ضمیمه: متن مقاله نوشته شده توسط دبلیو.اچ. ماربل در سال ۱۹۲۰

برگرفته از "فولاد ضـــد زنگ–عملیات، خواص و کاربردهای آن،" *مجموعه مقالات انجمن عملیات فولاد آمریکا*، جلد ۱، دسامبر ۱۹۲۰، ص ۱۷۰–۱۷۹:

"تقاضـا برای یک ماده ی اولیه زنگ نزن و مقاوم در برابر لکه برای سـاخت چاقو و دیگر ابزارها یا تجهیزات برش، زمینه ی بزرگی برای حضـور اسـتنلس اسـتیل فراهم کرد و این احتمالاً یکی از اولین کاربردهای آن بوده است. از آن زمان به بعد، آزمایش های علمی به طور قطعی ثابت کرده اند که یک تیغه ی ساخته شده از استنلس استیل که به خوبی ساخته شده و سپس تحت عملیات سخت کاری و تمپر قرار گرفته، با توجه به عناصـر آلیاژی که به آن اضـافه شـده، در زمره ی بهترین محصـولات از نظر مقاومت در برابر زنگ زدگی و لکه قرار می گیرد."

در طول جنگ جهانی دوم، کلیه تجهیزات استنلس استیل در انگلیس توسط وزارت دفاع مصادره شد. بخش عمده ای از این ماده برای هدفی مشـابه، به منظور طراحی و سـاخت دریچه های خروجی موتور هواپیما، که لازمه آن داشـتن اسـتحکام بالا و همچنین مقاومت در برابر فرسـایش در دماهای بالا بود، مورد اسـتفاده قرار گرفت. کاربردهای بعدی این آلیاژ در این کشـــور روند طبیعی خود را طی نمود و در حجم های زیاد به جای فولادهای نیکل بالا و آلیاژهای تنگستن بالا به کار گرفته شد.

همچنین گفته شده که "استنلس استیل، نتیجه و محصول غیر مستقیم فرآیند بهبود ساخت آلیاژهای آهنی فاقد کربن می باشد."

عرضه استنلس استیل

تحقیقات قبلی

www.FELEZ.ir

در ســـال ۱۹۱۷، دکتر دبلیو. اچ. هاتفیلد (*دبلیو. اچ. هاتفیلد، عملیات حرارتی فولادهای هواپیمایی، مهندس خودرو، ۱۹۱۷، جلد ۷*)، که در آزمایشـگاه تحقیقاتی براون–فرث واقع در شـفیلد انگلیس مشـغول به کار بود، نتایج حاصـل از آزمایش های کشـش و ضـربه فولادی حاوی ۰/۳ درصـد کربن و ۱۳ درصـد کروم را منتشـر نمود. وی همچنین بین کوئنچ در هوا، روغن و آب در ادامه عملیات های تمپر دما بالا مقایســـه هایی انجام داد. برخی از نتایج کارهای او، در قالب گزارشـــی که به هیأت مشـــترک آهن و فولاد SAE (*مجله انجمن مهندسین خودرو، جلد ۵، شماره ۳، سپتامبر ۱۹۱۹، صفحات ۲۶۲ و ۲۶۳*) و ASTM ارائه شـد، گنجانده

شـده اسـت. این گزارش همچنین دربرگیرنده بحث مختصـری در رابطه با روش های مناسـب کار، عملیات حرارتی آنیل و پرداخت کاری اسـتنلس اسـتیل می باشـد. نموداری از نتایج آزمایشـات پوسـته شـدن، بر روی استنلس استیل، فولاد تندبر و سایر فولادهای آلیاژی در این گزارش آمده است.

آقایان فرنچ و یامائوچی (French, Yamauchi) (عوامل واحد استاندارد ایالات متحده)، نتایج حاصـل از انواع کوئنچ و عملیات های تمپر را از نقطه نظر مهندسی شیمی و متالورژی، در قالب جدولی بسیار ارزشمند نشان دادند (*اچ.جِی. فرنچ و یوشیتو یامائوچی، "عملیات حرارتی استنلس استیل کروم بالا"، مهندسی شیمی و متالورژی، جلد ۲۳، شماره ۱، ۷ جولای ۱۹۲۰*).

نتایج ارائه شده توسط این دو نشانگر این موضوع است که کوئنچ از حدود ۹۵۰ درجه سانتیگراد با وجود عدم دستیابی به سختی حداکثر، ترکیبی از استحکام و شکل پذیری فوق العاده ایجاد می کند. شکل پذیریِ اندازه گیری شده از طریق تغییر طول و کاهش سطح مقطع در نمونه هایی که از دمای ۱۰۱۰ درجه سانتی گراد و بالاتر کوئنچ شـده بودند، بسـیار کم می باشـد. سـختی حداکثر عموماً در حدود ۱۰۶۵ درجه سـانتی گراد قابل دسـتیابی اسـت و سـریعترین تغییرات در خواص کشـشـی و سـختی در عملیاتِ بازپختِ انجام شـده در دماهای بین ۴۲۶ تا ۵۳۷ درجه سانتی گراد اتفاق می افتد.

در حال حاضـر، آقایان سیدل و هورویتز (Seidell, Horvitz) در آزمایشـگاه تسـت مواد نیویورک، پس از انجام آزمایشـاتی برای یافتن رابطه ی بین سـختی و کاربیدهای دوگانه در محلول، به نتایجی دسـت یافتند. این نتایج بیانگر این اسـت که در صـورت کوئنچ از دمای ۱۱۷۷ درجه سـانتی گراد، حداکثرِ سـختی در آلیاژ بدست خواهد آمد. پس از عملیات مناسب کشش تحت این شرایط، استحکام کششی و شکل پذیری حداکثر می باشـند. آنها همچنین با اسـتفاده از نانوذرات نوری نشـان دادند ریزترکیباتِ اسـتنلس اسـتیل، البته با استثنائاتی جزئی، مشابه ریزترکیبات فولاد کربنی ساده می باشد.

www.FELEZ.ir

الوود هاینز، طی سـخنرانی ای در حضـور انجمن مهندسـان غرب پنسـیلوانیا در ۲۵ نوامبر ۱۹۱۹، اسـتنتاجات ذیل را در نتیجه آزمایشات صورت گرفته در طول چند سال گذشته، ارائه داد:

- اگر محتوای کروم بیشتر از ۸ درصد باشد، آلیاژها عملاً در مقابل اسید نیتریک در امان خواهند بود.
- اگر تا حالت گداختگی حرارت داده شوند، می توان آنها را سخت نمود.
- کاملاً انعطاف پذیر هستند.
- اگر محتوای کربن زیر یک درصد نگه داشته شود، به راحتی می توان روی آن کار انجام داد.

او همچنین اظهار داشت مقاومت این آلیاژ در برابر انواع اسیدها، بیشتر به دلیل ترکیب شیمیایی آن می باشد. اگرچه کوئنچ در آب مقاومت آن را تا حد قابل توجهی افزایش می دهد، اما برای جلوگیری از انقباض های موضعی و تنش در محصول نهایی، بهتر است از روغن برای این کار استفاده شود. آزمایشات هاینز نشان داد قطعات آهنگری سرد شده در هوا، بسته به ترکیب دقیق شیمیایی و بالاترین دمایی که قبل از آهنگری به آن رسیده، از دانه بندی بسیار ریز و کیفیت برشکاری خوبی برخوردار می باشد و علیرغم گرمای کاریِ بسیار بالای این فولاد، قطعات در طول عملیات آهنگری تقریباً هیچگونه حالت پوسته پوسته شدن از خود نشان نمی دهند. با افزایش محتوای کربن در این آلیاژها، پس از عملیات حرارتی و کوئنچ، به حدی سخت می شوند که با استفاده از آنها می توان روی شیشه ها خط انداخت. برای ریخته گری های با حجم کم می توان از قالب های دارای مبرد استفاده کرد.

ترکیب شیمیایی

انتخاب یک ترکیب استاندارد، نتیجه آزمایش های بیشماری بوده که نشان می دهد در برخی محدوده ها با افزایش درصد کروم و کاهش محتوای کربن، خواص ضد زنگ افزایش می یابد.

کربن	۰/۲۰ تا ۰/۴۰ درصد
کروم	۱۱/۴۰ تا ۴۰ درصد
منگنز	حداکثر ۰/۵۰ درصد
سیلیسیوم	حداکثر ۰/۳۰ درصد
گوگرد و فسفر	تا حد ممکن کم باشد.

مسئله افزایش محدوده کربن و همچنین تأثیر محتوای بالاتر سیلیسیوم، بدون اینکه تغییری در ترکیبات دیگر عناصر داده شود، تحت بررسی کامل و جامعی قرار گرفته است.

خلاصه ای از اثرات برخی عناصر آلیاژی بر خواص مختلف آلیاژ در ذیل ارائه شده است:

تأثیرات عناصر مختلف

کربن– میزان کربن موجود در استنلس استیل بین ۰/۲۵ تا ۰/۴۰ درصد می باشد. اگر محتوای کربن کمتر از ۰/۲۵ درصد باشد، استنلس استیل قابلیت سخت شدن نخواهد داشت، درحالی که اگر این مقدار بیشتر از ۰/۴۰ درصد باشد، آهنگری آن دشوار می شود و خواص غیرخورندگی آن شروع به از بین رفتن می کند. فولاد زنگ نزن با ترکیبات مشخص، اگر به درستی سخت شده باشد، دارای ساختاری مارتنزیتی با

کاربیدهای آهن دوتایی به شکل کروی و همچنین کروم می باشد. فولاد با توجه به میزان کربن موجود در آن، دارای درجه سختی های متفاوتی می باشد.

کروم- کروم مهمترین عنصر است و در واقع تنها عنصر آلیاژی مورد استفاده می باشد. به علت وجود کروم است که استنلس استیل مقاومت خود در برابر اکسیدهای مختلف و عوامل خورنده را کسب می کند. کروم، کاربیدهایی با کروم تشکیل می دهد. این ترکیب نه تنها خواص سختیِ لازم برای آلیاژ را فراهم می کند، بلکه به خودی خود یکی از سخت ترین مواد شناخته شده به منظور مقاومت در برابر خوردگی و اکسیداسیون می باشد. آهن خالص همچنین به عنوان فلزی که مقاومت زیادی در برابر اسیدها و شرایط اکسیدی دارد، شناخته می شود و از آنجا که استنلس استیل سخت شده از نظر تئوری، یک ماتریس آهن حاوی کاربید کروم می باشد، ترکیبی آلیاژی ارائه می دهد و در برابر لکه و یا زنگ زدن از مقاومت بسیار بالایی برخوردار است.

سیلیسیوم- سیلیسیوم اثر سختی کربن را خنثی و در نتیجه این امکان را برای آلیاژ فراهم می کند که بتواند از درصدهای بالاتر کربن استفاده نماید. این عنصر همچنین تمایل به حذف ناخالصی و اکسیدهای گازی دارد. این موضوع به تولید فولادی سالم تر، عاری از سرباره، درز و آخال کمک می کند. برای دستیابی به این خواص مطلوب، سیلیسیوم سختی را به تأخیر انداخته و باعث ترد شدن آلیاژ می شود. استنلس استیل با محتوای بالای سیلیسیوم، نسبت به همان نوع فولاد بدون این عنصر، قابلیت سخت شدن نخواهد داشت. بنابراین بهتر است که محتوای سیلیسیوم پایین نگه داشته شود.

گوگرد و فسفر- گوگرد و فسفر عناصر مضری برای فولاد می باشند. به این علت که این عناصر به تشکیل یک الکترولیت فعال در آلیاژ کمک کرده و باعث خوردگی می شوند. آنها همچنین تمایل به جدایش دارند. این عناصر ناخالصی محسوب شده و باید تا حد امکان پایین نگه داشته شوند.

منگنز- گوگرد با توجه به اثرات مخربی که در آلیاژ دارد، منجر به ترک گرم در آن خواهد شد. منگنز با گوگرد واکنش داده و سولفیدهای گوگرد تشکیل می دهد و به این طریق با اثرات مضر این عنصر مقابله می کند. چون درصد کمی منگنز برای کمک به سخت کاری آلیاژ لازم است، از این رو محتوای آن باید پایین نگه داشته شود.

عرضه استنلس استیل
www.FELEZ.ir

عناصر دیگری چون نیکل، مس، کبالت و تنگستن نیز در ترکیب استنلس استیل استفاده شده است، اما اینکه آیا استفاده از آنها سودمند بوده یا خیر، جای تردید دارد. افزودن تنگستن و نیکل نیز تا آنجا که می دانیم، تنها برای افزایش درخشندگی سطح صیقلی استفاده می شود.

عملیات ساخت

عملیات ساخت فولاد ضد زنگ بسیار شبیه به همین فرآیند در تولید فولادهای تندبر است. ذوب آن در دو کوره به نام های Crucible و Electric (کوره های بتنی و الکتریکی) صورت گرفته و روند کار و ساخت آن بدون شک برای همه آشنا می باشد. مراحل منتهی به عملیات حرارتی نهایی را می توان به طور خلاصه به شرح ذیل بیان کرد:

بعد از اینکه شمش، ریخته گری و سپس تا حدودی خنک شد، آن را به مدت ۱۳ ساعت در کوره های باکس آنیلینگ و دمای حدود ۷۴۵ درجه سانتی گراد قرار می دهند. پس از آن اجازه می دهند شمش ها تا دمای اتاق به آرامی سرد شوند. این موضوع بسیار با اهمیت است، چون استنلس استیل همانند فولاد تندبر هوا- سخت می باشد. قبل از آهنگری، طی عملیاتی، تمامی نقایص سطحی شمش را برطرف می کنند. محصول پس از عملیات حرارتی آنیل به راحتی ماشینکاری خواهد شد.

آهنگری و نورد

قبل از آهنگری، شمش بایستی به آرامی از ۹۰۰ تا ۱۱۵۰ درجه سانتی گراد گرم شود. باید مراقب بود که دما به زیر ۹۰۰ درجه نرسد. اگر فولاد زیر این دما کار کند، احتمال گسست یا شکستگی آن تحت ضربات سنگینِ کوبه وجود خواهد داشت. از ویژگی های بارز این عملیات این است که مقادیر پوسته های اکسیدی تشکیل شده بسیار جزئی می باشد. سرد شدن در هوا بعد از عملیات آهنگری، باعث می شود فولاد سخت شود. این میزان سختی به ترکیب شیمیایی و بالاترین دمایی که قطعه قبل از آهنگری به آن می رسد، بستگی دارد. این سختی ممکن است مقادیر مختلف و بازه های گسترده ای داشته باشد. مثلاً اگر قبل از آهنگری دمای قطعه به ۹۸۰ درجه رسیده باشد، سختی برینل ۵۰۰ و اگر این دما به ۱۱۰۰ درجه رسیده باشد، سختی برینل ۲۵۰ خواهد بود.

عملیات حرارتی آنیل

یکی از ویژگی های این فولاد این است که اگر تا دمای ۹۸۰ درجه سانتی گراد گرم و به سرعت خنک شود، سخت خواهد شد. در نتیجه، بعد از آهنگری و قبل از ماشینکاری، باید تحت عملیات حرارتی آنیل قرار گیرد. فولاد ضد زنگ مشابه فولادهای ابزار گرید-بالا آنیل می شود، با این تفاوت که گرما باید در حدود ۷۶۰ درجه سانتی گراد باشد. یک روش مناسب این است که فولاد در لوله گرم شود و سپس فولاد و لوله را خیلی آهسته در یک گودال سرد نمود، یا اینکه فولاد را تا دمای ۷۶۰ درجه در یک کوره ی باز گرم کرد و سپس درب کوره را بست و اجازه داد تا زمانی که درجه حرارت به ۵۹۰ کاهش یابد، فولاد در آنجا بماند. بعد از رسیدن به این دما فولاد را بیرون آورده و اجازه داده شود تا در هوا سرد شود. پس از آنیل، سختی قطعه تقریباً ۲۰۰ برینل خواهد بود و به راحتی ماشینکاری خواهد شد. اگر شرایط نرمی بیشتری مورد نیاز باشد، باید قطعه را تا ۸۴۵ یا ۸۷۰ درجه سانتی گراد حرارت داد و سپس به آرامی سرد نمود.

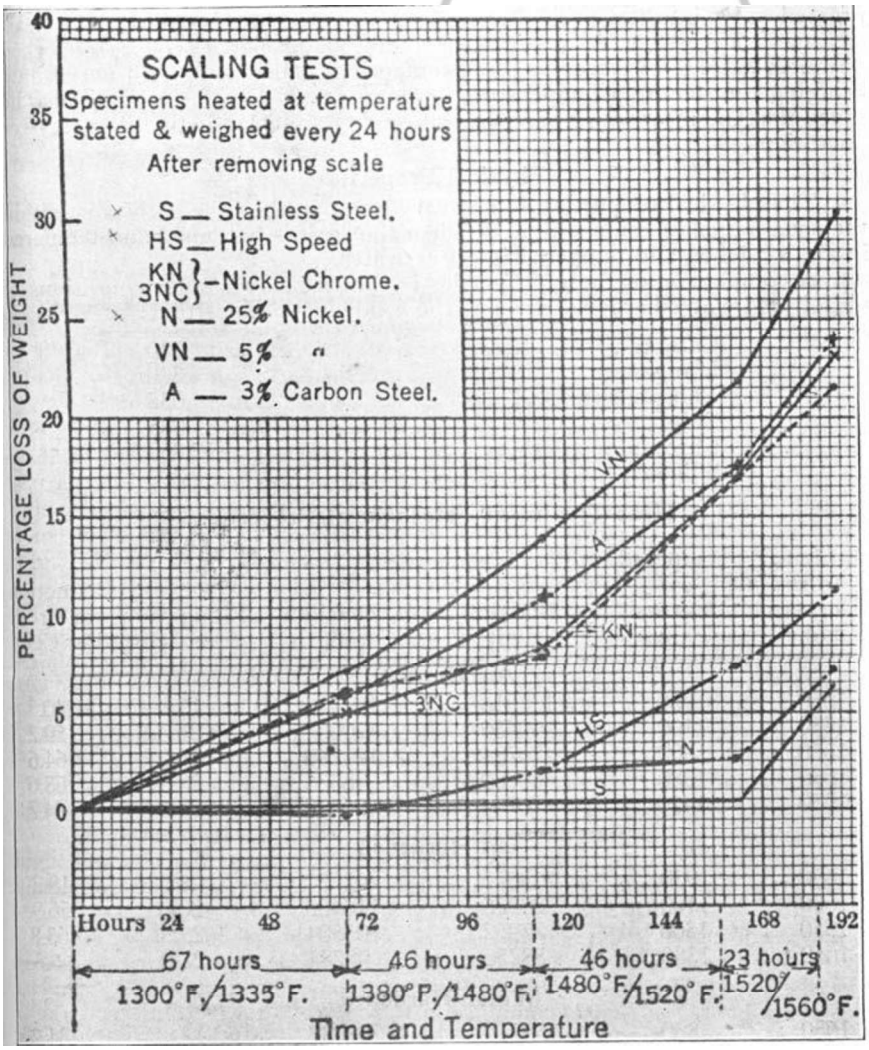
سخت کاری

این محصول ممکن است در هوا، روغن یا آب سخت شود. دمای مناسب جهت سخت کاری، دمای نزدیک به ۹۵۵ درجه سانتی گراد است و سپس بسته به اندازه یا شکل قطعه ی تحت عملیات، در آب یا روغن کوئنچ یا در هوا، سرد می گردد. فولاد (مانند هر فولاد آلیاژی دیگری) باید با توجه به کاربرد یا خواص مورد نیاز، تحت عملیات بازپخت (تمپر) قرار گیرد. اگر دمای سخت کاری بالاتر انتخاب شود- برخلاف فولادهای کربنی- دمای بازپخت آن به مراتب پایین تر خواهد بود.

رنگ های بازپخت (تمپر)

رنگ های تمپر در حرارت های -تقریباً دوبرابر- بالاتر از فولادهای کربنی ساده ظاهر می شوند، بنابراین برای جلوگیری از آن، عملیات بازپخت باید در دمای مشخصی در یک حمام یا کوره انجام شود. دمای بازپخت مناسب برای یک تیغه چاقو حدوداً ۱۳۵ تا ۱۵۰ درجه سانتی گراد می باشد، اما برای تمپر یک شیر لازم است دما تا ۵۹۵ درجه سانتی گراد بالا برده شود. ظهور این رنگ ها ناشی از فیلم های اکسیدی نازک روی سطح فلز می باشد. از آنجا که فولاد ضد زنگ در برابر اکسید شدن مقاومت می کند، برای ایجاد یک رنگ مشخص به حرارت بیشتری نسبت به فولاد ابزار معمولی نیاز خواهد داشت. این دماها به طور تقریبی در جدول زیر نشان داده شده است.

رنگ	دمای ظهور بر روی استنلس استیل (درجه سانتی گراد)	دمای ظهور بر روی فولاد ابزار (درجه سانتی گراد)
زرد کمرنگ	–	۲۲۰
کاه روشن	۳۰۰	۲۳۰
کاه تیره	۳۵۰	۲۴۵
بنفش (مایل به قرمز)	۴۰۰	۲۷۵
بنفش (مایل به آبی)	۴۵۵	۲۹۰
آبی	۵۴۰	۳۰۰
آبی خاکستری	۵۹۵	۳۱۵
آبی مایل به سبز	۷۰۵	۳۳۰



پوسته های اکسیدی

زمانی که دمای فولاد معمولی افزایش می یابد، سطح اکسید شده و پوسته هایی با ضخامت های مشخص بر روی آن ایجاد می شود. حتی در حرارت های کمتر از حد سرخ شدن فولاد، ضخامت این پوسته ها با گذشت زمان افزایش می یابد. رفتار استنلس استیل نسبت به این موضوع کاملاً متفاوت است. تا دمای حدود ۸۲۵ درجه سانتی گراد، سطح براق ناشی از پرداخت کاری و رنگ آمیزی گرم، دائمی بوده و وزن نمونه نه افزایش می یابد و نه به طور قابل ملاحظه ای دچار کاهش خواهد شد. مقایسه ای در این خصوص در جدول (چند صفحه بعد) آورده شده که در آن درصد کاهش وزن فولادهای مختلف پس از ساعت ها قرارگیری در دماهای بالاتر از دمای سرخی ثبت شده است.

خوردگی

قدرت مقاومت فولاد در برابر زنگ زدگی، به خودِ فولادِ سخت شده بستگی دارد و ارتباطی به پوشش اعمال شده بر روی آلیاژ توسط سازنده ندارد. با این حال، سطح زبر فولاد سخت و تمپر شده، اگر تمیز و هموار باشد، دچار زنگ زدگی نمی شود. برای دستیابی به این ویژگی، پولیشکاری و صیقلی کردن سطح به بهترین وجه باید انجام گیرد. در مواردی که درجه های بالای مقاومت در برابر خوردگی ضرورت داشته باشد، لازم است قطعات پس از تولید، بازگشت داده شوند و سپس پوسته های اکسیدی، خطوط مویی و سایر نواقص سطحی با استفاده از پولیشکاری از بین بروند. اگر این نقص ها باقی بمانند، مانند هسته هایی عمل می کنند که خوردگی می تواند از آن ناحیه شروع شود و گسترش یابد. این فرآیند فقط در مواردی که سطحی صیقلی و درخشان مورد نیاز باشد، ضروری است.

فولاد ضد زنگ در تماس با فولادهای دیگر دچار خوردگی نمی شود. با این حال، اگر این آلیاژ در یک مایع غیرخورنده در تماس مستقیم با مس و آلیاژهای مس مانند برنز باشد، مورد حمله ی خوردگی قرار می گیرد.

کار سرد بر روی استنلس استیل خواص ضد زنگ آن را از بین می برد، مگر اینکه بعد از انجام این فرآیند، آلیاژ تحت عملیات حرارتی قرار گیرد تا خواص آن بازیابی شود. استفاده از قطعاتی که تحت کار سرد قرار گرفته اند، برای کاربرد در محیط هایی که مقاومت در برابر خوردگی جزء الزامات می باشد، کاملاً بی فایده است. عملیات حرارتی مورد نیاز برای بازیابی خواص ضد زنگ استنلس استیل، سخت کاری و بازپخت می باشد. دمای مورد نیاز برای سخت کاری فولاد حدود ۹۰۰ درجه سانتی گراد است. همچنین باید مواد یا قطعاتی که به صورت پی در پی تحت عملیات آنیل کامل قرار می گیرند را در نظر داشت.

خواص فیزیکی

اگر سطح کربن در ترکیب آلیاژ مقدار مشخصی باشد، یا وقتی که فولاد در هوا، روغن یا آب، سخت و تمپر شده باشد، خواص فیزیکی آن دستخوش تغییر نخواهد شد. مقایسه خواص فیزیکی فولاد با ترکیب شیمیایی زیر که تحت سخت کاری در هوا، آب و روغن قرار گرفته، در ادامه آمده است:

کربن	۰/۲۴۰ درصد
منگنز	۰/۳۰۰ درصد
فسفر	۰/۰۳۵ درصد
گوگرد	۰/۰۳۵ درصد
کروم	۱۲/۸۵۰ درصد
سیلیسیم	۰/۲۰۰ درصد

عملیات حرارتی – خواص مکانیکی

درصد کاهش سطح	درصد کاهش طول	استحکام کششی	حد الاستیک	تمپر شده در دمای (درجه سانتی گراد)	سخت شده از دمای (درجه سانتی گراد)
سخت شده در هوا					
۴۰/۵	۱۳	۱۹۲۴۱۶	۱۵۸۸۱۶	۵۰۰	۹۰۰
۵۹/۲	۲۱	۱۲۰۰۶۴	۹۹۶۸۰	۵۹۵	۹۰۰
۶۴/۶	۲۶	۱۰۱۲۴۸	۷۰۷۸۴	۷۰۵	۹۰۰
۶۳/۶	۲۸	۹۸۳۳۶	۶۶۰۸۰	۷۵۰	۹۰۰
۶۴/۷	۲۸	۹۶۹۹۲	۷۰۷۸۴	۸۰۰	۹۰۰
سخت شده در روغن					
۱۸/۲	۸	۲۰۲۷۲۰	۱۶۳۰۷۲	۵۰۰	۹۰۰
۵۶/۹	۲۰	۱۱۶۴۸۰	۸۸۲۵۶	۵۹۵	۹۰۰
۶۳/۸	۲۵/۵	۱۰۵۵۰۴	۷۷۹۵۶	۷۰۵	۹۰۰
۶۶/۳	۲۷	۹۸۷۸۴	۸۸۲۵۶	۷۵۰	۹۰۰
سخت شده در آب					
۳۴/۲	۱۲	۲۰۲۰۴۸	۱۵۸۸۱۶	۵۰۰	۹۰۰
۵۹/۸	۲۲	۱۲۰۴۳۶	۹۰۲۷۲	۵۹۵	۹۰۰
۶۴/۷	۲۵/۸	۱۰۲۵۹۲	۶۶۰۸۰	۷۰۵	۹۰۰
۶۵/۲	۲۷	۹۷۸۸۸	۶۷۲۰۰	۷۵۰	۹۰۰

(آزمون های فوق به مدت یک ساعت در دمای ذکر شده انجام شد و اجازه داده شد تا قطعات در هوا سرد شوند.) این فولاد دارای ضریب انبساط ۰/۰۰۰۰۱۰۹۱۵۱۲ است (کمی کمتر از فولاد معمولی).

کاربردها

کارد و چنگال- چاقوهای ساخته شده از این فولاد، در کنار داشتنِ مزیت ضد زنگ بودن، کاملاً برابر با چاقوهای ساخته شده از با کیفیت ترین فولادهای ریختگی می باشند. ترکیب مورد استفاده دارای حدوداً ۱۳ درصد کروم و ۰/۳۰ درصد کربن می باشد. دکتر دبلیو.اچ. هاتفیلد *(دکتر دبلیو اچ. هاتفیلد، "کارد و چنگال – ضد زنگ و غیره"، ۱۷ دسامبر ۱۹۱۹، بررسی شده در انجمن تولیدکنندگان کارد و چنگال آمریکا، ژوئن ۱۹۱۹)* مرجع این بیانیه است که از استنلس استیل سخت شده، بیش از نیاز واقعی می توان در ساخت چاقوهای آشپزخانه و جیبی، ساطور و انواع تیغ استفاده نمود. برای بدست آوردن چنین نتایجی، فولاد باید از دمای بین ۹۵۰ تا ۱۰۰۰ درجه تا دماهای ۱۲۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی گراد سخت گردد. این میزان دما، بالاتر از دمای مورد نیاز برای سخت کاری فولادهای ریختگی با محتوای کربن بالا می باشد. با قرار دادن چاقوها به مدت ۵ دقیقه در حمام روغن (دمای این حمام باید ثابت و در حد ۱۸۰ درجه سانتی گراد باشد)، می توان آن را با موفقیت تمپر نمود.

شیرآلات- شیرآلات عموماً برای دستیابی به خواص زیر، ساخته شده و تحت عملیات آنیل قرار می گیرند:

نقطه تسلیم	۷۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع
استحکام کششی	۹۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع
تغییر طول در هر دو اینچ	۱۸ درصد
کاهش سطح	۵۰ درصد

عملیات حرارتی معمولی به این طریق است که قطعه را تا دمای ۹۰۰ درجه حرارت داده ایم، در روغن کوئنچ کرده و سپس در دماهای بین ۵۹۵ تا ۶۵۰ درجه سانتی گراد تحت تمپر قرار می دهیم. تولیدکننده، شیرآلات آنیل شده را از طریق حرارت دادن تا دمای ۹۰۰ درجه و سپس سرد کردن در هوا، سخت می کند. این عملیات، سختی اسکلروسکوپ در حدود ۵۰ را بدست می دهد. اگر سختی های بیشتر از این مقدار مورد نیاز باشد، می توان قطعه را تا ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد حرارت داد و سپس در هوا سرد نمود و سختی اسکلروسکوپ حدود ۷۵ را بدست آورد.

علاوه بر استفاده در ساخت کارد و چنگال و شیرآلات، اهداف کاربردیِ این آلیاژ بی شمار می باشد. این واقعیت که ماشینکاری فولادهای نیکل دار با محتوای بالای نیکل مشکل است، زمینه بزرگی برای استفاده از آنها را فراهم می کند. بدین ترتیب که می توان آن را برای اهداف ماشینکاری نرم کرد و پس از آن برای افزایش مقاومت در برابر سایش و تنش، سخت نمود. از آنجا که تغییر شکل آن بسیار دشوار است و در

حرارت های بالاتر از ۸۱۵ درجه سانتی گراد دچار فرسایش نمی شود، ماده ای عالی برای ساخت قالب های داغ، قالب های اکستروژن، پانچ ها و قالب های ریخته گری تحت فشار می باشد.

سایر کاربردهای مهندسی قابل ذکر این آلیاژ عبارتند از: پره های توربین، شیرها و اهرم های پمپ، پمپ های اسید، سنبه ها، محفظه های بخار، غلتک های بلبرینگ، یخچال سازی. لازم به ذکر است از این موارد، قطعات توربین و پمپ های ساخته شده از این آلیاژ، پس از سال ها استفاده در مجاورت محیط های خورنده، همچنان شکل ظاهری خود را مثل روز اول حفظ کرده اند. قطعات متحرک ساخته شده از این آلیاژ به علت سختی فوق العاده، مقاومت در برابر سایش و سطح نهایی آینه ای، مدت زمان بیشتری طول می کشد تا دچار فرسایش شوند و به همین دلیل، نیاز به تعویض قطعات در آنها کمتر می باشد. از آنجا که این فولاد مقاومت بالایی در برابر نمک های دریایی و نمک های معلق در هوا دارد، ممکن است برای اهداف دریایی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

در زمینه الکتریکی، استنلس استیل در ساخت آهنرباهای دائمی، اجاق ها و ظروف پخت و پز برقی مورد استفاده قرار می گیرد. سطح براق و تمیز این آلیاژ، گرما را بازتاب داده و در نتیجه صرفه جویی در مصرف برق را به دنبال خواهد داشت.

نتیجه گیری

تولید این فولاد با اهداف ساخت کارد و چنگال، به دلیل نیاز به سنگ زنی و احتیاط زیاد در آهنگری ناشی از سختی زیاد، بسیار هزینه بر می باشد. برای استفاده های عمومی، ممکن است گفته شود تولید این فولاد با توجه به قیمت بالای آلیاژهای به کار رفته و ضایعات نسبتاً سنگین (ناشی از قراضه) و همچنین نیاز به بازرسی های بسیار دقیق، فوق العاده گران تمام خواهد شد، اما زمینه وسیعی از کاربردهای مفید برای آن وجود دارد.

عرضه استنلس استیل www.FELEZ.ir