتی قابل سخت شدن نیستند. آنیل: گرم کردن تا ۱۱۲۰ درجه سانتی گراد، سپس در آب یا به سرعت در هوا کوئنچ می شود.

۷- شکل پذیری

این آلیاژها را میتوان به راحتی به شکل رول، استامپ و مورد کشش قرار داد. به منظور کاهش سختی و بازگرداندن شکل پذیری از آنیل استفاده می شود. آلیاژ ۳۰۹ به شدت پایدار بوده و در حین کار سرد غیر مغناطیسی باقی می ماند. تغییر طول پایین باعث می شود شکل پذیری این سری از آلیاژها نسبت به بقیه آلیاژهای سری ۳۰۰ سخت تر باشد.



۸-جوش پذیری

کلاس های آستنیتی استنلس استیل، عموماً جوش پذیری مناسبی با هر دو روش نفوذی و مقاومتی از خود نشان می دهند.

۹-کاربرد ها

قطعات کوره، قطعات موتور هواپیما و جت، مبدل های حرارتی، تجهیزات انتقال سولفیت ها، آستر های کوره، دیگ های بخار، تجهیزات فرایند های شیمیایی و پالایش، قطعات اگزوز اتومبیل.



-استنلس استیل ۳۱۰- معروف به نسوز (۱۰۵۰ درجه و بیشتر)

۱-مقدمه

آلیاژ ۳۱۰، ترکیبی از خواص دما بالا با شکل پذیری خوب و قابلیت جوشکاری، برای شرایط دما بالا طراحی شده اند. این آلیاژ در مقابل سرویس مداوم در دماهای بالاتر از ۱۱۵۰ درجه سانتی گراد موجب کاهش گازهای سولفور می شوند. همچنین برای سرویس های متناوب تا دماهای بالاتر از ۱۰۴۰ درجه کاربرد دارند. مثل بقیه گرید های آستنیتی این آلیاژ ها چقرمگی عالی دارند، حتی پایین تر از دماهای برودت، اگرچه در این چنین محیط هایی از گرید های دیگر استفاده می شود. آلیاژ ۳۱۰S دارای ماکزیمم کربن ۰.۰۳٪ است، که گاهی برای محیط های خورنده ویژه، به خصوص محصولات اوره استفاده میشود.

۲-ترکیب شیمیایی

%	۳۱۰	۳۱۰S
کربن	۰.۲۵	۰.۰۸
منگنز	۲.۰۰	۲.۰۰
فسفر	۰.۰۴۵	۰.۰۴۵
گوگرد	۰.۰۳۰	۰.۰۳۰
سیلیسیم	۰.۷۵	۱.۵
کروم	۲۴.۰-۲۶.۰	۲۴.۰-۲۶.۰
نیکل	۱۹.۰-۲۲.۰	۱۹.۰-۲۲.۰

۳-خواص مکانیکی: خواص مکانیکی در دمای اتاق

سختی برینل	E % in 50.8mm	0.2% YS (Mpa)	UTS (MPa)	
۲۱۷	۴۰	۲۰۵	۵۱۵	۳۱۰
۲۱۷	۴۰	۲۰۵	۵۱۵	۳۱۰S

۴-کاربرد ها: قطعات کوره، لوله ها، مبدل های حرارتی، قطعات نفت سوز، سید های حرارتی، الکتروود ها و سیم جوش های پر کننده.



-استنلس استیل ۳۲۱- معروف به ضد سایش

۱-مقدمه

آلیاژ ۳۲۱ یک استنلس استیل تثبیت شده، مشابه نوع ۳۰۴ اما محتوی تیتانیوم اضافه، حداقل ۵ برابر کربن موجود است. این میزان تیتانیوم اضافه از تشکیل کاربیدها در حین جوشکاری و در دمای ۴۲۷ تا ۸۱۶ درجه سانتی گراد جلوگیری می کند. همچنین خواص دما بالای آلیاژ را بهبود می دهد.

این آلیاژ مقاومت در برابر خوردگی و اکسیداسیون عالی دارد و هم چنین دارای استحکام خزشی خوبی است.

۲-ترکیب شیمیایی

کربن	۰.۰۸
منگنز	۲.۰۰
فسفر	۰.۰۴۵
گوگرد	۰.۰۳۰
سیلیسیم	۰.۷۵
کروم	۱۷.۰-۱۹.۰
نیکل	۹.۰-۱۲.۰
نیتروژن	۰.۰۱
آهن	متعادل
تیتانیوم	$۵ \times (N+C) ۰.۷۰$

۳-خواص مکانیکی

خواص مکانیکی در دمای اتاق

UTS Ksi (MPa)	0.2% YS Ksi (Mpa)	E % in 50.8mm	سختی راکول
۳۲۱	۱۵ (۵۸۶)	۳۵ (۲۴۱)	۵۵
			B۹۰



۴-مقاومت در برابر خوردگی

رفتار مقاومت در برابر خوردگی آلیاژ ۳۲۱ مشابه ۳۰۴ است، با این تفاوت که مقاومت در برابر خوردگی مرزخانه ای به علت تثبیت تیتانیم اضافه در ساختار ۳۲۱ بهبود یافته است و مقاومت آن در برابر اسید های آلی و غیر آلی فوق العاده می باشد.

۵-عملیات حرارتی

استنلس استیل ۳۲۱ به وسیله عملیات حرارتی قابل سخت شدن نیستند. آنیل: گرم کردن تا ۱۱۲۰ درجه سانتی گراد، سپس در آب کوئنچ یا در هوا خنک می شود.

۶-شکل پذیری

این استنلس استیل به راحتی شکل گرفته و مورد کشش واقع می شود، اگرچه فشار بالاتری مورد نیاز است. همچنین حضور عناصر آلیاژی خاص باعث می شود که ۳۲۱ نسبت به سایر گرید های آستنییتی مثل ۳۰۴ سخت تر شکل بگیرد.

۷-جوش پذیری

کلاس های آستنییتی استنلس استیل، عموماً جوش پذیری مناسبی با هر دو روش نفوذی و مقاومتی از خود نشان می دهند.

۸-کاربرد ها

تجهیزات تمپر دما بالا، کاور های آنیل، سیستم های اکزوز ماشین های سنگین و دیزلی، فایروال، آستر دودکش، ریخته گری دیگ بخار، اجزا هواپیما و جت، سوپر هیترها، تجهیزات پالایش نفت و صنایع زیر دستی.



-استنلس استیل ۴۳۰- بگير

۱-مقدمه

آلیاژ ۴۳۰ یکی از گسترده ترین استنلس استیل های فریتی است که قابلیت سخت شوندگی ندارد. با وجود ۱۶ درصد کروم در ساختار، مقاومت در برابر خوردگی و حرارت و اکسیداسیون تا دمای حدود ۸۱۶ درجه سانتی گراد با خواص مکانیکی خوب پدید می آید. این آلیاژ استنلس استیلی غیر تثبیت شده است که برای همه حالت های جوشکاری مناسب نمی باشد.

این آلیاژ ها به استنلس استیل های بگير یا همان مغناطیسی مشهور هستند که علت آن ساختار فریتی آنها می باشد. فریت، فاز اصلی آلیاژهای آهن و دارای شبکه BCC می باشد. برای بدست آوردن ساختار فریتی بایستی عناصر فریت زا مانند کروم، آلومینیم، تیتانیم، نئوبیم و مولیبدن در حد بالا و عناصر آستنیت زا مانند نیکل، کربن و نیتروژن را در حد پایین نگاه داشت که در این بین کروم نقش مهمی دارد. با افزایش کروم دمای محیط منطقه آستنیت (گاما) به شدت محدود شده و ساختار غالب فریت (آلفا) می گردد. از آنجایی که کروم دارای ساختمان بلوری مشابه با ساختمان بلوری فریت است لذا این فلز ناحیه فازی فریت را گسترش می دهد و منطقه فازی آستنیت را محدود می کند.

۲-ترکیب شیمیایی

کربن	۰.۱۲
منگنز	۱.۰۰
فسفر	۰.۰۴
گوگرد	۰.۰۳۰
سیلیسیم	۱.۰۰
کروم	۱۶.۰-۱۸.۰
نیکل	۰.۷۵

۳-آنالیز

استنلس استیل های ۴۳۰ با توجه به استاندارد های AMS۵۵۰۳ - ASTM A۲۴۰ آنالیز می شوند.



۴-خواص مکانیکی: خواص مکانیکی در دمای اتاق

سختی راکول	E % in 50.8mm	0.2% YS Ksi (Mpa)	UTS Ksi (MPa)	۴۳۰
B۷۸	۲۸	۴۵ (۳۱۰)	۷۰ (۴۸۳)	

۵-مقاومت در برابر خوردگی

آلیاژ ۴۳۰ مقاومت به خوردگی عالی دارند، که شامل مقاومت در برابر نیتریک اسید به خوبی مقاومت در برابر گازهای سولفور و بسیاری از اسیدهای ارگانیک و غذایی می باشند. این آلیاژ مقاومت در برابر خوردگی حفره ای را فراهم نمی کند. به علت وجود کروم بالا در این آلیاژ در مقابل اکسیداسیون بسیار مقاوم است.

۶-عملیات حرارتی

آنیل: گرم کردن تا ۸۲۹ درجه سانتی گراد. سپس در هوا خنک یا در آب کوئنچ می شود.

۷-شکل پذیری

آلیاژ ۴۳۰ به راحتی شکل پذیر بوده و مورد کشش واقع می شود. خصوصیات کششی آن بیشتر شبیه به استیل های کم کربن است، اگرچه که در شرایط آنیل قوی تر بوده و کشش قویتر و افزایش قدرت را می طلبد. همچنین با اکثر عملیات های شکل دهی داغ سازگار است.

۸-جوش پذیری

کلاس های فریتی استنلس استیل، عموماً با هر دو روش نفوذی و مقاومتی جوش پذیر هستند، اما به میزان محدود.

۹-کاربرد ها: صنعت خودرو، محفظه های احتراق کوره، ظرفشویی ها، هود آشپزخانه، واحد های گرمایشی و گازسوز، زه کش، ناودانی، تجهیزات پالایش نفت، سقف، تجهیزات رستوران.



استنلس استیل مارتنزیتی - ۴۱۰

۱-مقدمه

آلیاژ ۴۱۰، استنلس استیلی از خانواده مارتنزیت ها است که مقاومت در برابر خوردگی عالی به اضافه استحکام بالا و سختی را فراهم می کند، که در هر دو شرایط آنیل و سخت شده مغناطیسی می باشد. هم چنین گستره وسیعی از خواص آن می تواند با عملیات های حرارتی متفاوت بهبود یابند.

این آلیاژ در کاربرد هایی که نیازمند مقاومت متوسط در برابر خوردگی و خواص مکانیکی خوب هستند، می تواند گزینه مناسبی باشد. این آلیاژ ها معمولاً در ساخت فنر های تخت، چاقو، ابزار آشپزخانه و از این دست ابزار استفاده می شوند.

۲-ترکیب شیمیایی

کربن	۰.۰۸-۰.۱۵
منگنز	۱.۰۰
فسفر	۰.۰۴۰
گوگرد	۰.۰۳۰
سیلیسیم	۱.۰۰
کروم	۱۱.۵-۱۳.۵
نیکل	۰.۷۵
آهن	متعادل

۳-آنالیز

آلیاژ ۴۱۰ با توجه به استاندارد های AMS 5504 و ASTM A240 آنالیز می شوند



۴-خواص مکانیکی

خواص مکانیکی در دمای اتاق

UTS Ksi (MPa)	0.2% YS Ksi (Mpa)	E % in 50.8mm	سختی راکول
۴۱۰	۶۵ (۴۵۰)	۳۰ (۲۰۵)	۲۰
			B۸۰

۵-مقاومت در برابر خوردگی

آلیاژ ۴۱۰ که تحت عملیات حرارتی قرار گرفته، مقاومت خوبی در برابر خوردگی در هوای عادی، آب و بعضی اسیدهای شیمیایی ملایم از خود نشان می دهد. به اضافه اینکه مقاومت رازی کننده ای در برابر نیتریک اسید، سولفوریک اسید غلیظ، استیک اسید رقیق و نفتا دارند. هم چنین مقاومت آن در برابر اسیدهای غذایی خوب است. این گرید در شرایط آنیل مقاومت ضعیفی در برابر خوردگی دارد که توصیه نمی شود.

۶-عملیات حرارتی

عملیات آنیل: حرارت دهی آرام تا دمای ۸۹۹-۸۱۶ درجه، کاهش دما تا ۵۹۳ درجه در کوره، سپس سرد کردن در هوا. عملیات سخت کردن: حرارت دهی تا ۱۰۱۰-۹۲۷ درجه، سرد کردن در هوا یا روغن. (که لازم است بعد از آن، عملیات حرارتی تنش گیری یا تمپر انجام گیرد).

عملیات تنش گیری: حرارت دهی تا ۴۲۷-۱۴۹ درجه به مدت ۱ تا ۲ ساعت، سپس سرد کردن در هوا.

عملیات تمپر: حرارت دهی تا ۷۶۰-۵۹۳ به مدت ۱ تا ۴ ساعت، سپس سرد کردن در هوا.

۷-شکل پذیری

آلیاژ ۴۱۰، خواص کار سرد معقولی دارد، به طوری که در شرایط آنیل تا حد قابل قبولی می تواند مورد کشش و شکل دهی قرار گیرد.



۸-جوش پذیری

کلاس مارتنزیتی استنلس استیل خواص جوش پذیری محدودی دارد که علت آن قابلیت سختی پذیری آن می باشد. در جوشکاری ورق های استنلس استیل مارتنزیتی که میزان کروم آن ها کمتر است، عملیات پیش گرم، عموماً تا دمای ۲۶۰ درجه نیاز نیست.

عملیات حرارتی بعد از جوشکاری باید جهت دستیابی به خواص مورد نیاز مد نظر قرار گیرد. البته لازم به ذکر است که این آلیاژ نسبت به بقیه آلیاژ های این خانواده دارای خواص جوشکاری بهتری است. تفاوت عمده در این آلیاژ میزان کمتر کربن در آن است که نیاز به عملیات حرارتی بعد از جوشکاری را حذف می کند.



-استنلس استیل مارتنزیتی - ۴۲۰

۱-مقدمه

آلیاژ ۴۲۰ استنلس استیلی مارتنزیتی است که مقاومت در برابر خوردگی آن مشابه آلیاژ ۴۱۰ است. تفاوت این دو در میزان کربن آنهاست، به طوری که به علت نیاز به خاصیت سختی، لازم است درصد کربن در ۴۲۰ به نسبت بالاتر باشد. هم چنین گرید ۴۲۰ میتواند حداکثر ۰.۵ درصد مولیبدن داشته باشد. این آلیاژ در هر دو حالت بازپخت و سخت کاری مغناطیسی بوده و حداکثر مقاومت در برابر خوردگی تنها در شرایط سخت کاری کامل و سخت کاری و تنش گیری امکان پذیر است.

در کاربرد هایی که نیازمند مقاومت خوب در برابر خوردگی و سختی بالا هستیم، این آلیاژ گزینه مناسبی است. این آلیاژ معمولاً در کاربردهای در دماهای بالاتر از ۴۲۷ درجه استفاده نمی شوند. به این علت که در دمای مذکور آلیاژ به شدت نرم شده و خواص ضد خوردگی خود را از دست می دهد. استفاده های معمول شامل ساخت کارد و چنگال، ابزار جراحی و دندانپزشکی، قیچی و از این قبیل محصولات می باشد.

۲-ترکیب شیمیایی

کربن	min ۰.۱۵
منگنز	۱.۰۰
فسفر	۰.۰۴۰
گوگرد	۰.۰۳۰
سیلیسیم	۱.۰۰
کروم	۱۲.۰-۱۴.۰
نیکل	۰.۷۵
مولیبدن	max ۰.۵
آهن	متعادل

۳-آنالیز

استنلس استیل های ۴۲۰ با توجه به استاندارد های AMS 5506 و ASTM A176 آنالیز می شوند.



۴-خواص مکانیکی

خواص مکانیکی در دمای اتاق

سختی	E % in 50.8mm	0.2% YS Ksi (Mpa)	UTS Ksi (MPa)	
راکول				
B۹۶	۱۵	- (-)	۱۰۰ (۶۹۰)	۴۲۰

۵-مقاومت در برابر خوردگی

آلیاژ ۴۲۰ مقاومت خوبی در هوای معتدل، آب معمولی، اسیدهای آلی، روغن خام، بنزین و این قبیل محیط ها از خود نشان می دهد. مانند گرید ۴۱۰، آلیاژ ۴۲۰ نیز باید در شرایط کار سختی و کار سختی تحت تنش استفاده گردد تا حداکثر مقاومت را در برابر خوردگی از خود نشان دهد. استفاده از این آلیاژ تحت شرایط آنیل به علت کاهش خواص خوردگی توصیه نمی شود.

۶-عملیات حرارتی

عملیات آنیل: برای رسیدن به نرمی حداکثر، به طور یکنواخت تا ۸۹۹-۸۱۶ درجه حرارت داده، سپس به آرامی در کوره سرد می کنیم.

عملیات سخت کاری: عملیات پیش گرم، سپس حرارت دادن تا ۱۰۶۶-۹۸۲ درجه، سپس سرد کردن در هوا یا روغن گرم.

عملیات تنش گیری: حرارت دهی تا ۴۲۷-۱۴۹ درجه به مدت ۱ تا ۳ ساعت، سپس سرد کردن در هوا یا روغن یا آب.

۷-شکل پذیری

اگر بازپخت با هدف حداکثر نرمی انجام گیرد، این آلیاژ به طور نسبی می تواند تحت کشش و شکل دهی قرار گیرد.



۸-جوش پذیری

کلاس های مارتنزیتی استنلس استیل به علت سخت شدن، قابلیت جوش پذیری محدودی دارند. لازم به ذکر است که برای جلوگیری از ترک سرد، عملیات پیش گرم تا دمای ۲۶۰ درجه مورد نیاز است. هم چنین عملیات حرارتی بعد از جوشکاری برای رسیدن به خواص مورد نیاز باید در نظر گرفته شود. البته در مقایسه با آلیاژ ۴۱۰، جوش پذیری ۴۲۰ محدودتر است. تفاوت عمده، محتوای کربن بیشتر آن است که هر دو عملیات پیش گرم و عملیات حرارتی بعد از جوشکاری را می طلبد.



- خلاصه خواص:

آنالیز شیمیایی آلیاژهای استنلس استیل با توجه به استاندارد ASTM A240 (%)

عناصر دیگر	نیتروژن	مولیبدن	نیکل	کروم	سیلیسیم	گوگرد	فسفر	منگنز	کربن	نوع
...	۰.۱۰	...	۸.۰-۱۰.۵	۱۷.۵-۱۹.۵	۰.۷۵	۰.۰۳۰	۰.۰۴۵	۲.۰۰	۰.۰۷	304
...	۰.۱۰	...	۸.۰-۱۲.۵	۱۷.۵-۱۹.۵	۰.۷۵	۰.۰۳۰	۰.۰۴۵	۲.۰۰	۰.۰۳۰	304L
...	...	...	۱۲.۰-۱۵.۰	۲۲.۰-۲۴.۰	۰.۷۵	۰.۰۳۰	۰.۰۴۵	۲.۰۰	۰.۰۸	309S
...	...	...	۱۹.۰-۲۲.۰	۲۴.۰-۲۶.۰	۱.۵	۰.۰۳۰	۰.۰۴۵	۲.۰۰	۰.۰۸	310S
...	۰.۱	۲.۰۰-۳.۰۰	۱۰.۰-۱۴.۰	۱۶.۰-۱۸.۰	۰.۷۵	۰.۰۳۰	۰.۰۴۵	۲.۰۰	۰.۰۸	316
...	۰.۱	۲.۰۰-۳.۰۰	۱۰.۰-۱۴.۰	۱۶.۰-۱۸.۰	۰.۷۵	۰.۰۳۰	۰.۰۴۵	۲.۰۰	۰.۰۳۰	316L
Ti 5×(C+N) min, 0.70 max	۰.۱	...	۹.۰-۱۲.۰	۱۷.۰-۱۹.۰	۰.۷۵	۰.۰۴۵	۰.۰۴۵	۲.۰۰	۰.۰۸	321
...	...	...	۰.۷۵	۱۱.۵-۱۳.۵	۱.۰۰	۰.۰۳۰	۰.۰۴۰	۱.۰۰	۰.۱۵-۰.۰۸	410
...	...	...	۰.۷۵	۱۲.۰-۱۴.۰	۱.۰۰	۰.۰۳۰	۰.۰۴۰	۱.۰۰	۰.۱۵ حداقل	420
...	...	...	۰.۷۵	۱۶.۰-۱۸.۰	۱.۰۰	۰.۰۳۰	۰.۰۴۰	۱.۰۰	۰.۱۲	430



خواص مکانیکی آلیاژهای استنلس استیل با توجه به استاندارد ASTM A240

نوع	حداقل استحکام کششی		حداقل استحکام تسلیم		% تغییر طول در هر ۵۰ mm	حداکثر سختی	
	ksi	MPa	ksi	MPa		برینل	راکول
304	۷۵	۵۱۵	۳۰	۲۰۵	۴۰	۲۰۱	۹۲
304L	۷۰	۴۸۵	۲۵	۱۷۰	۴۰	۲۰۱	۹۲
309S	۷۵	۵۱۵	۳۰	۲۰۵	۴۰	۲۱۷	۹۵
310S	۷۵	۵۱۵	۳۰	۲۰۵	۴۰	۲۱۷	۹۵
316	۷۵	۵۱۵	۳۰	۲۰۵	۴۰	۲۱۷	۹۵
316L	۷۰	۴۸۵	۲۵	۱۷۰	۴۰	۲۱۷	۹۵
321	۷۵	۵۱۵	۳۰	۲۰۵	۴۰	۲۱۷	۹۵
410	۶۵	۴۵۰	۳۰	۲۰۵	۲۰	۲۱۷	۹۶
420	۱۰۰	۶۹۰	...	...	۱۵	۲۱۷	۹۶
430	۶۵	۴۵۰	۳۰	۲۰۵	۲۲	۱۸۳	۸۹



حداکثر دمای قابل تحمل در برابر پوسته شدن در محیط های اکسیدی

متناوب	مستقیم	حداکثر دما (°C)
۸۷۰	۷۳۰	۴۳۰
۸۰۰	۸۳۰	۳۰۴، ۳۰۴L، ۳۲۱
۸۷۰	۹۲۰	۳۱۶، ۳۱۶L
۹۸۰	۱۱۰۰	۳۰۹S
۱۰۳۰	۱۲۰۰	۳۱۰S
۸۱۵	۷۰۵	۴۱۰
۷۳۵	۶۲۰	۴۲۰

کاربردها

نوع	کاربرد های عمومی
۴۳۰	سینک ظرفشویی، توالت، طراحی تجهیزات داخلی، کارد و چنگال و ظروف آشپزخانه، روکش و پوشش بام ساختمان
۳۰۴	ابزار پخت و پز، سینک، کارد و چنگال، تجهیزات سلف، بیمارستان، غذا و نوشیدنی ها، کشتارگاه ها، داروسازی، نفت و گاز، لوازم برودتی، مخازن و کشتی های حامل مایعات خورنده.
۳۲۱	اجزای کوره، تجهیزات در معرض دمای بالا و یا سیکل های آبی
۳۱۶	محیط های حاوی کلر و آلوده دریایی، آب های شیرین، لوله ها، مخازن، پتروشیمی، صنایع کاغذ و خمیر کاغذ، کنترل آلودگی، نفت و هیدرومتالورژی
۳۰۹	قطعات کوره، ظروف دما بالا، مبدل های کاتالیزوری، سیستم های اکزوز و غیره. گرید S از مقاومت بالایی نسبت به اکسیداسیون برخوردار است.
۳۱۰	قطعات کوره، لوله ها، مبدل های آمونیاک و غیره.
۴۱۰	ساخت فنر های تخت، چاقو، ابزار آشپزخانه و از این دست ابزار
۴۲۰	ساخت کارد و چنگال، ابزار جراحی و دندانپزشکی، قیچی



خواص مکانیکی

جوش پذیری	چقرمگی	شکل پذیری	خوردگی حفره ای	خوردگی عمومی	نوع	دسته بندی
محدود	پایین	خوب	متوسط	متوسط	۴۳۰	فربتی
عالی	عالی	عالی	خوب	خوب	۳۰۴	آستینیتی
عالی	عالی	عالی	خوب	خوب	۳۰۴L	
عالی	عالی	عالی	خوب	خوب	۳۲۱	
عالی	عالی	عالی	خیلی خوب	خیلی خوب	۳۱۶	
عالی	عالی	عالی	خیلی خوب	خیلی خوب	۳۱۶L	
خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	۳۰۹S	
خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	۳۱۰S	
محدود	نسبتاً خوب	نسبتاً خوب	نسبتاً خوب	نسبتاً خوب	۴۱۰	مارتنزیتی
محدود	نسبتاً خوب	نسبتاً خوب	نسبتاً خوب	نسبتاً خوب	۴۲۰	

مقایسه خواص فیزیکی فولاد های زنگ نزن و فولاد کربنی ساده

چگالی gr/cm ³	نقطه ذوب °C	گرمای ویژه J/Kg.°K	انبساط حرارتی μm/m °C	هدایت حرارتی W/m. °K	مقاومت الکتریکی Ohm.m	خاصیت مغناطیسی	گروه آلیاژی
۸.۱-۷.۹	۱۴۰۰-۱۴۵۰	۴۴۰-۵۰۰	۱۶-۱۸	۱۲-۱۷	۱۰۰-۷۰۰	ندارد	آستینیتی
۷.۷	۱۴۳۰-۱۵۱۰	۴۲۰-۴۶۰	۱۰-۱۳	۲۰-۳۰	۶۰۰-۷۰۰	زیاد	فربتی
۷.۷	۱۴۳۰-۱۵۱۰	۴۲۰-۴۶۰	۱۰-۱۳	۲۰-۳۰	۶۰۰-۷۰۰	زیاد	مارتنزیتی
۷.۸	۱۴۱۰-۱۵۰۰	۴۵۰-۴۸۰	۱۳-۱۴	۱۵	۸۰۰	متوسط	دوپلکس
۷.۸	۱۵۱۰	۴۵۰	۱۰-۱۳	۵۰-۶۰	۶۰۰-۷۰۰	زیاد	کربن استیل

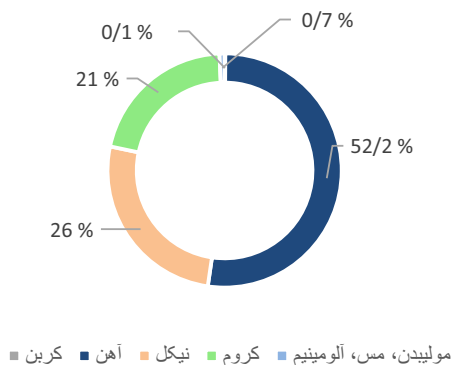


خواص فیزیکی برخی از استنلس استیل ها

شماره آلیاژ	نفوذ مغناطیسی	مقاومت الکتریکی Ohm.m	هدایت حرارتی W/m. °K		انبساط حرارتی $\mu\text{m/m } ^\circ\text{C}$			گرمای ویژه J/Kg.°K	نقطه ذوب °C	چگالی gr/cm ³
			۱۰۰ °C	۵۰۰ °C	-۱۰۰ °C	-۳۰۰ °C	-۵۰۰ °C			
304	۱.۰۲	۷۲۰	۱۶.۲	۲۱.۵	۱۷.۲	۱۷.۸	۱۸.۴	۵۰۰	۱۴۰۰-۱۴۵۰	۸.۰
304L	۱.۰۲									
309	۱.۰۲	۷۸۰	۱۵.۶	۱۸.۷	۱۵.۰	۱۶.۶	۱۷.۲	۵۰۰	۱۴۰۰-۱۴۵۰	۸.۰
310	۱.۰۲	۷۸۰	۱۴.۲	۱۸.۷	۱۵.۹	۱۶.۲	۱۷.۰	۵۰۰	۱۴۰۰-۱۴۵۰	۸.۰
314	۱.۰۲	۷۷۰	۱۷.۵	۲۰.۹		۱۵.۱		۵۰۰		۷.۸
316	۱.۰۲	۷۴۰	۱۶.۲	۲۱.۵	۱۵.۹	۱۶.۲	۱۷.۵	۵۰۰	۱۳۷۵-۱۴۰۰	۸.۰
316L	۱.۰۲								۱۳۷۵-۱۴۰۰	۸.۰
321	۱.۰۲	۷۲۰	۱۶.۱	۲۲.۲	۱۶.۶	۱۷.۲	۱۸.۶	۵۰۰	۱۴۰۰-۱۴۲۵	۸.۰
410	۱.۰۰-۷.۰۰	۵۷۰	۲۴.۹	۲۸.۷	۹.۹	۱۱.۴	۱۱.۶	۴۶۰	۱۴۸۰-۱۵۳۰	۷.۸
420		۵۵۰	۲۴.۹		۱۰.۳	۱۰.۸	۱۱.۷	۴۶۰	۱۴۵۰-۱۵۱۰	۷.۸
430	۱.۰۰-۶.۰۰	۶۰۰	۲۶.۱	۲۶.۳	۱۰.۴	۱۱.۰	۱۱.۴	۴۶۰	۱۴۲۵-۱۵۱۰	۷.۸



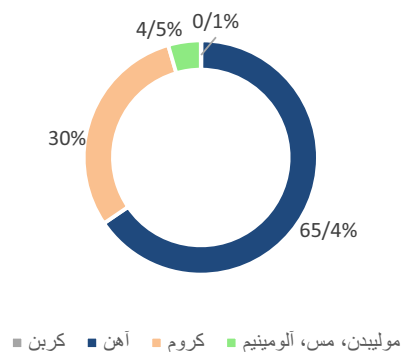
آستنی‌تی یا سری ۳۰۰



کربن	۰/۱
آهن	۵۲/۲
نیکل	۲۶
کروم	۲۱
مولیبدن، مس، آلومینیم	۰/۷

کاربرد: ساخت دیگ بخار، صنایع هوانوردی، اجزاء الکتریکی، لوله ها، مخازن مواد شیمیایی و خمره های مواد غذایی، کاربرد های دریایی، مخازن ...

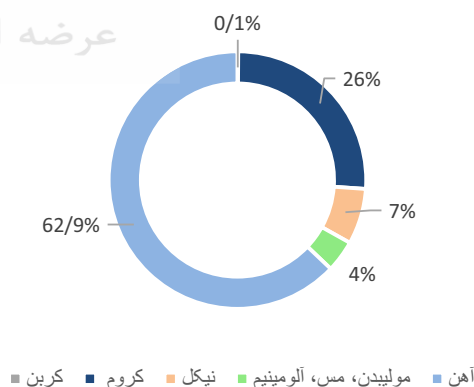
فریتی یا سری ۴۰۰



کربن	۰/۱
آهن	۶۵/۴
کروم	۳۰
مولیبدن، مس، آلومینیم	۴/۵

کاربرد: سیستم اگزوز خودرو، زنجیر های چرخ، ابزار پخت و پز، دیگ های بخار، لوازم الکتریکی خانگی، ابزار تراش، لوازم آشپزی، گرمایشی، مخازن آب داغ، لوله ها ...

آستنو فریتی یا دوپلکس

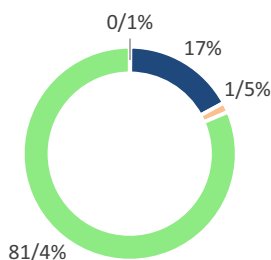


کربن	۰/۱
کروم	۲۶
نیکل	۷
مولیبدن، مس، آلومینیم	۴
آهن	۶۲/۹

کاربرد: مخازن آسفالت، لوله ها، ظروف غذا، سیلو ها، زنجیر های چرخ ...

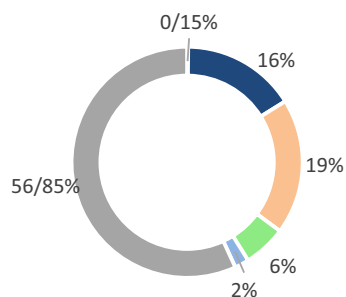


مارتنیتی



■ آهن ■ کروم ■ مولیبدن، مس، آلومینیم ■ کربن

آستنییتی حاوی منگنز یا سری ۲۰۰



■ آهن ■ منگنز ■ کروم ■ نیکل ■ مولیبدن، مس، آلومینیم ■ کربن

کربن	۰/۱
کروم	۱۷
مولیبدن، مس، آلومینیم	۱/۵
آهن	۸۱/۴

کربن	۰/۱۵
منگنز	۱۶
کروم	۱۹
نیکل	۶
مولیبدن، مس، آلومینیم	۲
آهن	۵۶/۸۵

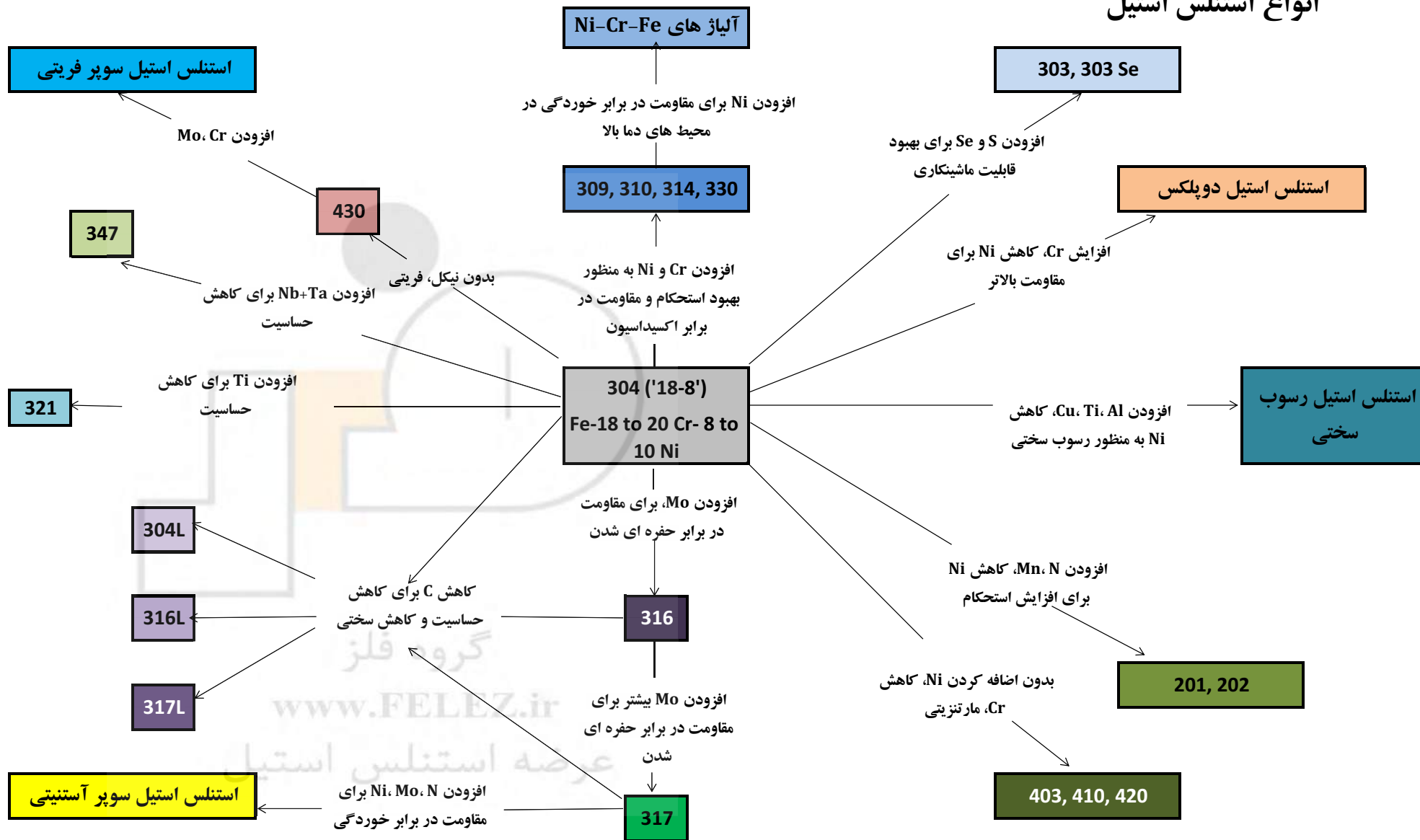
کاربرد: کارد و چنگال، ابزار برش، ابزار
گروه فلز ساخت و ساز ...

کاربرد: نفت، گاز، صنایع تولید کاغذ، بخش
های آب شیرین کن، صنایع شیمیایی

دسته عمده استنلس استیل



انواع استنلس استیل

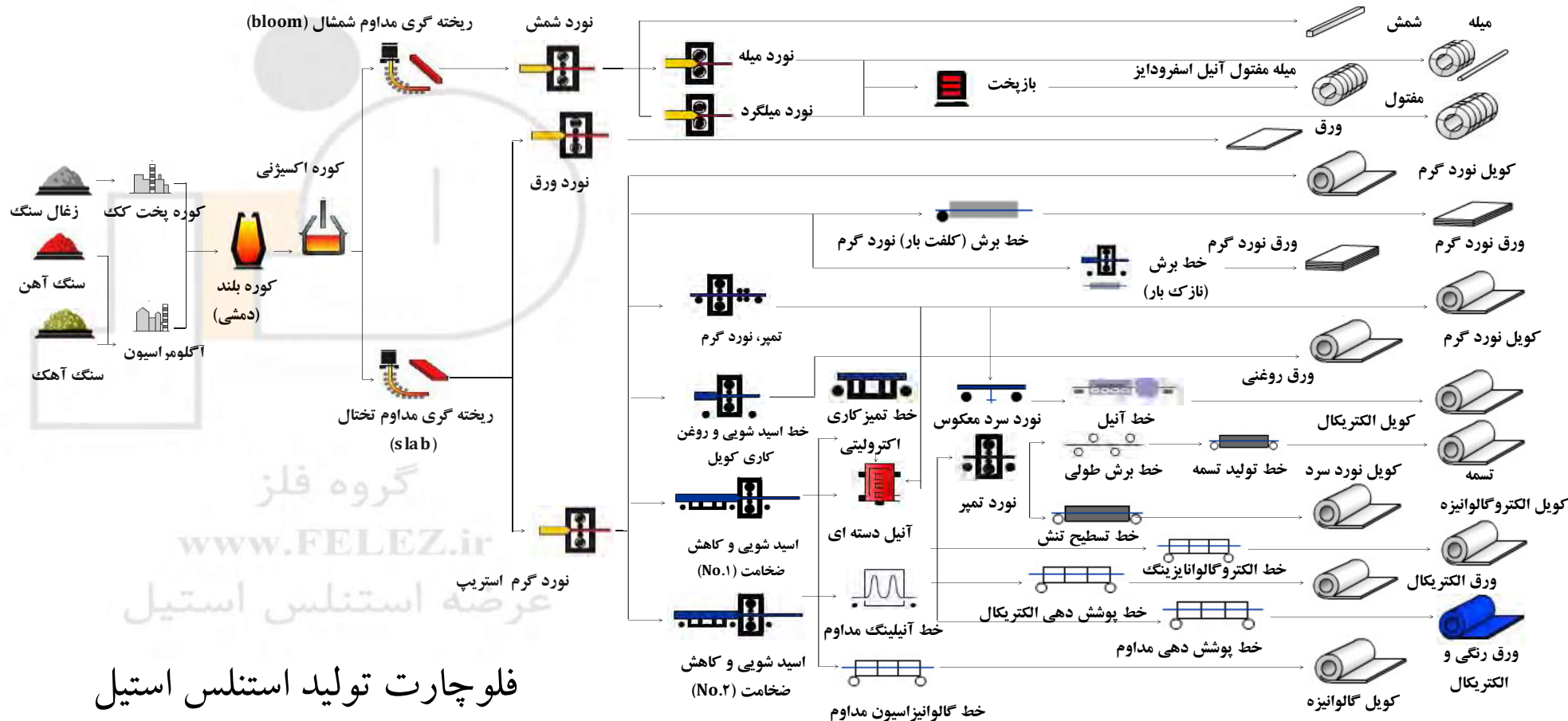




www.FELEZ.ir

گروه فلز
عرضه استنلس استیل

محصولات	نورد	تولید استیل	تولید آهن	مواد خام
---------	------	-------------	-----------	----------



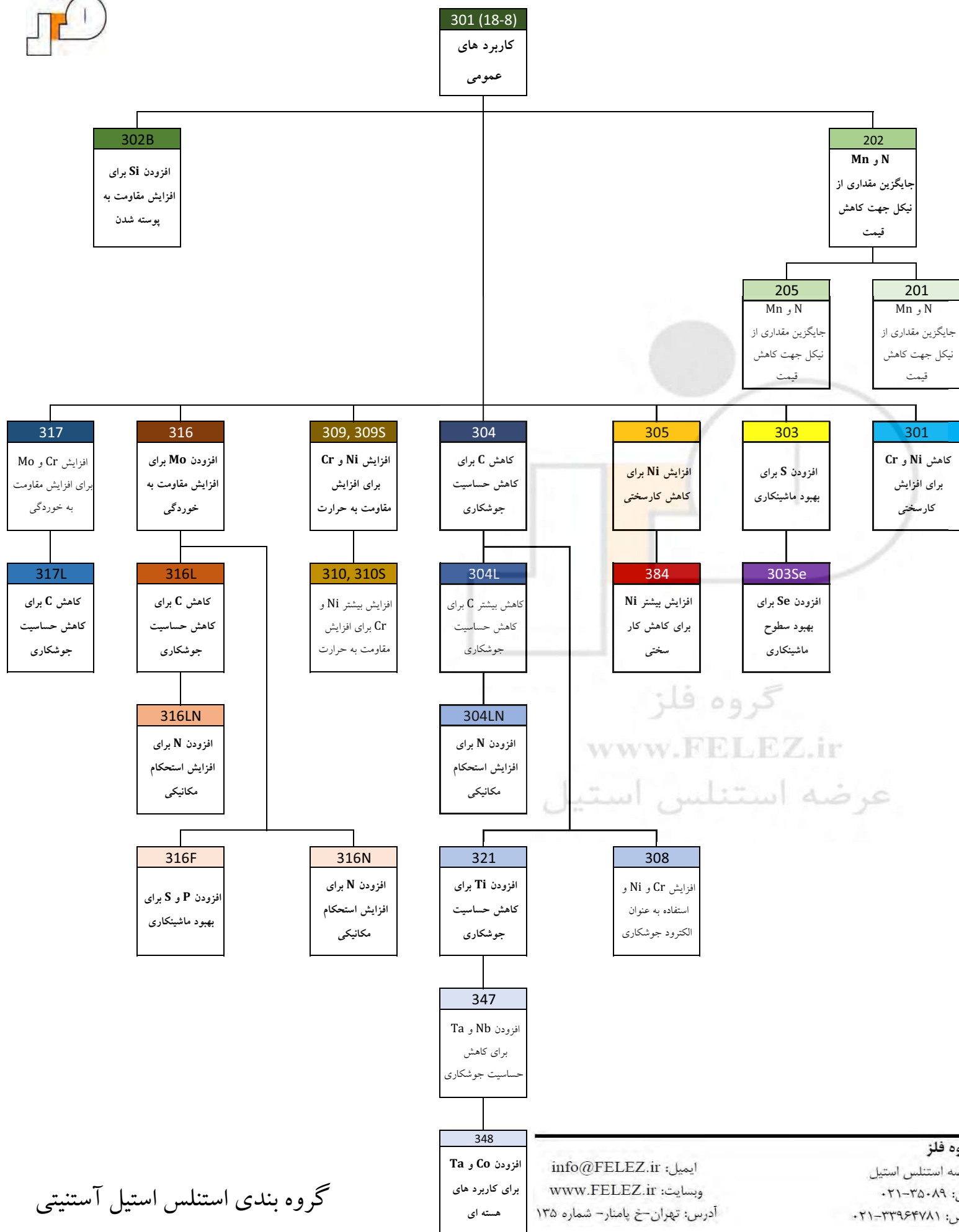
فلو چارت تولید استنلس استیل

ایمیل: info@FELEZ.ir

آدرس: تهران خ پامنار - شماره ۱۳۵

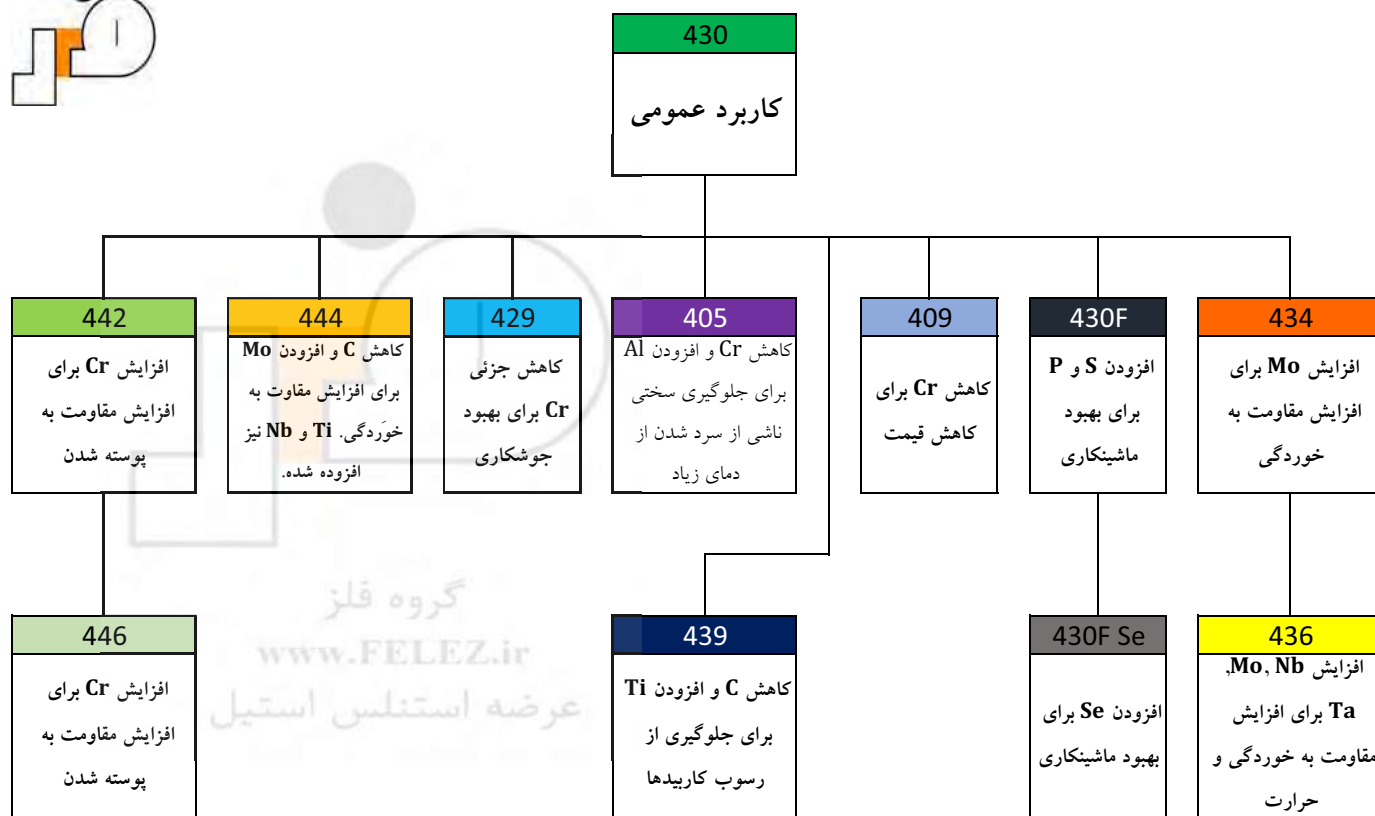
تلفن: ۰۲۱-۳۵۰۸۹

فکس: ۰۲۱-۳۳۹۶۴۷۸۱

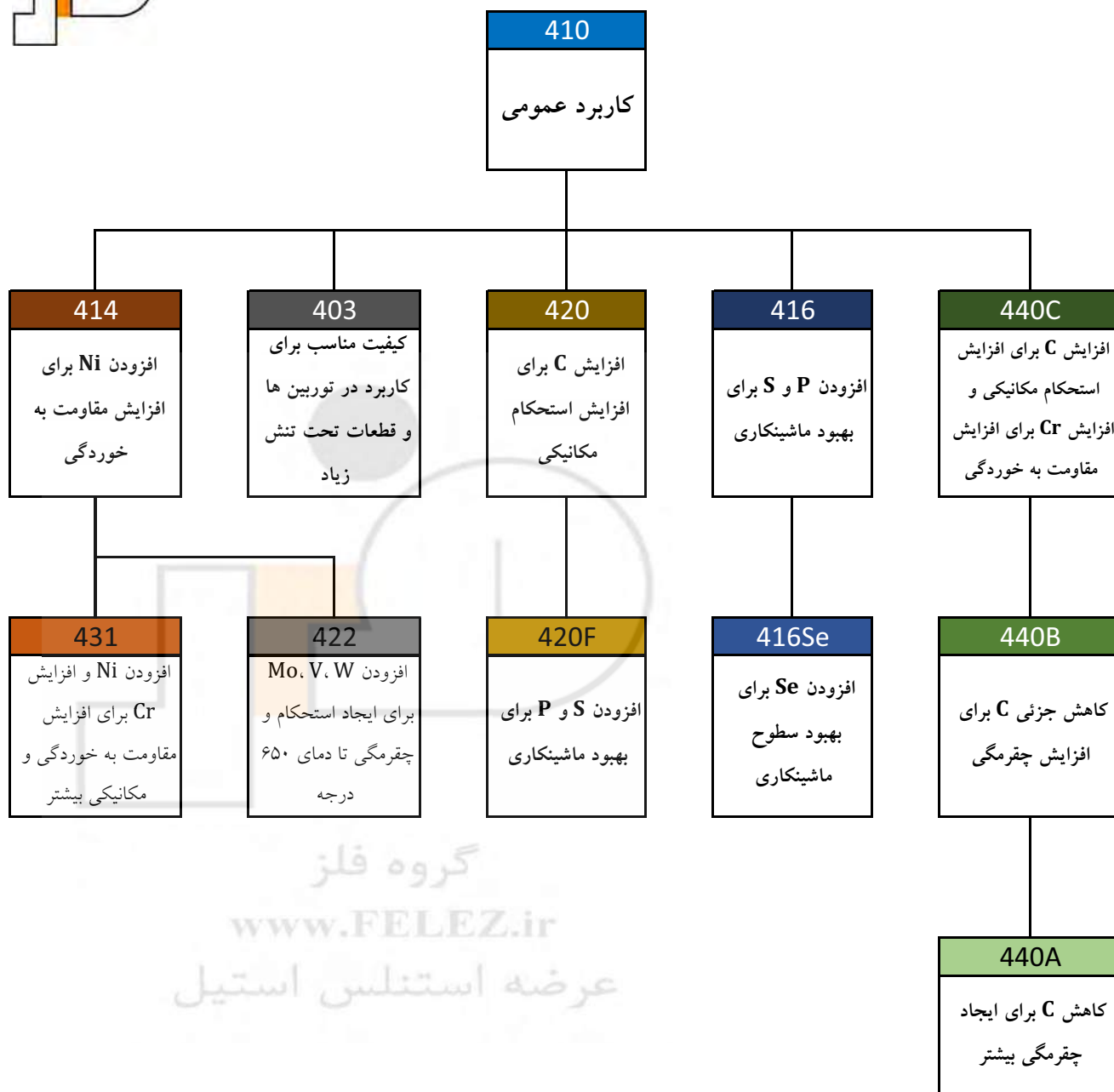


گروه بندی استنلس استیل آستیتی

گروه فلز
عرضه استنلس استیل
تلفن: ۰۲۱-۳۵۰۸۹
فکس: ۰۲۱-۳۳۹۶۴۷۸۱
ایمیل: info@FELEZ.ir
وبسایت: www.FELEZ.ir
آدرس: تهران - خ پامنار - شماره ۱۳۵



گروه بندی استنلس استیل های فرتی



گروه بندی استنلس استیل مارتنزیتی



www.FELEZ.ir

گروه فلز
عرضه استنلس استیل

شماره گذاری فولاد ها بر اساس استاندارد EN10027-2

1.XXXX



۱	نشانگر فولاد
XX چپ	گروه فولاد (جدول ذیل)
XX راست	سریال فولاد

گروه های فولادی									
فولاد های غیر آلیاژی		فولاد های آلیاژی		فولاد های غیر آلیاژی		فولاد های آلیاژی		فولاد های غیر آلیاژی	
فولاد های پایه	فولاد های کیفی	فولاد های ویژه	فولاد های کیفی	فولاد های ویژه	فولاد های کیفی	فولاد های ویژه	فولاد های کیفی	فولاد های ویژه	فولاد های کیفی
00 فولاد پایه	10 فولاد های با خواص فیزیکی ویژه	20 فولاد های ابزار	30 فولاد های متفرقه	40 استنلس استیل متداول و مقاوم به حرارت	50 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	60 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	70 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	80 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	90 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار
		Cr		استنلس استیل حاوی: Ni < 2.5% و فاقد: Mo, Nb, Ti	Mn, Si, Cu	Cr, Ni 2% ≤ Cr < 3%	Cr	Cr-Si-Mo Cr-Si-Mn-Mo Cr-Si-Mo-V Cr-Si-Mn-Mo-V	Cr-Si-Mo Cr-Si-Mn-Mo Cr-Si-Mo-V Cr-Si-Mn-Mo-V
01 فولاد های ساختمانی مرسوم با: Rm < 500 N/mm2	11 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار با: C < 0.50%	21 فولاد های ابزار	31 فولاد های متفرقه	41 استنلس استیل حاوی: Mo & Ni < 2.5% فاقد: Nb, Ti	51 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	61 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	71 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	81 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	91 فولاد های ساختمانی مرسوم با: Rm < 500 N/mm2
		Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-Si			Mn-Si Mn-Cr		Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-B Cr-Si-Mn	Cr-Si-V Cr-Mn-V Cr-Si-Mn-V	
02 دیگر فولاد های ساختمانی بدون نیاز به عملیات حرارتی با: Rm < 500 N/mm2	12 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار با: C ≥ 0.50%	22 فولاد های ابزار	32 فولاد های تند بر حاوی Co	42 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	52 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	62 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	72 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	82 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	92 دیگر فولاد های ساختمانی بدون نیاز به عملیات حرارتی با: Rm < 500 N/mm2
		Cr-V Cr-V-Si Cr-V-Mn Cr-V-Mn-Si			Mn-Cu Mn-V Si-V Mn-Si-V	Ni-Si Ni-Mn Ni-Cu	Cr-Mo + Mo < 0.35% Cr-Mo-B	Cr-Mo-W Cr-Mo-W-V	
03 فولاد های با متوسط کربن C < 0.12% با Rm < 400 N/mm2	13 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار با الزامات ویژه	23 فولاد های ابزار	33 فولاد های تند بر حاوی Co	43 استنلس استیل حاوی: Ni ≥ 2.5% فاقد: Mo, Nb, Ti	53 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	63 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	73 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	83 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	93 فولاد های با متوسط کربن C < 0.12% با Rm < 400 N/mm2
		Cr-Mo Cr-Mo-V Mo-V			Mn-Ti Si-Ti	Ni-Mo Ni-Mo-Mn Ni-Mo-Cu Ni-Mo-V Ni-Mn-V	Cr-Mo Mo ≥ 0.35%	Cr-Si-Ti Cr-Mn-Ti Cr-Si-Mn-Ti	
04 فولاد های با متوسط کربن: 0.12% ≤ C < 0.25% یا 400 ≤ Rm < 500 N/mm2	14 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	24 فولاد های ابزار	34 فولاد های متفرقه	44 استنلس استیل حاوی: Ni & Mo ≥ 2.5% فاقد: Nb, Ti	54 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	64 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	74 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	84 فولاد های ساختمانی، مهندسی و مخازن تحت فشار	94 فولاد های با متوسط کربن: 0.12% ≤ C < 0.25% یا 400 ≤ Rm < 500 N/mm2
		W Cr-W			Mo Nb, Ti, V, W				

ایمیل: info@FELEZ.ir

آدرس: تهران - خیابان پامنار - شماره ۱۳۵

تلفن: ۰۲۱-۳۵۰۸۹

فکس: ۰۲۱-۳۳۹۶۴۷۸۱



www.FELEZ.ir

گروه فلز
عرضه استنلس استیل

شماره گذاری فولاد ها بر اساس استاندارد EN10027-2

1.XXXX



۱	نشانه فولاد
XX چپ	گروه فولاد (جدول ذیل)
XX راست	سریال فولاد

گروه های فولادی									
فولاد های غیر آلیاژی		فولاد های آلیاژی		فولاد های آلیاژی		فولاد های آلیاژی		فولاد های آلیاژی	
فولاد های پایه	فولادهای کیفی	فولاد های ویژه	فولادهای کیفی	فولاد های ویژه	فولادهای کیفی	فولاد های ویژه	فولادهای کیفی	فولاد های ویژه	فولادهای کیفی
				استنلس استیل متداول و مقاوم به حرارت	فولاد های متفرقه	فولاد های ابزار			
05 فولاد های با متوسط کربن: $0.25\% \leq C < 0.55\%$ یا $500 \leq Rm < 700 \text{ N/mm}^2$	15 فولاد ابزار	25 حاوی: W-V Cr-W-V	35 فولاد پاتاقان	45 استنلس استیل حاوی افزودنی های ویژه	55 حاوی: B Mn-B Mn < 1.65%	65 حاوی: Cr-Ni-Mo با Mo < 0.4% + Ni < 0.2%	75 حاوی: Cr-V با Cr < 2.0%	85 فولاد های نیتروژنی	95 فولاد های با متوسط کربن: $0.25\% \leq C < 0.55\%$ یا $500 \leq Rm < 700 \text{ N/mm}^2$
06 فولاد های با متوسط کربن: $C \geq 0.55\%$ یا $Rm \geq 700 \text{ N/mm}^2$	16 فولاد ابزار	26 حاوی: W به جز گروه های 24، 25 و 27	36 مواد با خواص ویژه مغناطیسی فاقد Co	46 آلیاژهای نیکل مقاوم به حرارت و مواد شیمیایی	56 حاوی: Ni با: Mo < 0.4% + 2.0 ≤ Ni < 3.5%	66 حاوی: Cr-Ni-Mo با: Mo < 0.4% + 2.0 ≤ Ni < 3.5%	76 حاوی: Cr-V با: Cr ≥ 2.0%	86 فولاد های با متوسط کربن: $C \geq 0.55\%$ یا $Rm \geq 700 \text{ N/mm}^2$	96 فولاد های با متوسط کربن: $C \geq 0.55\%$ یا $Rm \geq 700 \text{ N/mm}^2$
07 فولاد های با محتوای S و P بالاتر	17 فولاد ابزار	27 حاوی: Ni	37 مواد با خواص ویژه مغناطیسی و وجود Co	47 استنلس استیل مقاوم به حرارت با: Ni < 2.5%	57 حاوی: Cr-Ni با: Cr < 1.0%	67 حاوی: Cr-Ni-Mo با: Mo < 0.4% + 3.5% ≤ Ni < 5.0% Mo ≥ 0.4% یا	77 حاوی: Cr-Mo-V	87 فولاد فاقد قابلیت عملیات حرارتی	97 فولاد های با محتوای S و P بالاتر
	18 فولاد ابزار	08 فولاد های با خواص فیزیکی ویژه	38 مواد با خواص فیزیکی ویژه فاقد Ni	48 استنلس استیل مقاوم به حرارت با: Ni ≥ 2.5%	58 حاوی: Cr-Ni با: 1.0 ≤ Cr < 1.5%	68 حاوی: Cr-Ni-V Cr-Ni-W Cr-Ni-V-W	78 فولاد های دارای استحکام جوشکاری بالا و فاقد قابلیت جوشکاری	88 فولاد های دارای استحکام جوشکاری بالا و فاقد قابلیت جوشکاری	98 فولاد های با خواص فیزیکی ویژه
	19 عرضه استنلس استیل	09 فولاد های مختص کاربردهای دیگر	39 مواد با خواص فیزیکی ویژه و وجود Ni	49 مواد با خواص تحمل دما بالا	59 حاوی: Cr-Ni با: 1.5% ≤ Cr < 2.0%	69 حاوی: Cr-Ni به جز گروه های 57 و 68	79 حاوی: Cr-Mn-Mo Cr-Mn-Mo-V	89 فولاد های دارای استحکام جوشکاری بالا و فاقد قابلیت جوشکاری	99 فولاد های مختص کاربردهای دیگر

Rm= استحکام کششی

ایمیل: info@FELEZ.ir

آدرس: تهران - خیابان پامنار - شماره ۱۳۵

تلفن: ۰۲۱-۳۵۰۸۹

فکس: ۰۲۱-۳۳۹۶۴۷۸۱



www.FELEZ.ir

گروه فلز

عرضه استنلس استیل

نمایشگاه نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی، تهران، اردیبهشت ۱۳۹۳



ایمیل: info@FELEZ.ir
آدرس: تهران-خ پامنار-شماره ۱۳۵

تلفن: ۰۲۱-۳۵۰۸۹
فکس: ۰۲۱-۳۳۹۶۴۷۸۱



www.FELEZ.ir

گروه فلز

عرضه استنلس استیل

نمایشگاه صنعت تهران، مهرماه ۱۳۹۴



ایمیل: info@FELEZ.ir
آدرس: تهران - خیابان پامنار - شماره ۱۳۵

تلفن: ۰۲۱-۳۵۰۸۹
فکس: ۰۲۱-۳۳۹۶۴۷۸۱



www.FELEZ.ir

گروه فلز

عرضه استنلس استیل

نمایشگاه صنعت اصفهان، آبان ماه ۱۳۹۴



ایمیل: info@FELEZ.ir
آدرس: تهران - خ پامنار - شماره ۱۳۵

تلفن: ۰۲۱-۳۵۰۸۹
فکس: ۰۲۱-۳۳۹۶۴۷۸۱



www.FELEZ.ir

گروه فلز

عرضه استنلس استیل

نمایشگاه نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی، تهران، اردیبهشت ۱۳۹۵



ماکت اتومبیل فورد مدل - T1911

ساخته شده از استنلس استیل 316L

مقیاس ۱,۱



www.FELEZ.ir

گروه فلز

عرضه استنلس استیل

نمایشگاه صنعت تهران، مهرماه ۱۳۹۵



DODGE TOMAHAWK

8277cc 10-Cylinder

ماکت موتور دوج توماهاک

ساخته شده از آلیاژ استنلس استیل 316L

مقیاس ۱،۱

ایمیل: info@FELEZ.ir

آدرس: تهران-خ پامنار-شماره ۱۳۵

تلفن: ۰۲۱-۳۵۰۸۹

فکس: ۰۲۱-۳۳۹۶۴۷۸۱



www.FELEZ.ir

گروه فلز

عرضه استنلس استیل

نمایشگاه نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی، تهران، اردیبهشت ۱۳۹۶



ایمیل: info@FELEZ.ir
آدرس: تهران-خ پامنار-شماره ۱۳۵

تلفن: ۰۲۱-۳۵۰۸۹
فکس: ۰۲۱-۳۳۹۶۴۷۸۱



www.FELEZ.ir

گروه فلز

عرضه استنلس استیل

نمایشگاه صنعت ساختمان شیراز، تیرماه ۱۳۹۶



ایمیل: info@FELEZ.ir
آدرس: تهران - خ پامنار - شماره ۱۳۵

تلفن: ۰۲۱-۳۵۰۸۹
فکس: ۰۲۱-۳۳۹۶۴۷۸۱



www.FELEZ.ir

گروه فلز

عرضه استنلس استیل

نمایشگاه صنعت تبریز، تیرماه ۱۳۹۶



ایمیل: info@FELEZ.ir
آدرس: تهران-خ پامنار-شماره ۱۳۵

تلفن: ۰۲۱-۳۵۰۸۹
فکس: ۰۲۱-۳۳۹۶۴۷۸۱