

گرید 321

STAINLESS STEEL GRADE 321

راهنمای فنی و کاربردی استنلس استیل 321

شناخت ساختار، ترکیب شیمیایی، خواص،
رفتار حرارتی، ساخت و کاربردهای صنعتی

AUSTENITIC | TITANIUM STABILIZED | Cr-Ni STAINLESS STEEL



مقاومت
در برابر خوردگی



پایداری
در دماهای بالا



کاربردهای
صنعتی متنوع



مواد استنلس استیل
با کیفیت

شناسنامه فنی استنلس استیل 321

—STAINLESS STEEL GRADE 321 – MATERIAL PROFILE

استنلس استیل 321 یک فولاد زنگ‌زن آستنیتی از خانواده‌ی فولادهای Cr-Ni است که با افزودن تیتانیوم پایدار شده است. این گرید به دلیل مقاومت مناسب در دماهای بالا و پایداری در برابر رسوب کاربید کروم، در بسیاری از کاربردهای صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مشخصات شناسنامه‌ای گرید 321

خانواده (Family)	Austenitic Stainless Steel (فولاد زنگ‌زن آستنیتی)
سری (Series)	300 Series
استاندارد AISI	321
شماره UNS	S32100
شماره EN	1.4541
نام‌گذاری EN	X6CrNiTi18-10
نام‌گذاری ASTM	TP321 (مانند 321 برای لوله و تیوب)
نام‌گذاری‌های مرتبط	321H (محتوای کربن بالاتر)
استاندارد بریتانیایی	321S31
استاندارد سوئدی	2337

جایگاه گرید 321 در خانواده استنلس استیل



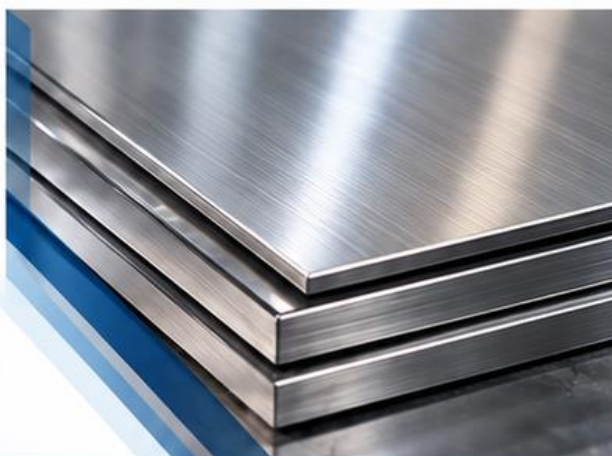
نکته مهم در خرید و استعمال

در زمان استعمال یا خرید استنلس استیل 321، لازم است نوع محصول (ورق، لوله، پروفیل و ...)، استاندارد مورد نیاز، ابعاد، وضعیت متریال و الزامات فنی پروژه نیز مشخص شود؛ زیرا نام‌گذاری و استانداردها می‌توانند با توجه به شکل محصول متفاوت باشند.



نقش تیتانیوم در گرید 321

تیتانیوم به عنوان عنصر پایدارکننده در گرید 321 افزوده می‌شود. این عنصر با ترکیب شدن با کربن و تشکیل کاربید تیتانیوم، از تشکیل کاربید کروم در مرز دانه‌ها جلوگیری می‌کند. در نتیجه، گرید 321 در دماهای بالا و شرایط حرارتی، مقاومت بهتری در برابر حساس شدن و خوردگی بین‌دانه‌ای نسبت به گریدهای آستنیتی بدون پایدارسازی مانند 304 دارد.



ترکیب و رفتار متالورژیکی استنلس استیل 321

—CHEMICAL COMPOSITION AND METALLURGICAL BEHAVIOR OF STAINLESS STEEL 321

گرید 321 یک فولاد زنگ‌نزن آستنیتی از خانواده Cr-Ni است که با افزودن تیتانیوم پایدار شده است. ترکیب شیمیایی و ساختار متالورژیکی این گرید، مجموعه‌ای از خواص مناسب را برای کاربرد در محیط‌های صنعتی و سرویس‌های حرارتی فراهم می‌کند.

ترکیب شیمیایی گرید 321 (درصد وزنی)

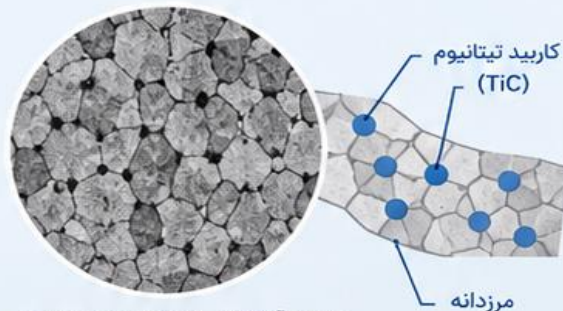
نقش در آلیاژ	محدوده معمول	عنصر	عنصر
کنترل تشکیل کاربیدها	≤ 0.08	C	کربن
مقاومت به خوردگی	17.0 – 19.0	Cr	کروم
پایداریسازی آستنیت و چقرمگی	9.0 – 12.0	Ni	نیکل
عنصر پایدارکننده	$\geq 5 \times C$	Ti	تیتانیوم
عنصر آلیاژی کمکی	≤ 2.0	Mn	منگنز
عنصر آلیاژی کمکی	≤ 1.0	Si	سیلیسیم
ناخالصی (محدود)	≤ 0.045	P	فسفر
ناخالصی (محدود)	≤ 0.030	S	گوگرد

عناصر اصلی در گرید 321

Cr کروم مقاومت به خوردگی	Ni نیکل پایداریسازی آستنیت	Ti تیتانیوم عنصر پایدارکننده	C کربن کنترل کاربیدها
---------------------------------------	---	---	------------------------------------

نقش تیتانیوم در گرید 321

افزودن تیتانیوم به گرید 321 باعث پایداریسازی کربن و کاهش تشکیل کاربیدهای کروم در مرزدهانه‌ها می‌شود. این ویژگی، حساسیت به خوردگی بین‌دانه‌ای را در شرایط حرارتی مشخص کاهش می‌دهد.



ساختار آستنیتی پایدار شده با تیتانیوم (نمای میکروسکوپی)

خواص فیزیکی (مقادیر مرجع)

مقدار تقریبی	خاصیت
7.9 kg/dm ³	چگالی
200 GPa	مدول الاستیسیته (در 20°C)
16 × 10 ⁻⁶ /K	ضریب انبساط حرارتی (20-100°C)
15 W/(m·K)	رسانایی حرارتی (در 20°C)
500 J/(kg·K)	ظرفیت حرارتی ویژه (در 20°C)
معمولاً غیرمغناطیسی	رفتار مغناطیسی (در حالت آستنیتی)

خواص مکانیکی (مقادیر مرجع - حالت آیل شده)

مقدار حداقل	خاصیت
205 – 210 MPa	تنش تسلیم Rp0.2
515 – 550 MPa	استحکام کششی Rm
$\geq 40\%$	ازدیاد طول A
≤ 200 HB	سختی

مقادیر خواص مکانیکی بسته به استاندارد، فرم محصول و شرایط تولید می‌تواند متفاوت باشد.

رفتار متالورژیکی گرید 321



ساختار آستنیتی

ساختار آستنیتی کروم-نیکل پایه اصلی شکل‌پذیری، چقرمگی و مقاومت به خوردگی در این گرید است.



ترکیب Cr-Ni

وجود کروم و نیکل باعث مقاومت به خوردگی و پایداری ساختار آستنیتی می‌شود.



پایداریسازی با تیتانیوم

تیتانیوم با کربن ترکیب شده و از تشکیل کاربیدهای کروم در مرزدهانه‌ها جلوگیری می‌کند.

نتیجه



پایداری بیشتر در برابر حساس شدن مناسب برای برخی سرویس‌های حرارتی

ساخت، فرآوری و کاربردهای صنعتی استیل 321

— FABRICATION, PROCESSING AND INDUSTRIAL APPLICATIONS OF STAINLESS STEEL 321

گرید 321 به دلیل ساختار آستنیتی و پایداری با تیتانیوم، در بسیاری از فرآوردهای ساخت و در طیف وسیعی از کاربردهای صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. انتخاب این گرید باید بر اساس شرایط واقعی سرویس و الزامات پروژه انجام شود.

1 جوشکاری



- پذیرش جوشکاری گرید 321 مناسب است.
- روش‌های متداول: MIG، MIG و جوشکاری قوسی دستی.
- در شرایط معمول، پیش‌گرم و عملیات حرارتی پس از جوشکاری الزام عمومی ندارند.
- کنترل حرارت ورودی و استفاده از ماده پرکننده مناسب با توجه به شرایط پروژه اهمیت دارد.

2 شکل‌دهی و خمکاری



- گرید 321 قابلیت شکل‌دهی و خمکاری خوبی دارد.
- در خمکاری سرد، معمولاً عملیات آنیل ضروری نیست؛ اما بسته به میزان تغییر شکل و شرایط استفاده، باید ارزیابی شود.
- محدوده خمکاری گرم (براساس برخی منابع): حدود 850 تا 1100 درجه سانتی‌گراد و پس از آن، عملیات آنیل محلولی توصیه می‌شود.

3 رفتار حرارتی و عملیات حرارتی



- پایداری با تیتانیوم باعث بهبود رفتار گرید 321 در شرایط حرارتی مشخص می‌شود.
- آنیل محلولی: حدود 1040 تا 1100 درجه سانتی‌گراد و سپس سرد کردن سریع در هوا یا آب (براساس برخی منابع).
- تنش‌زدایی: حدود 850 تا 950 درجه سانتی‌گراد (براساس برخی منابع).
- شرایط دقیق عملیات حرارتی باید بر اساس فرم محصول، استاندارد و الزامات پروژه تعیین شود.

4 کاربردهای صنعتی



صنایع خودرو
سیستم‌های اگزوز



صنایع حرارتی
پوشش‌ها و تجهیزات عملیات حرارتی



صنایع فرآیندی
تجهیزات و قطعات فرآیندی



تجهیزات تحت فشار
مخازن تحت فشار جوشی



تجهیزات صنعتی
فلنچ‌ها و شیرآلات



صنایع هوا فضا
برخی قطعات سازه‌ای و موتور (در فرم‌های مشخص)

5 محدودیت‌ها



مقاومت در برابر کلریدها

مانند سایر فولادهای آستنیتی، 321 می‌تواند در شرایط خاص در معرض خوردگی حفره‌ای و شکافی قرار گیرد؛ بنابراین محیط‌های حاوی کلرید باید به صورت جداگانه بررسی شوند.



خوردگی تنش

در شرایطی شامل تنش کششی، دمای بالا و محیط‌های خاص حاوی کلرید، امکان ترک خوردگی تنش وجود دارد.



پرداخت و پولیش

به دلیل حضور تیتانیوم، پولیش این گرید می‌تواند نسبت به برخی گریدهای متداول دشوارتر باشد.



سرویس دمای بسیار بالا

برای کاربردهای دمای بالا، در برخی شرایط گرید 321H می‌تواند گزینه مناسب‌تری باشد. دمای سرویس، زمان ماند و بار مکانیکی باید بررسی شوند.



نکات مهم برای انتخاب و استفاده از گرید 321

- انتخاب گرید 321 صرفاً بر اساس نام گرید انجام نمی‌شود.
- دما، محیط خورنده، فشار، تنش، فرآیند ساخت، ضخامت و استاندارد محصول باید هم‌زمان بررسی شوند.
- برای سفارش یا ساخت قطعه از استیل 321، مشخصات فنی مورد نیاز پروژه را به طور کامل اعلام کنید.
- بازار استیل می‌تواند این اطلاعات را برای بررسی و انتخاب متریال مناسب دریافت کند.

مقایسه گریدهای 304، 304L و 321

— COMPARISON OF STAINLESS STEEL GRADES 304, 304L AND 321

گریدهای 304، 304L و 321 همگی در خانواده فولادهای زنگزن آستنینی سری 300 قرار می‌گیرند، اما تفاوت در مقدار کربن و روش کنترل اثرات کربن در شرایط حرارتی باعث می‌شود منطق انتخاب و کاربرد آنها یکسان نباشد.

مقایسه سریع گریدهای 304، 304L و 321

ویژگی	304	304L	321
خانواده	آستنیتی	آستنیتی	آستنیتی
سری	300	300	300
پایه آلیاژی	Cr-Ni	Cr-Ni	Cr-Ni + Ti
ویژگی متمایز	گرید عمومی	کربن پایین	پایدار شده با تیتانیوم
کنترل حساس شدن	کربن استاندارد	کاهش کربن	پایدار سازی با Ti
جوشکاری	مناسب	مناسب	مناسب
شرایط حرارتی	وابسته به شرایط سرویس	وابسته به شرایط سرویس	مناسب برای برخی شرایط حرارتی مشخص
کاربردهای رایج	تجهیزات عمومی و فرآیندی	تجهیزات جوشی و فرآیندی	تجهیزات و قطعات در شرایط حرارتی مشخص

تفاوت اصلی

304L

LOW CARBON



کنترل کربن

با کاهش مقدار کربن، حساسیت به خوردگی بین‌دانه‌ای کاهش می‌یابد.

321

TITANIUM STABILIZED



پایدار سازی با تیتانیوم

تیتانیوم با کربن ترکیبات پایدارتر تشکیل می‌دهد و نقش کروم در مرزدانه‌ها می‌شود.

مقایسه فنی گریدهای 304، 304L و 321

پارامتر	304	304L	321
ساختار	آستنیتی	آستنیتی	آستنیتی
پایه آلیاژی	Cr-Ni	Cr-Ni	Cr-Ni
مقدار کربن	استاندارد گرید	پایین‌تر	کنترل شده
عنصر پایدارکننده	—	—	Ti
هدف اصلی	—	کاهش کربن	تثبیت با تیتانیوم
قابلیت جوشکاری	خوب	خوب	خوب
مواجهه حرارتی	باید بررسی شود	باید بررسی شود	مناسب‌تر در برخی شرایط
محیط کلریدی	نیازمند ارزیابی	نیازمند ارزیابی	نیازمند ارزیابی
انتخاب نهایی	وابسته به پروژه	وابسته به پروژه	وابسته به پروژه

کاربردهای متداول



صنایع حرارتی
پوشش‌ها و تجهیزات عملیات حرارتی



صنایع خودرو
سیستم‌های اگزوز



صنایع فرآیندی
تجهیزات و قطعات فرآیندی



تجهیزات تحت فشار
مخازن تحت فشار جوشی



تجهیزات صنعتی
فلنج‌ها و شیرآلات



صنایع هوا فضا
برخی قطعات سازه‌ای موتور (در فرم‌های مشخص)



شرایط انتخاب

- ✓ اگر کاربرد عمومی و متداول Cr-Ni باشد → بررسی 304
 - ✓ اگر ساخت جوشی با اهمیت کنترل کربن باشد → بررسی 304L
 - ✓ اگر پایداری در شرایط حرارتی مشخص اهمیت داشته باشد → بررسی 321
- محیط کاری، دما، فشار، نوع سیال، فرآیند ساخت، ضخامت و استاندارد محصول نیز باید در تصمیم نهایی لحاظ شوند.



نکته مهم برای خرید استیل 321

321 الزاماً جایگزین 304 یا 304L نیست.

برای بررسی و انتخاب متریال مناسب، مشخصات پروژه را اعلام کنید:

- نوع محصول و ابعاد
- ضخامت
- دمای کاری و فشار کاری
- محیط و نوع سیال
- فرآیند ساخت و جوشکاری
- استاندارد مورد نیاز
- سایر الزامات فنی

بازار استیل

BazarSteel

STAINLESS STEEL SOLUTIONS

تأمین و ساخت تجهیزات استنلس استیل
برای صنایع مختلف.



تجهیزات
صنعتی



مخازن
استیل



میکسرهای
استیل



متریال
استنلس استیل



BazarSteel.Com



021-54082



021-66781815



0912-6400524



نمایشگاه :

تهران - بزرگراه فتح، مقابل فتح : ۱۷
شماره ۳۰۷ و ۳۰۸



کارخانه :

جنب نمایشگاه، خیابان حاج اکبری
بن‌بست اول، انتها شماره ۱۴

STAINLESS STEEL
FOR A STRONGER
TOMORROW