

الحمد لله
والرحمن الرحيم



شرکت فولاد آلیاژی ایران
IRAN ALLOY STEEL CO.
روابط عمومی و امور بین الملل



یزد، شهر نمونه خشت خام جهان



شرکت فولاد آلیاژی ایران
IRAN ALLOY STEEL CO.





شرکت فولاد آلیاژی ایران بزرگترین تولیدکننده انواع فولاد آلیاژی و مخصوص در ایران و خاورمیانه و یکی از مدرن ترین کارخانجات فولاد آلیاژی دنیا می باشد. کارخانجات فولادسازی، نورد مقاطع سنگین، نورد مقاطع سبک، عملیات حرارتی و تکمیل کاری این شرکت مجهز به پیشرفته ترین تجهیزات و برخوردار از بالاترین سطح دانش فنی روز دنیا می باشد، که امکان تولید فولادهای آلیاژی و مخصوص را با بالاترین کیفیت و مطابق با استانداردهای بین المللی میسر ساخته است. محصولات این شرکت در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی، نیروگاه ها، ابزارسازی، ساخت لوازم پزشکی و جراحی، صنایع خودروسازی، ماشین سازی و سایر صنایع ویژه کاربرد وسیع دارد.

شرکت فولاد آلیاژی ایران با ظرفیت تولید سالانه ۴۵۰,۰۰۰ تن محصول، یکی از پیشرفته ترین تولیدکنندگان فولاد آلیاژی در جهان می باشد که در سال ۱۳۷۸ در شهرستان یزد به بهره برداری رسید.

مشاور و تأمین کننده دانش فنی

شرکت بهلر (Bohler) اتریش از معروف ترین تولیدکنندگان فولادهای آلیاژی طی کنسرسیوم با فوست آلپین آلمان (DVAI) به عنوان مهندس مشاور، تأمین کننده دانش فنی و همچنین عهده دار آموزش های تخصصی مربوط به فرایند تولید و کنترل کیفیت محصولات انتخاب گردید.

با توجه به سطح تکنولوژی و دانش فنی کسب شده، این شرکت توانایی تولید انواع فولادهای آلیاژی را مطابق با سفارش مشتریان دارا بوده و در این راستا تاکنون بیش از ۱۸۶ گرید جدید طراحی و تولید شده و تعدادی از آنها در هر بخش از گروه فولادی مربوطه ذکر گردیده است.

تجهیزات

طراحی، ساخت و راه اندازی خط تولید شرکت فولاد آلیاژی ایران توسط شرکت دانیلی ایتالیا (Danieli) که از بزرگترین سازندگان تجهیزات صنایع فولادسازی در جهان می باشد در کنسرسیوم مشترکی با شرکت میتسوبیشی ژاپن (Mitsubishi) انجام گرفته است. این شرکت از پنج بخش اصلی شامل فولادسازی، نورد سنگین، نورد سبک، عملیات حرارتی و تکمیل کاری تشکیل شده و مجهز به پیشرفته ترین سیستم های اتوماسیون می باشد و واحد کنترل کیفیت نیز بر تمام مراحل تولید نظارت کامل دارد.



شرکت فولاد آلیاژی ایران
IRAN ALLOY STEEL CO.

برای اطمینان از کیفیت نهایی محصول، در واحد تکمیل کاری تولیدات صد در صد و به صورت On-Line از نظر ابعاد، گرید، عیوب سطحی و عیوب داخلی مطابق با درخواست مشتری تست و کنترل می گردد.

آزمایشگاه و مرکز تحقیقات

آزمایشگاه این شرکت با دارا بودن تجهیزات پیشرفته و کادر مجرب و متخصص علاوه بر دارا بودن مسئولیت انجام تمام تست های لازم طبق دانش فنی و یا درخواست مشتری بر روی محصولات تولیدی، توانایی ارائه خدمات آزمایشگاهی در زمینه های متالورژیکی شامل تست های مکانیکی (آزمون کشش در دمای محیط، کشش گرم، ضربه و سختی)، متالوگرافی (تعیین ریزساختار، ناخالصی، اندازه دانه، عمق دکرپوره، اندازه کاربید، توزیع کاربید و...)، عملیات حرارتی (با استفاده از کوره های خلاء، حمام نمک، موفلی و چمبر) و آزمون آنالیز شیمیایی با استفاده از دستگاه های: کوآتومتر، ICP، XRF، دستگاه تعیین کننده میزان کربن / سولفور (LECO C/S) نیتروژن و اکسیژن (LECO N/O) و اسپکتروفتومتر (UV-Visible) را دارا می باشد.

مرکز تحقیقات نیز با برخورداری از تجهیزات آزمایشگاهی و کارشناسان متخصص و با تجربه در جهت برآورده کردن نیازهای علمی - تحقیقاتی و پشتیبانی از خطوط تولید، فعالیت دارد.

مسایل زیست محیطی

با توجه به اهمیت حفاظت از محیط زیست، پیشگیری و کنترل آلاینده های زیست محیطی (آب، خاک و هوا) این شرکت تمهیدات و تجهیزات لازم از قبیل غبارگیر، نوار نقاله های سرپوشیده، سیستم تصفیه فاضلاب بهداشتی و صنعتی، استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت تمیز، تخصیص ۴۵۰ هکتار فضای سبز تزیینی و بیابانی، مدیریت ضایعات و... را از همان ابتدای طراحی پیش بینی و به اجرا گذاشته است. در این اقدامات با عنایت ویژه مدیریت و تلاش و کوشش همه همکاران و به منظور تکمیل و بهبود مستمر اقدامات زیست محیطی، این شرکت در سال ۱۳۸۱ موفق به دریافت گواهینامه ISO 14001 گردید.

کوره قوس الکتریکی EAF (سه دستگاه)

- ظرفیت تخلیه ۴۰ تن از نوع EBT با توان ۳۶ و ۴۳ مگاوات UHP
- سیستم اتوماتیک شارژ فروآلیاژ
- مجهز به سیستم تزریق کربن، دمش گاز اکسیژن و سیستم دمش گاز خنثی از کف



کوره پاتیلی LF (سه دستگاه)

- مجهز به سیستم همزن القایی و دمش گاز آرگون
- سیستم اتوماتیک شارژ فروآلیاژ





سیستم گاز زدایی تحت خلاء VD

– قابلیت کاهش فشار تا خلاء 0.8 mbar

– کاهش هیدروژن مذاب به مقدار کمتر از 2 ppm

سیستم کربن زدایی تحت خلاء VOD

– کربن زدایی در خلاء توسط دمش گاز اکسیژن تا مقدار زیر 0.02% درصد



ماشین ریخته‌گری مداوم CCM (دو دستگاه)

- دو شاخه با ابعاد خروجی 250×330 میلیمتر مربع
- چهار شاخه با ابعاد خروجی 120×120 ، 130×130 ، 150×150 و 180×180 میلیمتر مربع
- مجهز به سیستم جریان محافظ، همزن الکترومغناطیسی قالب و ماشین مارک‌زنی



شمش ریزی IC

- ریخته‌گری شمش با وزن یک، دو و $3/3$ تن و قابل افزایش تا ۶ تن





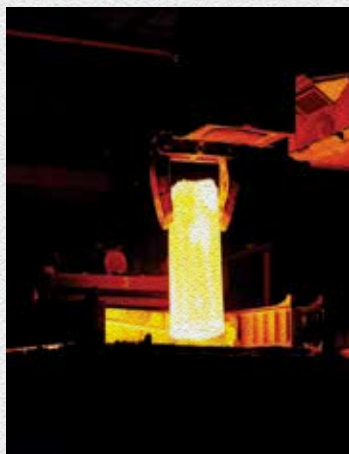
واحد آماده سازی شمش و بلوم

- کوره بوژی آنیل بلوم
- دو کوره تونلی آنیل شمش
- ماشین سنگ زنی بلوم
- ماشین سنگ زنی شمش
- ماشین فرزکاری شمش (دو دستگاه)



تجهیزات بازگرمایش بلوم و شمش

- کوره گامی (Walking Beam Furnace) با ظرفیت ۸۰ تن در ساعت
- پنج کوره چاهکی (Soaking Pit Furnace) با ظرفیت ۱۵ تن در ساعت



تجهیزات نورد

- قفسه نورد بلومینگ (Blooming Mill Stand)
- دو قفسه رفت و برگشتی و Shiftable و یک قفسه عمودی جهت لبه (Edging Stand)
- سیستم کنترل ابعادی به طور اتوماتیک و On-Line
- ماشین برش دیسکی و قیچی برش گرم
- تجهیزات سرد کردن (در هوا، آب، آنیل توده ای) و کوره بوژی جهت تنش زدایی به صورت شارژ گرم





تجهیزات آماده سازی بیلت

- ایستگاه تست عیب داخلی
- ماشین ساچمه زنی (Shot Blasting)
- تجهیز بازرسی عیب سطحی به روش ترموگرافی و جریان های گردابی
- بازرسی چشمی سطح
- ماشین سنگ زنی اتوماتیک (دو دستگاه)
- ایستگاه بازرسی چشمی



تجهیز بازگرمایش بیلت

- کوره گامی (Walking Beam Furnace) با ظرفیت ۴۵ تن بر ساعت

ماشین پوسته زدا با فشار آب ۳۰۰ bar

تجهیزات نورد

- قفسه رفت و برگشتی و Shiftable

- کوره نگهدارنده (Holding Furnace)

- ۸ قفسه افقی و ۸ قفسه عمودی

- سیستم کنترل ابعاد به طور اتوماتیک و On-Line

- تجهیزات سرد کردن:

- بستر خنک کننده در هوا (Cooling Bed)

- تانک سرد کردن در آب (Water Quenching Tank)

- آنیل توده ای (Pack Annealing)

- کوره بوژی جهت تنش زدایی به صورت شارژ سرد

- ماشین برش دیسکی و قیچی برش سرد





کوره‌های عملیات حرارتی

- سه کوره رولیکی (Roller Hearth Furnace) با طول ۵۶ متر و ظرفیت ۴/۷ تن در ساعت (جهت آنیل و ...)
- پنج کوره بوژی (Bogie Hearth Furnace) با قابلیت برنامه ریزی سیکل عملیات حرارتی تا حداکثر ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد و با دقت ± 5 درجه سانتیگراد (جهت نرماله، کوئنچ و تمپر، رسوب سختی و ...)

مخازن سردکردن

- تانک روغن
- تانک آب با افزودنی پلیمر

تجهیزات تست

- دو دستگاه سختی سنج برینل





تجهیزات صافکاری

- سه دستگاه صافکاری دو غلطکی برای مقاطع گرد با میزان صافی در طول تا 1 mm/m
- دو دستگاه صافکاری (Multi Roll) و دو پرس برای تسمه و چهارگوش

ماشین ساچمه‌زنی برای تسمه و چهارگوش

تجهیزات بازرسی (Multi-Function Testing)

- تست ابعاد به روش لیزر
- تست گرید به روش القاء مغناطیسی
- تست عیوب سطحی به روش جریان‌های گردابی، ذرات مغناطیسی و سیرکوفلاکس
- تجهیزات سنگ‌زنی و رفع عیوب سطحی
- سه ماشین برش دیسکی برای تهیه نمونه





تجهیزات تکمیل کاری

- دو دستگاه پوسته کنی (Peeling) با قابلیت دستیابی به تolerانس h9 و h10 و h11
- دو دستگاه تست ابعاد به روش لیزر
- دو دستگاه تست عیوب سطحی به روش جریان های گردابی
- دستگاه پولیش برای دستیابی به زبری سطح حداکثر ۳ میکرون



طیف سنجی

- دستگاه‌های کوانتومتر با پایه آهن دارای هفت برنامه آنالیزی ساخت شرکت ARL
- XRF دارای نوزده منوکروماتور، یک گالیومتر و هفت کریستال ساخت شرکت ARL
- دستگاه اندازه‌گیری S, C, H, O و N ساخت شرکت LECO

آزمایشگاه خواص مکانیکی

- دستگاه کشش، خمش، فشار، بازخمش، فشار گرم و کشش گرم
- دستگاه سختی سنج (برینل، راکول، ویکرز و میکرو سختی سنجی)
- دستگاه تست ضربه ۴۵۰ ژول با قابلیت اندازه‌گیری از ۷۰- درجه سانتیگراد تا دمای محیط





آزمایشگاه متالوگرافی

- پنج دستگاه میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی حداکثر ۲۸۰۰ برابر
- دستگاه آنالیز تصویری، میکروسکوپ استریو

آزمایشگاه عملیات حرارتی

- کوره‌های خلاء، موفلی، چمبر و حمام نمک
- تجهیزات اتوماتیک تست جامینی

آزمایشگاه شیمی‌تر

- تجهیزات کامل آزمایشگاه شیمی‌تر
- اسپکتروفتومتر UV-Visible

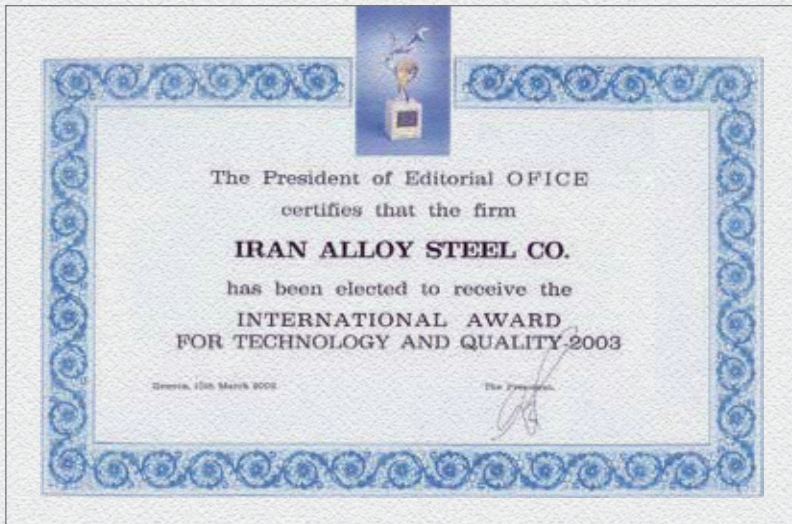


بسته بندی و انبار محصول

- تجهیزات بسته بندی
- تجهیزات توزین
- انبارهای سرپوشیده ی محصول و حمل















گواهینامه

سیستم مدیریت یکپارچه (IMS) مبتنی بر

EN ISO 9001 : 2008 / EN ISO 14001: 2004 / OHSAS 18001:2007

مطابق با روش‌های اجرایی TÜV NORD CERT، گواهی می‌نماید که



شرکت فولاد آلیاژی ایران

پژ، پلورا آزادگان، پلوار شهید

دهقان منشادی، کیلومتر ۲۴ جاده فولاد آلیاژی

سیستم مدیریت یکپارچه کیفیت / محیط زیست / ایمنی و بهداشت شغلی را در پیرامون از استانداردهای بالا برای دامنه کاربرد تشریح شده، در زیر، بکار می‌گیرد

طراحی و تولید انواع مختلف فولادهای آلیاژی و مخصوص و
ارائه خدمات عملیات حرارتی، نورد، تکمیل کاری و آزمایشگاهی

دارای اعتبار تا تاریخ: 2013-02-23

شماره ثبت گواهینامه: 44 100 105791

44 104 105791

44 116 105791

تاریخ تجدیدن صدور گواهینامه: 2008

شماره گزارش ممیزی: 0207 100 R 10042

0207 104 R 10042

0207 116 R 10072

Tehran, 2010-02-24

مسرحر صدور گواهینامه در
TÜV NORD CERT GmbH

صدور این گواهینامه مطابق با روش‌های اجرایی ممیزی و صدور گواهینامه TÜV NORD CERT انجام شده است

و ممیزی‌های مکرر را به همراه خواهد داشت.

TÜV NORD CERT GmbH

Langemarckstrasse 20

45141 Essen

www.tuev-nord-cert.com



شرکت فولاد آلیاژی ایران



گواهینامه

سیستم مدیریت مبتنی بر

EN ISO 9001 : 2008

مطابق با روش‌های اجرایی TÜV NORD CERT، گواهی می‌نماید که



شرکت فولاد آلیاژی ایران

بزرگ، بلوار آزادگان، بلوار شهید

دهقان متشادی، کیلومتر ۲۴ جاده فولاد آلیاژی

سیستم مدیریت را در پیروی از استاندارد بالا برای دامنه کاربرد تشریح شده در زیر، پیکار می‌کند

طراحی و تولید انواع مختلف فولادهای آلیاژی و مخصوص و

اوله خدمات عملیات حرارتی، نورد، تکمیل کاری و آزمایشگاهی

2013-02-23 دارای اعتبار تا تاریخ
2001 تاریخ نخستین صدور گواهینامه

شماره ثبت گواهینامه: 44 100 106791
شماره گزارش ممیزی: 0207 100 R 10042

M. Vahideh

Tehran, 2010-02-24

مسرجم مسئول گواهینامه در
TÜV NORD CERT GmbH

صدور این گواهینامه مطابق با روش‌های اجرایی ممیزی و صدور گواهینامه TÜV NORD CERT انجام شده است
و ممیزی‌های مراقبتی مقرر را به همراه خواهد داشت.

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstrasse 20 45141 Essen

www.tuv-nord-cert.com



IGA-Z04-07-06-00



گواهینامه

سیستم مدیریت ایمنی پر

OHSAS 18001 : 2007

مطابق با روش‌های اجرایی TÜV NORD CERT. گواهی می‌نماید که



شرکت فولاد آلیازی ایران

یزد، بلوار آزادگان، بلوار شهید

دعقان منشادی، کیلومتر ۲۴ جاده فولاد آلیازی

سیستم مدیریت را در پیروی از استاندارد بالا برای دامنه کاربرد شرح شده در زیر، بکار می‌گیرد

طراحی و تولید انواع مختلف فولادهای آلیازی و محصولات و

ارائه خدمات عملیات حرارتی، نورد، تکمیل کاری و آزمایشگاهی

2013-02-23 دارای اعتبار تا تاریخ:

2005 تاریخ نخستین صدور گواهینامه:

44 116 105791 شماره ثبت گواهینامه:

0207 119 R 10042 شماره گزارش ممیزی:

M. Atarzadeh

Tehran, 2010-2-24

مسرئج صدور گواهینامه در

TÜV NORD CERT GmbH

صدور این گواهینامه مطابق با روش‌های اجرایی ممیزی و صدور گواهینامه TÜV NORD CERT انجام شده است.

و ممیزی‌های مراجعه مقرر را به همراه خواهد داشت.

TÜV NORD CERT GmbH

Langemarckstrasse 20

45141 Essen

www.tuev-nord-cert.com





شرکت فولاد آلیاژی ایران



گواهینامه

سیستم مدیریت مبتنی بر
EN ISO 14001 : 2004

مطابق با روش‌های اجرایی TÜV NORD CERT. گواهی می‌نماید که



شرکت فولاد آلیاژی ایران
بُرد، بلورا آزادگان، بلوار شهید
دهقان منشادی، کیلومتر ۲۴ جاده فولاد آلیاژی

سیستم مدیریت را در پیروی از استاندارد بالا برای دانه کاربرد تشریح شده در زیر، بکار می‌گیرد

طراحی و تولید انواع مختلف فولادهای آلیاژی و مخصوص و
ارائه خدمات عملیات حرارتی، نود، تکمیل کاری و آزمایشگاهی

دارای اعتبار تا تاریخ: 2013-02-23
تاریخ تمدن صدور گواهینامه: 2006

شماره ثبت گواهینامه: 44 104 105791
شماره گزارش ممیزی: 0207 104 R 10042

M. V. Atapour

Tehran, 2010-02-24

مراجع صدور گواهینامه در
TÜV NORD CERT GmbH

صدور این گواهینامه مطابق با روش‌های اجرایی ممیزی و صدور گواهینامه TÜV NORD CERT انجام شده است
و ممیزی‌های مراقبتی مقرر را به همراه خواهد داشت.

TÜV NORD CERT GmbH

Langemarkstrasse 20

45141 Essen

www.tuev-nord-cert.com



TÜV NORD CERT

HOME CERTIFICATE

Energy Management system as per

ISO 50001:2011

سیستم مدیریت انرژی براساس استاندارد

In accordance with TÜV AUSTRIA procedures, it is hereby certified that



شرکت فولاد آلیاژی ایران
ایران - یزد ، بلوار آزادگان ، بلوار شهید دهقان منشادی ،
کیلومتر ۲۴ جاده اختصاصی

applies a management system in line with the above standard for the following scope

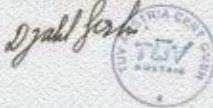
طراحی و تولید انواع مختلف فولادهای آلیاژی و مخصوص و انجام خدمات عملیات
حرارتی ، نوردی و آزمایشگاهی

Certificate Registration No, 20 200 01003229

Valid until ,05.08.2014

TÜV AUSTRIA -IRAN

Vienna, 07.08.2011





Certificate of Registration

Certificate Number: CSMS90414

This is to certify that the Management System of:

Iran Alloy Steel Company

Address to which this certificate refers:

24th Km IASCO Road, Azadegan Blvd., Yazd- Iran

has been assessed and registered by ACS Registrars Ltd against the following guideline,
Quality management- Customer satisfaction- Guidelines for monitoring and measuring :

ISO 10004:2010

The scope of registration is:

"Production of Different Alloy Steels in Different Sections"

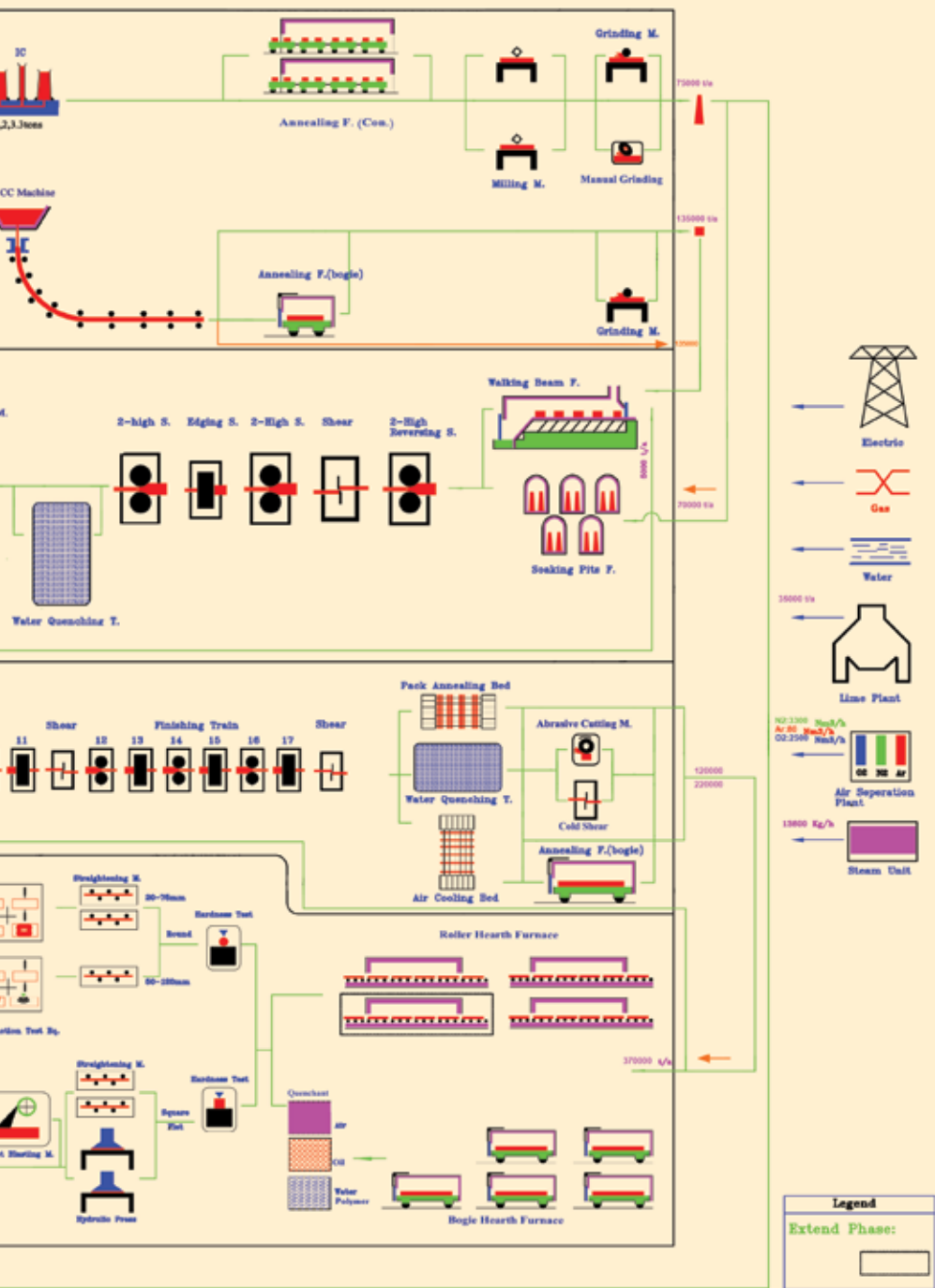
Signed by:

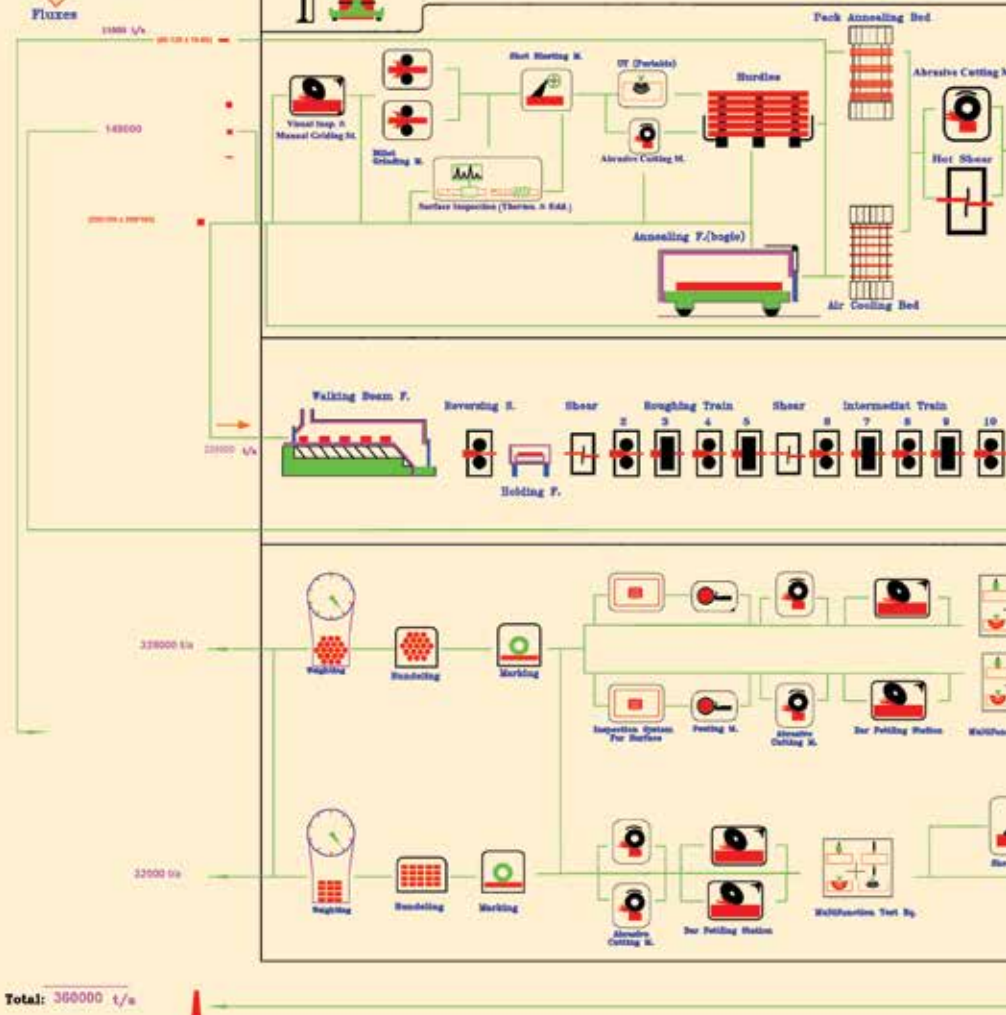
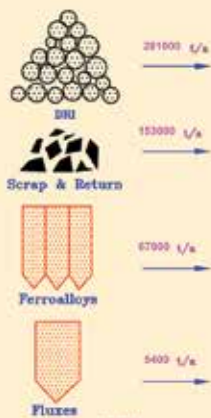
Date of initial assessment:	03/07/2012
Date of registration:	10/07/2012
Date reissued:	n/a
Date of expiry:	02/07/2013

Whilst all due care was exercised in carrying out this assessment, ACS Registrars Ltd accepts responsibility only for proven gross negligence. This is not a legal document and cannot be used as such. This certificate remains the property of ACS Registrars Ltd to whom it must be returned upon request. Certificate validity may be verified at the address below.

ACS Registrars Ltd, Sovereign House,
29 Reddick Hill,
Sutton Coldfield, West Midlands, B75 7ET, UK
tel. 0121-241-2299 fax. 0121-241-4623
www.acsregistrars.com

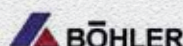








CONSORTIUM
CONSULTING ENGINEERS
ALLOY STEEL PROJECT YAZD



LETTER OF CONFIRMATION

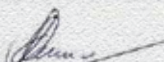
We have the pleasure to confirm that the IRAN ALLOY STEEL CO. was designed and set up with the most modern machines and BÖHLER's technological know how.

The technology and know how for operation of the plant has been provided by DVAI and BÖHLER for production of the following alloy steels groups:

Nitriding steel
Heat treatable steel
Carbon steel
Spring steel
Case hardening steel
Saw steel
Plastic mould steel
Bearing steel
Free cutting steel
High temperature steel
Hot working tool steel
Cold working tool steel

Therefore, IASCO's plant has the capability to produce quality and special steel grades according to internationally recognized standards such as BÖHLER's Stock Standards, DIN, EN, etc.

CONSORTIUM
DEUTSCHE VOEST-ALPINE
INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH
BÖHLER EDELSTAHL GmbH & Co KG


Schumacher


Rosch



DEUTSCHE VOESTALPINE
(AG) (STRAßENANLAGEBAU) GMBH
Königsplatz Straße 4
D-46119 Düsseldorf
Postfach 18 47 52
D-46119 Düsseldorf
Telefon ++49 211 - 38 28 - 122
Telefax ++49 211 - 38 28 - 272
Telex: 9 582 961 dsk

BÖHLER EDELSTAHL GmbH
Münchener Straße 25
Postfach 96
D-68611 Heimbach
Telefon ++49 1840 - 79 71 80
Telefax ++49 1840 - 79 73 48





پیشگفتار

در راستای حفظ و صیانت از جایگاه ویژه مشتریان و به منظور تبادل اطلاعات فنی در زمینه فرآیندهای تکمیلی و بهینه سازی شرایط کاربری محصولات تولیدی این شرکت، مجموعه حاضر که حاوی اطلاعات فنی، متالورژیکی و تجربیات بیش از یک دهه فعالیت در زنجیره تأمین قطعات فولادی صنعت کشور و همچنین صادرات طیف وسیعی از تولیدات به کشورهای اروپایی می باشد، جمع آوری و تدوین گردیده است. با تشکر از تمامی همکاران و متخصصین محترمی که ما را در تهیه و تنظیم این مجموعه یاری نموده اند، امید است این اطلاعات بتواند قدم های مؤثری در جهت آموزش بهتر، شناخت و بهره گیری صحیح در زمینه توسعه، تولید، فن آوری و مصرف فولادهای آلیاژی برداشته و در راستای اعتلای فرهنگ صنعتی این مرز و بوم مفید واقع گردد. در پایان از کلیه صاحب نظران و کارشناسان محترم خواهشمند است با نظرات سازنده خود ما را در ارتقاء کیفیت ویرایش های آتی یاری فرمایند.

روابط عمومی
و امور بین الملل

امور بازاریابی و فروش
واحد مهندسی فروش
چاپ و ویرایش چهارم
اسفندماه ۱۳۹۱

۲	جدول مقایسه‌ای با استاندارد Bohler ، DIN و سایر استانداردها
۱۲	اشکال و ابعاد تولیدات
۱۳	استاندارد تولید و تحویل فولادهای آلیاژی
۱۴	روش نام‌گذاری فولاد در شرکت فولاد آلیاژی ایران

گروه‌های فولادی

۱۸	فولادهای ابزار سردکار
۲۶	فولادهای قالب پلاستیک
۳۲	فولادهای تیغ اره
۳۸	فولادهای ابزار کربنی
۴۶	فولادهای بلبرینگ
۵۲	فولادهای ابزار گرم کار
۶۲	فولادهای دما بالا
۶۸	فولادهای عملیات حرارتی‌پذیر
۷۸	فولادهای نیتريدینگ
۸۴	فولادهای سخت‌شونده سطحی
۹۶	فولادهای کربنی
۱۰۶	فولادهای فنر
۱۱۲	فولادهای خوش‌تراش
۱۲۰	فولادهای زنگ‌نزن کرم-نیکل



۱۲۸	فولادهای زنگ‌نزن کرم‌دار
۱۳۶	فولادهای مقاوم به حرارت
۱۴۸	فولادهای سوپاپ
۱۵۸	فولادهای میکروآلیاژ

پیوست

۱۶۶	استاندارد ابعادی میل‌گردهای نورد گرم‌شده
۱۶۸	استاندارد ابعادی چهارگوش‌های نورد گرم‌شده
۱۷۰	استاندارد ابعادی تسمه‌های نورد گرم‌شده
۱۷۲	استاندارد ابعادی تسمه‌های نورد گرم‌شده با لبه گرد
۱۷۳	استاندارد ابعادی تسمه‌های نورد گرم‌شده با لبه نیم‌دایره (برای فنرهای تخت)
۱۷۴	استاندارد ابعادی فولادهای براق
۱۷۵	دیاگرام تعادلی آهن-کربن
۱۷۷	عناصر آلیاژی در فولادهای مخصوص
۱۸۶	اثر عناصر آلیاژی بر روی خواص فولاد
۱۸۸	جدول معرفی تست‌های سختی متداول
۱۸۹	جدول مقایسه سختی
۱۹۴	نمودار تبدیل مقاومت به ضربه K برای روش‌های متداول
۱۹۵	حد مجاز ماشین‌کاری
۱۹۶	عناصر شیمیایی و خواص فیزیکی آن‌ها



جدول مقایسه‌ای با استاندارد Bohler , DIN و سایر استانداردها

صفحه	گريد مرجع از...				مارک فولاد آلیاژی ایران	شماره
	سایر استانداردها ^(۱)	DIN		مارک Bohler		
		سمبل	شماره مواد			
-	-	St50-2	~1.0050	-	0050I	۱
106	-	~QSt36-3	~1.0214	-	0214I	۲
106	-	C18D	1.0416	-	0416D	۳
106	ASTM A105	C21	1.0432	-	0432A	۴
-	BS 080A40 (En8C)	~C40	~1.0511	-	0511B	۵
-	-	C55	1.0535	-	0535D	۶
-	-	C50	1.0540	-	0540D	۷
-	-	St60-2	1.0543	-	0543I	۸
-	-	St52-3	1.0570	-	0570D	۹
122	-	9SMn28	1.0715	Z906	0715D	۱۰
-	-	10S20	1.0721	-	0721D	۱۱
122	BS 210M15 (En32M)	~15S22	~1.0723	-	0723B	۱۲
122	-	~35S20	~1.0726	-	0726D	۱۳
-	-	45S20	1.0727	Z986	0727S	۱۴
-	-	9SMn36	1.0736	-	0736D	۱۵
-	-	9SMn36	1.0736	Z908	0736S	۱۶
-	-	9SMnPb36	1.0737	Z952	0737S	۱۷
-	-	50Mn7	1.0913	F180	0913S	۱۸
84	-	Ck10	1.1121	-	1121D	۱۹
-	PEUGEOT 45M5	46Mn5	1.1128	-	1128P	۲۰
-	-	Ck15	1.1141	E920	1141S	۲۱
106	BS En3A, En3C	~Cm22	~1.1149	-	1149B	۲۲
106	BS En3A	Cm22	1.1149	-	1149D	۲۳
-	PEUGEOT AF43	~Cm22	~1.1149	-	1149P	۲۴
106	-	C22E	1.1151	-	1151D	۲۵



صفحه	گريد مرجع از...				مارک فولاد آلیاژی ایران	شماره
	سایر استانداردها ^(۱)	DIN		مارک Bohler		
		سمبل	شماره مواد			
-	-	Cq22	1.1152	-	1152D	۲۶
98	-	30Mn5	1.1165	V930	1165S	۲۷
-	BS 105M36 (En15)	~36Mn5	1.1167	-	1167B	۲۸
106	BS 36Mn5	36Mn5	1.1167	-	1167D	۲۹
106	PEUGEOT 20M5	~20Mn6	~1.1169	-	1169P	۳۰
-	PEUGEOT XC42P	~41Mn4	~1.1175		1175P	۳۱
-	-	Ck30	1.1178	-	1178D	۳۲
-	BS 080M30	Ck30	1.1178	-	1178B	۳۳
106	BS 080A32(En5C)	~Cm35	~1.1180	-	1180B	۳۴
-	PEUGEOT AF56	~Cm35	~1.1180	-	1180P	۳۵
98	-	Ck35	1.1181	V935	1181S	۳۶
106	BS En8(080M40)	~Ck40	~1.1186	-	1186B	۳۷
106	-	Ck40	1.1186	-	1186D	۳۸
-	-	Ck45	1.1191	V945	1191S	۳۹
106	BS En43B(080A47)	~Cm45	~1.1201	-	1201B	۴۰
-	-	Cm45	1.1201	-	1201D	۴۱
106	-	C55E /Ck55	1.1203	-	1203D	۴۲
106	BS 080A52	~Cm53	~1.1205	-	1205B	۴۳
106	-	C50E/Ck50	1.1206	-	1206D	۴۴
-	PEUGEOT AF70	~Cm55	~1.1209	-	1209P	۴۵
98	-	Cf53	1.1213	V953	1213S	۴۶
98	-	Ck60	1.1221	V960	1221S	۴۷
-	PEUGEOT C70	~Cf 70	~1.1249	-	1249P	۴۸
162	PEUGEOT 30MSV6	~30MnVS6	~1.1302	-	1302P	۴۹
38	-	C80W1	1.1525	K980	1525S	۵۰



ادامه جدول مقایسه ای...

صفحه	گريد مرجع از...				مارک فولاد آلیاژی ایران	شماره
	سایر استانداردها ^(۱)	DIN		مارک Bohler		
		سمبل	شماره مواد			
38	-	C105W1	1.1545	K990	1545S	۵۱
38	-	C45W	1.1730	K945	1730S	۵۲
38	-	C60W	1.1740	K960	1740S	۵۳
-	-	C67W	1.1744	-	1744D	۵۴
38	-	C85W	1.1830	K985	1830S	۵۵
-	-	70Cr2	1.2007	-	2007D	۵۶
-	-	145Cr6	1.2063	K505	2063S	۵۷
-	-	100Cr6	1.2067	K200	2067S	۵۸
18	-	X210Cr12	1.2080	K100	2080S	۵۹
-	-	62SiMnCr4	1.2101	K245	2101S	۶۰
-	-	90CrSi5	1.2108	K240	2108S	۶۱
-	-	21MnCr5	1.2162	M100	2162S	۶۲
-	-	31CrV3	1.2208	-	2208D	۶۳
18	-	115CrV3	1.2210	K510	2210S	۶۴
32	-	80CrV2	1.2235	B400	2235S	۶۵
68	-	29CrMoV9	1.2307	V350	2307S	۶۶
26	-	40CrMnMoS8-6	1.2312	M200	2312S	۶۷
-	-	48CrMoV6-7	1.2323	W326	2323S	۶۸
-	-	86CrMoV7	1.2327	K310	2327S	۶۹
52	-	X40CrMoV5-1	1.2344	W302	2344S	۷۰
-	-	X2NiCoMo18-9-5	1.2358	W720	2358S	۷۱
18	-	X100CrMoV5-1	1.2363	K305	2363S	۷۲
52	-	X32CrMoV3-3	1.2365	W320	2365S	۷۳
18	-	X155CrVMo12-1	1.2379	K110	2379S	۷۴
-	-	105WCr6	1.2419	K465	2419S	۷۵



صفحه	گريد مرجع از...				مارک فولاد آلیاژی ایران	ردیف
	سایر استانداردها ^(۱)	DIN		مارک Bohler		
		سمبل	شماره مواد			
18	-	X210CrW12	1.2436	K107	2436S	۷۶
-	-	120WV4	1.2516	K405	2516S	۷۷
18	-	45WCrV7	1.2542	K450	2542S	۷۸
18	-	60WCrV7	1.2550	K455	2550S	۷۹
52	-	X30WCrV5-3	1.2567	W105	2567S	۸۰
52	-	X30WCrV9-3	1.2581	W100	2581S	۸۱
18	-	X165CrMoV12	1.2601	K105	2601S	۸۲
-	-	X50CrMoW9-1-1	1.2631	K300	2631S	۸۳
32	-	74NiCr2	1.2703	B535	2703S	۸۴
-	-	54NiCrMoV6	1.2711	W501	2711S	۸۵
52	-	56NiCrMoV7	1.2714	W500	2714S	۸۶
-	-	15NiCr14	1.2735	M120	2735S	۸۷
-	-	X19NiCrMo4	1.2764	M130	2764S	۸۸
18	-	X45NiCrMo4	1.2767	K600	2767S	۸۹
-	-	85NiV4	1.2770	K630	2770S	۹۰
18	-	90MnCrV8	1.2842	K720	2842S	۹۱
-	-	X15CrCoMoV10-10-5	1.2886	W705	2886S	۹۲
18	-	X120Mn12	1.3401	K700	3401S	۹۳
46	-	100Cr6	1.3505	R100	3505S	۹۴
132	-	X12Cr13	1.4006	N100	4006S	۹۵
132	-	X6Cr17	1.4016	N200	4016S	۹۶
132	-	X20Cr13	1.4021	N320	4021D	۹۷
-	-	X15Cr13	1.4024	-	4024D	۹۸
-	-	X30Cr13	1.4028	-	4028D	۹۹
132	-	X46Cr13	1.4034	N540	4034S	۱۰۰



ادامه جدول مقایسه ای...

صفحه	گريد مرجع از...				مارک فولاد آلیاژی ایران	شماره
	سایر استانداردها ^(۱)	DIN		مارک Bohler		
		سمبل	شماره مواد			
132	-	X17CrNi16-2	1.4057	N350	4057S	۱۰۱
132	-	X14CrMoS17	1.4104	N310	4104S	۱۰۲
-	-	X12CrNi18-8	1.4300	A505	4300S	۱۰۳
124	-	X5CrNi18-10	1.4301	A500	4301S	۱۰۴
-	-	X8CrNiS18-9	1.4305	A506	4305S	۱۰۵
-	-	X10CrNi18-8	1.4310	A520	4310S	۱۰۶
-	-	X1CrNi18-15-4	1.4361	A610	4361S	۱۰۷
-	-	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	A120	4401S	۱۰۸
124	-	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	A200	4404S	۱۰۹
-	-	X2CrNiMo17-12-3	1.4429	A410	4429S	۱۱۰
-	-	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	A220	4435S	۱۱۱
124	-	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	A100	4436S	۱۱۲
-	-	X2CrNiMo17-13-5	1.4439	A400	4439S	۱۱۳
-	-	X1CrNiMo25-22-2	1.4466	A405	4466S	۱۱۴
-	-	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	A962	4539S	۱۱۵
124	-	X6CrNiTi18-10	1.4541	A700	4541S	۱۱۶
132	-	X5CrNiCuNb16-4	1.4542	N700	4542S	۱۱۷
-	-	X6CrNiNb18-10	1.4550	A750	4550S	۱۱۸
124	-	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	A300	4571S	۱۱۹
-	-	X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	A350	4580S	۱۲۰
-	-	X5NiCrMoCuNb22-18	1.4586	A955	4586S	۱۲۱
-	-	X10CrAl7	1.4713	H160	4713S	۱۲۲
152	-	X45CrSi9-3	1.4718	H700	4718S	۱۲۳
-	-	X10CrAl13	1.4724	H140	4724S	۱۲۴
-	-	X10CrAl18	1.4724	H120	4742S	۱۲۵
-	-	X18CrN8	1.4749	H102	4749S	۱۲۶



صفحه	گريد مرجع از...				مارک فولاد آلیاژی ایران	شماره
	سایر استانداردها ^(۱)	DIN		مارک Bohler		
		سمبل	شماره مواد			
140	-	X10CrAl24	1.4762	H100	4762S	۱۲۷
-	-	X20CrNiSi25-4	1.4821	H300	4821S	۱۲۸
140	-	~X15CrNiSi20-12	1.4828	H550	4828S	۱۲۹
140	-	X15CrNiSi25-20	1.4841	H525	4841S	۱۳۰
-	-	X12CrNi25-20	1.4842	H522	4842S	۱۳۱
140	-	X12NiCrSi36-16	1.4864	H520	4864S	۱۳۲
152	-	X53CrMnNiN21-9	1.4871	H850	4871S	۱۳۳
152	-	X45CrNi3W18-9	1.4873	H800	4873S	۱۳۴
-	-	X10NiCrAlTi32-20	1.4876	H500	4876S	۱۳۵
-	-	X22CrMoV12-1	1.4923	-	4923D	۱۳۶
110	-	38Si7	1.5023	-	5023D	۱۳۷
-	-	46Si7	1.5024	F114	5024S	۱۳۸
110	-	51Si7	1.5025	F100	5025S	۱۳۹
110	-	55Si7	1.5026	F110	5026S	۱۴۰
110	-	60Si7	1.5027	F108	5027S	۱۴۱
110	JIS SUP6	65Si7	1.5028	F105	5028S	۱۴۲
-	-	37MnSi5	1.5122	V762	5122S	۱۴۳
-	-	38MnSiVS5	1.5231	-	5231D	۱۴۴
-	RENAULT D25M6	-	-	-	5232R	۱۴۵
-	S2Mo	-	-	-	5425I	۱۴۶
162	-	28B2	1.5510	-	5510D	۱۴۷
162	SAE 10B38	~38B2	~1.5515	-	5515A	۱۴۸
162	SAE 10B21	~19MnB4	~1.5523	-	5523I	۱۴۹
162	SAE F30B	~30MnB4	~1.5526	-	5526I	۱۵۰
162	PEUGEOT 38MB5	~38MnB5	~1.5532	-	5532P	۱۵۱
-	BS 637H17	~16NiCrS4	~1.5714	-	5714B	۱۵۲



ادامه جدول مقایسه ای...

صفحه	گريد مرجع از...				مارک فولاد آلیاژی ایران	شماره
	سایر استانداردها ^(۱)	DIN		مارک Bohler		
		سمبل	شماره مواد			
94	BS 637M17(En352)	~16NiCrS4	~1.5715	-	5715B	۱۵۳
84	-	14NiCr14	1.5752	E200	5752S	۱۵۴
-	-	31NiCr14	1.5755	V214	5755S	۱۵۵
-	-	14NiCr18	1.5860	E204	5860S	۱۵۶
84	-	15CrNi6	1.5919	E230	5919S	۱۵۷
-	-	18CrNi8	1.5920	E220	5920S	۱۵۸
-	-	X2NiCoMo18-8-5	1.6359	W721	6359S	۱۵۹
-	-	X2NiCoMoTi18-12-4	1.6356	W725	6356S	۱۶۰
-	-	36CrNiMo4	1.6511	V165	6511S	۱۶۱
-	SAE 8620H	~21NiCrMoS2	~1.6526	-	6526A	۱۶۲
94	BS 805M22	~21NiCrMoS2	~1.6526	-	6526B	۱۶۳
-	-	23MnNiCrMo5-3	1.6540	-	6540D	۱۶۴
68	-	30CrNiMo8	1.6580	V145	6580S	۱۶۵
68	-	34CrNiMo6	1.6582	V155	6582S	۱۶۶
-	BS 832M13	~14NiCrMo13-4	~1.6657	-	6657B	۱۶۷
-	-	32NiCrMo14-5	1.6746	V110	6746S	۱۶۸
-	-	38NiCrMoV7-3	1.6926	V134	6926S	۱۶۹
-	-	38Cr1	1.7001	-	7001D	۱۷۰
106	PEUGEOT 45C.TS	~46Cr1	~1.7002	-	7002P	۱۷۱
-	PEUGEOT 38C2	~38Cr2	~1.7003	-	7003P	۱۷۲
-	-	15Cr3	1.7015	E525	7015S	۱۷۳
94	JIS SCr420H	~20Cr4	~1.7027	-	7027J	۱۷۴
74	-	34Cr4	1.7033	-	7033D	۱۷۵
74	-	37Cr4	1.7034	-	7034D	۱۷۶
68	-	41Cr4	1.7035	V500	7035S	۱۷۷



صفحه	گريد مرجع از...				مارک فولاد آلیاژی ایران	ردیف
	سایر استانداردها ^(۱)	DIN		مارک Bohler		
		سمبل	شماره مواد			
74	-	34CrS4	1.7037	-	7037S	۱۷۸
74	BS En18C	~37CrS4	~1.7038	-	7038B	۱۷۹
-	-	37CrS4	1.7038	-	7038D	۱۸۰
-	BS 530M40	~41CrS4	~1.7039	-	7039B	۱۸۱
74	-	41CrS4	1.7039	-	7039D	۱۸۲
-	-	67SiCr5	1.7103	F200	7103S	۱۸۳
110	-	60SiCr7	1.7108	F128	7108S	۱۸۴
84	-	16MnCr5	1.7131	E410	7131S	۱۸۵
-	-	16MnCrS5	1.7139	E411	7139S	۱۸۶
94	-	20MnCr5	1.7147	E400	7147D	۱۸۷
-	PEUGEOT 20MC5	~20MnCrS5	~1.7149	-	7149P	۱۸۸
84	-	20MnCrS5	1.7149	E401	7149S	۱۸۹
-	SAE 5160	~55Cr3	~1.7176	-	7176A	۱۹۰
110	-	55Cr3	1.7176	F300	7176D	۲۰۰
-	JIS SUP9	~55Cr3	~1.7176	-	7176J	۲۰۱
74	PEUGEOT 27CD4	~25CrMoS4	~1.7218	-	7218P	۲۰۲
68	-	25CrMo4	1.7218	V340	7218S	۲۰۳
-	JIS SCM435H	34CrMo4	1.7220	-	7220D	۲۰۴
68	-	34CrMo4	1.7220	V330	7220S	۲۰۵
68	JIS SCM440H	42CrMo4	1.7225	V320	7225D	۲۰۶
-	-	42CrMoS4	1.7227	-	7227D	۲۰۷
74	BS 708A42(En19C)	~42CrMoS4	~1.7227	-	7227B	۲۰۸
68	-	50CrMo4	1.7228	V310	7228S	۲۰۹
-	-	16CrMo4	1.7242	-	7242D	۲۱۰
-	PEUGEOT 16CD4	~16CrMo4	~1.7242	-	7242P	۲۱۱



ادامه جدول مقایسه ای...

صفحه	گريد مرجع از...				مارک فولاد آلیاژی ایران	شماره
	سایر استانداردها ^(۱)	DIN		مارک Bohler		
		سمبل	شماره مواد			
-	-	24CrMo5	1.7258	D340	7258S	۲۱۲
94	-	15CrMo5	1.7262	-	7262D	۲۱۳
-	JIS SCM415H	~15CrMo5	~1.7262	-	7262J	۲۱۴
-	-	20CrMo5	1.7264	E300	7264D	۲۱۵
94	JIS SCM420H	~20CrMo5	~1.7264	-	7264J	۲۱۶
-	-	20MoCr4	1.7321	E320	7321S	۲۱۷
-	SAE 4118	~20MoCr4	~1.7321	-	7321A	۲۱۸
-	-	13CrMo4-5	1.7335	D330	7335S	۲۱۹
62	-	10CrMo9-10	1.7380	D320	7380S	۲۲۰
-	-	51CrMoV4	1.7701	F500	7701S	۲۲۱
62	-	21CrMoV5-7	1.7709	D230	7709S	۲۲۲
-	JIS SNB16	40CrMoV4-6	1.7711	-	7711I	۲۲۳
-	-	-	1.7734	V354	7734S	۲۲۴
-	-	X41CrMoV5-1	1.7783	W301	7783S	۲۲۵
110	-	50CrV4	1.8159	F550	8159S	۲۲۶
-	-	58CrV4	1.8161	-	8161D	۲۲۷
78	-	34CrAlMo5	1.8507	V810	8507S	۲۲۸
-	-	31CrMo12	1.8515	V304	8515S	۲۲۹
-	-	31CrMoV9	1.8519	V350	8519S	۲۳۰
78	-	34CrAlNi7	1.8550	V820	8550S	۲۳۱
-	-	~C87WS	~1.1840	B904	9000S	۲۳۲
-	-	~C75W	~1.1750	B908	9003S	۲۳۳
84	-	~21NiCrMo2	~1.6523	E115	9004S	۲۳۴
-	-	~Ck101	~1.1274	F902	9005S	۲۳۵
18	-	~X50CrMoV5-1	~1.2345	K306	9006S	۲۳۶
18	-	100MnCr13	~1.2510	K460	9008S	۲۳۷
18	-	~50NiCr13	~1.2721	K605	9009S	۲۳۸



صفحه	گريد مرجع از...				مارک فولاد آلیاژی ایران	ردیف
	سایر استانداردها ^(۱)	DIN		مارک Bohler		
		سمبل	شماره مواد			
26	-	~X36CrMo17	~1.2316	M300	9014S	۲۳۹
-	-	~X42Cr13	~1.2083	M310	9015S	۲۴۰
-	-	~40NiCrMo6	~1.6565	V130	9017S	۲۴۱
52	-	~X45CoCrWV5-5-5	~1.2678	W108	9019S	۲۴۲
52	-	~X38CrMoV5-1	~1.2343	W300	9020S	۲۴۳
-	-	~X40CrMoV5-3	~1.2367	W303	9021S	۲۴۴
-	-	~X32CrMoCoV3-3-3	~1.2365	W321	9022S	۲۴۵
-	-	-	-	Z912	9023S	۲۴۶
106	BS 605M36(En16)	-	-	-	9025B	۲۴۷
94	BS 527A19(En207)	-	-	-	9026B	۲۴۸
162	MCB240H	-	-	-	9029I	۲۴۹
122	BS 214M15(En202)	~15S22	~1.0723	-	9030B	۲۵۰
94	BS 815H17(En353)	~17NiCrMo6-4	~1.6566	-	9031B	۲۵۱
124	-	~X2CrNi18-9	~1.4306	A604	9032S	۲۵۲
122	BS 212M36	-	-	-	9034B	۲۵۳
-	-	~38MnVS6	~1.1303	-	9033I	۲۵۴
162	-	~38MnSiVS5	~1.5231	-	9035I	۲۵۵
-	BS 251A58	-	-	-	9037I	۲۵۶
-	BS 665M23	-	-	-	9038B	۲۵۷
-	-	~38CrV4	-	-	9040I	۲۵۸
-	BS 606M36	-	-	-	9041B	۲۵۹
-	JIS SUP12	-	-	-	9042J	۲۶۰
-	GOST 35ChGSA	-	-	-	9043G	۲۶۱
-	~50Cr2	-	-	-	9044I	۲۶۲
-	PEUGEOT 27MC5	-	-	-	9046P	۲۶۳
98	IASCO	Special Ck45	~1.1191	-	9095I	۲۶۴

۱- گريد مرجع از سایر استانداردها غير از DIN مشخص شده است.

* گريدهای ذکر شده در این جداول به عنوان آشنایی با برخی محصولات تولیدی این شرکت می باشد و تولید گريدهای دیگر قابل بررسی می باشد.



اشکال و ابعاد تولیدی

ابعاد (میلیمتر)	اشکال
۱۲-۲۰۰	میلگرد 
۴۰-۱۰۰ با لبه گرد (RCS): ۴۰-۲۱۰	چهار گوش  
عرض: ۱۸-۱۵۰ ضخامت: ۵-۶۰	تسمه 
۱۲-۳۲	کلاف
ضلع بالایی ۳۹۰، پایینی ۲۷۰ و ارتفاع ۱۱۵۰ میلیمتر (۱ تن) ضلع بالایی ۴۵۰، پایینی ۳۶۰ و ارتفاع ۱۶۲۰ میلیمتر (۲ تن) ضلع بالایی ۵۶۰، پایینی ۴۱۰ و ارتفاع ۱۸۴۰ میلیمتر (۳/۳ تن)	شمش



استاندارد تولید و تحویل فولادهای آلیاژی

مقایسه با استانداردهای					عنوان استاندارد	DIN EN (DIN)	
ISIRI	AFNOR	BS	ISO	EN/EU		قدیم	جدید
-	-	BS 970-1 BS EN 10087	ISO683-9	EN 10087	فولادهای خوش تراش شرایط فنی تحویل	DIN 1651	DIN EN 10087
5996	NFA35-552	BS EN 10087	ISO683-1	EN 10083	فولادهای کونچ و تمپر شرایط فنی تحویل	DIN 17200	DIN EN 10083
-	NFA35-551	BS970-1	ISO683-11	EN 10084	فولادهای سخت شونده سطحی شرایط فنی تحویل	DIN 17210	DIN EN 10084
-	-	BS970	ISO 683-10	EN 10085	فولادهای نیتريدینگ شرایط فنی تحویل	DIN 17211	DIN EN 10085
-	NFA35-571	BS EN 10089	ISO 683-14	EN 10089	فولادهای نورد گرم برای فنر شرایط فنی تحویل	DIN 17221	DIN EN 10089
-	NFA35-565	BS 970	ISO 683-17	EN 683	فولادهای بلبرینگ شرایط فنی تحویل	DIN 17230	DIN EN ISO 683
-	NFA35-590	BS 4659	ISO 4957	EN 4957	فولادهای ابزار شرایط فنی تحویل	DIN 17350	DIN EN ISO 4957
-	NFA35-574	BS 970	ISO 683-13	EN 10088	فولادهای مقاوم به خوردگی شرایط فنی تحویل	DIN 17480	DIN EN 10088
-	NFA35-579	BS 970-4	ISO 683-15	EN 10090	فولادهای سوپاپ شرایط فنی تحویل	DIN 17480	DIN EN 10090
-	NFA35-578	BS 1551 BS 970-1	ISO 4955	EN 10095	فولادهای مقاوم به حرارت شرایط فنی تحویل	SEW470	DIN EN 10095



روش نامگذاری فولاد در شرکت فولاد آلیاژی ایران

جهت نامگذاری فولادهای تولیدی از یک کد متشکل از چهار رقم و یک حرف به شرح ذیل استفاده می‌گردد.



استاندارد عددی: اعدادی که در این مکان قرار دارند معادل شماره عددی DIN (با حذف عدد ۱ از ابتدای آن) می‌باشد که بر اساس استاندارد DIN EN 10027-2 تعریف شده است.

مثال: 1191D که معادل 1.1191 یا Ck45 می‌باشد.

در صورتی که معادل استاندارد عددی DIN فولادی وجود نداشته باشد از یک شماره چهار رقمی که با عدد ۹ شروع شده استفاده می‌گردد. لازم به ذکر است اعداد بعد از ۹ فقط نشان دهنده ردیف طراحی بوده و اطلاعات دیگری ارائه نمی‌دهد.

مثال: 90371

کد مرجع: حرف آخر هر مارک فولاد نشان دهنده مرجع مشخصات فولاد (استاندارد تولید و تحویل) بوده که شرح آن در جدول ذیل آورده شده است.

کد مرجع	استاندارد مرجع
S	Bohler **
A	AISI, SAE, ASTM
B	BS
D	DIN
I	Iranian Co.*
J	JIS
P	PEUGEOT **
G	GOST
R	RENAULT**

* این گریدها با آنالیز ویژه و طبق درخواست شرکت‌های ایرانی تولید شده است.

** مشخصه فنی ارائه شده از شرکت مربوطه



چند مثال در مورد نحوه نامگذاری فولادها:

مارک فولاد آلیاژی	تعریف
7225D	معادل فولاد 1.7225 یا (42CrMo4) می باشد که طبق استاندارد DIN تولید می شود.
1201B	معادل فولاد En43B می باشد که طبق استاندارد BS تولید می شود.
2080S	معادل فولاد K100 یا (1.2080) می باشد که طبق طراحی شرکت Bohler تولید می شود.
1302P	معادل فولاد 30MSV6 می باشد که طبق طراحی شرکت PEUGEOT تولید می شود.

جدول معرفی استانداردهای کشورهای مختلف

نام کشور	نام استاندارد
آلمان	DIN
فرانسه	AFNOR
انگلستان	BS
ایتالیا	UNI
اسپانیا	UNE
سوئد	SS
ژاپن	JIS
روسیه	GOST
امریکا	AISI/SAE/ASTM
ایران	ISIRI



شرکت فولاد آلیاژی ایران
IRAN ALLOY STEEL CO.



شرکت فولاد آلیاژی ایران

گریدهای تولیدی





مقایسه استانداردها		ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)									مارک فولاد آلیاژی
BS	DIN	عناصر دیگر	W	V	Ni	Mo	Cr	Mn	Si	C	
BD 3	1.2080 X210Cr12	-	-	-	-	-	11.5	0.3	0.25	2	2080S
-	1.2210 115CrV3	-	-	0.1	-	-	0.7	0.3	0.23	1.18	2210S
BA 2	1.2363 X100CrMoV5-1	-	-	0.23	-	1.05	5.2	0.55	0.3	1.00	2363S
BD 2	1.2379 X155CrVMo12-1	-	-	0.95	-	0.8	11.8	0.33	0.25	1.55	2379S
-	1.2436 X210CrW12	-	0.7	-	-	-	11.5	0.30	0.35	2.10	2436S
BS 1	1.2542 45WCrV7	-	1.95	0.18	-	-	1	0.28	0.9	0.48	2542S
BS 1	1.2550 60WCrV7	-	1.95	0.18	-	-	1.05	0.3	0.6	0.63	2550S
BD 2	1.2601 X165CrMoV12	-	0.5	0.3	-	0.6	11.5	0.3	0.33	1.6	2601S
-	1.2767 X45NiCrMo4	-	-	-	4	0.25	1.3	0.4	0.23	0.45	2767S
BO 2	1.2842 90MnCrV8	-	-	0.1	-	-	0.35	2	0.25	0.9	2842S
-	~ 1.2345 ~ X50CrMoV5-1	-	-	1.4	-	1.35	5	0.3	0.95	0.51	9006S
BO 1	1.2510 100MnCrW4	-	0.55	0.1	-	-	0.55	1.1	0.25	0.95	9008S
-	1.2721 50NiCr13	-	-	-	3	0.25	1	0.4	0.3	0.55	9009S
-	1.3401 X120Mn12	-	-	-	-	-	-	12.5	0.4	1.23	3401S

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها						
	Bohler	JIS	AISI/UNS	UNE	SS	UNI	AFNOR
2080S	K100	SKD1	D3 T30403	F.521 F.5212 X210Cr12	-	X 205 Cr 12 KU	X200Cr12 Z200C12
2210S	K510	-	L2 T61202	F.5125	-	107 CrV 3 KU	-
2363S	K305	SKD12	A2 T30102	F.5227 F.536 X 100CrMoV5	2260	X 100 CrMoV 5 1 KU	X100CrMoV5 Z100CDV5
2379S	K110	SKD11	D2 T30402	F.520A	2310	X 155 CrVMo 12 1 KU	X160CrMoV12 Z160CDV12
2436S	K107	-	-	F.5213 X210CrW12	2312	X 215 CrW 12 1 KU	X210CrW12 1 Z210CW12 01
2542S	K450	-	S1 T41901	F.5241 F.524 45WCrSi8	2710	45 WCrV 8 KU	45WCrV8 45WCV20
2550S	K455	-	S1	F.5242	-	55 WCrV 8 KU	55WC20
2601S	K105	-	-	F.520.R F.5211 X160CrMoV12	-	X 165 CrMoW 12 KU	-
2767S	K600	-	-	-	-	-	-
2842S	K720	-	O2 T31502	F.5229	-	90 MnVCr 8 KU	90MnV8 90MV8
9006S	K306	-	-	-	-	-	-
9008S	K460	SKS3	O1 T31501	F.5220 95MnCrW5	2140	95 MnWCr 5 KU	90MnWCrV5 90MWCV5
9009S	K605	-	-	-	2550	-	-
3401S	K700	-	-	-	-	-	Z120M12

فولادهای ابزار سرد کار



مارک فولاد آلیاژی	درجه حرارت کار گرم °C	درجه حرارت آنیل °C	درجه حرارت سخت‌گردانی °C	محیط سرد کردن
2080S	1050-850	800-830	940-970	روغن، حمام نمک (200-250/500-550 °C)، هوای فشرده، هوا (برای قطره‌های کمتر از 25mm)
2210S	1050-850	710-740	760-840	آب (برای قطره‌های بزرگتر از 15mm) روغن (برای قطره‌های کمتر از 15mm)
2363S	1050-850	800-840	930-970	روغن، حمام نمک (500-550 °C)، هوا
2379S	1000-850	800-850	1020-1050 ⁽¹⁾	روغن، حمام نمک (200-250/500-550 °C)، هوای فشرده، هوا (برای قطره‌های کمتر از 25mm)
2436S	1000-850	800-840	950-980 ⁽¹⁾	روغن، حمام نمک (200-250/500-550 °C)، هوای فشرده، هوا (برای قطره‌های کمتر از 25mm)
2542S	1050-850	720-750	890-930	روغن
2550S	1050-850	720-750	860-900	روغن
2601S	1050-850	800-830	980-1010 ⁽¹⁾	روغن، حمام نمک (200-250/500-550 °C)، هوای فشرده، هوا (برای قطره‌های کمتر از 25mm)
2767S	1050-850	610-650	840-870	هوا روغن، حمام نمک (180-220 °C)
2842S	1050-850	680-720	790-820	روغن، حمام نمک (220-250 °C) برای قطره‌های کمتر از 20mm
9006S	1100-900	800-830	1020-1050	روغن، حمام نمک
9008S	1050-850	740-770	780-820	روغن، حمام نمک (180-220 °C)
9009S	1050-850	610-650	840-870	هوا روغن، حمام نمک (180-220 °C)
مارک فولاد آلیاژی	وضعیت تولید	درجه حرارت سرد کردن °C	محیط سرد کردن	
3401S	کوئنچ شده	1000-1050	آب	

(۱) عملیات ویژه: (به عنوان مثال برای نیتride کردن به شرح زیر می‌باشد):

2379S : سخت گردانی °C ۱۰۸۰-۱۰۶۰
(تمپر °C ۵۷۰-۵۲۰)

2436S : سخت گردانی °C ۱۰۲۰
(تمپر °C ۵۰۰)

2601S : سخت گردانی °C ۱۰۸۰-۱۰۵۰
(تمپر °C ۵۷۰-۵۲۰)



مارک فولاد آلیاژی	متوسط سختی (راکول C) بعد از تیمپر کردن در درجه حرارت °C ...							سختی قابل دسترسی HRC	حداکثر سختی بعد از آنیل HB
	700	600	500	400	300	200	100		
2080S	-	-	44	50	56	61	64	64	250
2210S	-	-	44	51	58	61	64	64	220
2363S	-	-	-	57	60	62	63	63	230
2379S	-	-	-	58	59	61	63	63	250
2436S	-	-	56	58	60	62	63	64	255
2542S	-	-	-	52	54	56	57	57	225
2550S	-	-	48	52	56	58	60	60	230
2601S	-	-	57	58	60	61	63	63	255
2767S	-	-	42	46	50	54	56	56	260
2842S	-	-	42	50	56	60	63	64	220
9006S	33	52	57.5	55.5	-	-	-	57-60	229
								54-57	
9008S	-	-	-	53	57	62	64	64	230
9009S	-	-	44	48	52	56	59	59	250
مارک فولاد آلیاژی	مقاومت به ضربه ^(۱) J (DVM)	حداقل درصد کاهش سطح مقطع ^(۱)	حداقل درصد ازدیاد طول نسبی ^(۱)	حداقل تنش تسلیم 0.2 درصد ^(۱) N/mm ²	استحکام کششی ^(۱) N/mm ²	سختی ^(۱) HB			
3401S	100	45	45	345	780-1080	200			

(۱) مقادیر در حالت سخت گردانی شده بدست آمده است (برای سایزهای ۱۰۰-۴۰ میلیمتر)



ظرفیت گرمایی ویژه J/(kg.K)	مقاومت الکتریکی Ohm.mm ² /m	هدایت حرارتی W/(m.K)	دانسیته kg/dm ³	مدول الاستیسیته (10 ³ N/mm ²)	مارک فولاد آلیاژی
460	0.65	20	7.7	210	2080S
460	0.33	32	7.8	210	2210S
460	0.52	26	7.7	190	2363S
460	0.65	20	7.7	210	2379S
460	0.65	20	7.7	210	2436S
460	0.3	25	8	210	2542S
460	0.3	25	8	210	2550S
460	0.65	20	7.7	210	2601S
460	0.3	28	7.85	210	2767S
460	0.35	30	7.85	210	2842S
460	0.52	25	7.8	215	9006S
460	0.35	30	7.85	210	9008S
460	0.3	28	7.8	210	9009S
500	0.68	13	7.9	190	3401S



مارک فولاد آلیاژی	ضریب انبساط حرارتی میانگین بین 20 °C و 10 ⁻⁶ m/(m.K)					
	600 °C	500 °C	400 °C	300 °C	200 °C	100 °C
2080S	12	12	11.5	11	11	10.5
2210S	-	13.7	13.5	12.9	12.5	11.8
2363S	-	11.7	11.6	11.9	12.1	12
2379S	12	12	11.5	11	11	10.5
2436S	12	12	11.5	11	11	10.5
2542S	-	14	13.5	13	12.5	11
2550S	-	14	13.5	13	12.5	11
2601S	12	12	11.5	11	11	10.5
2767S	-	14	13.5	13	12.5	11
2842S	-	12.8	12.5	12.2	12	11.5
9006S	-	12.9	12.5	12.2	12	11.5
9008S	-	12.8	12.5	12.2	12	11.5
9009S	-	14	13.5	13	12.5	11
3401S	-	20.8	21.7	20.8	19.4	18.2



کاربرد	مارک فولاد آلیاژی
2080S-2601S-2436S-2379S ابزارهای برشی با بازده بالا (قالب ها و پانچ ها)، ابزارهای پولک زنی، ابزارهای نجاری، تیغه های برشی برای برش مواد نازک، قالب های نورد پیچ، ابزار کشش، کشش عمیق و اکستروژن، ابزارهای پرس در صنایع سرامیک و داروسازی، غلتک های سرد در قفسه های چند غلتکی، وسایل اندازه گیری، قالب های صنایع پلاستیک	2080S
	گريد استاندارد فولادهای کربن بالا، کرم بالا
	2210S
	مته ها و قلاویزها، افشانک ها، سنبه ها، برقوها، مته خزینه ها، ابزارهای کنده کاری، اره های برش فلز
	2363S
	ابزارهای برشی (قالب ها و پانچ ها)، ابزارهای سوراخکاری و پولک زنی، قالب های نورد پیچ، تیغه های برشی
2379S	چقرمگی عالی و مناسب برای نیتروژن دهی
	2436S
	مقاومت سایشی عالی و سختی پذیری بهتر از فولاد 2080S
ابزار برشی برای ورق های ضخیم و همچنین ابزارهای دستگاه های پنوماتیک	2542S
ابزارهای برشی (قالب ها و پانچ ها) برای فرآوری صفحات ضخیم، پانچ های سرد، تیغه های برش سرد، ابزارهای نجاری، ابزارهای نگهدارنده برای صنایع پنوماتیک، ابزارهای سکه زنی، ابزارهای گرم کار برای تنش های حرارتی پایین	2550S
چقرمگی عالی و مناسب برای نیتروژن دهی	2601S
ابزارهای سکه زنی تحت تنش بالا، قالب های ساخت کارد و چنگال، ابزارهای سنبه کاری، تیغه های برش سرد برای فلزات با ابعاد زیاد، قالب های صنایع پلاستیک	2767S
ابزارهای برشی (قالب ها و پانچ ها)، ابزارهای سوراخکاری و پولک زنی، ابزارهای برش پیچ، ابزارهای نجاری، تیغه های ماشین در صنایع چوب، کاغذ و فلزکاری، ابزارهای اندازه گیری، قالب های صنایع پلاستیک	2842S
ابزارهای سوراخکاری و پولک زنی، تیغه های برشی، کاردک های ماشینی های صنایع سلولزی، کاغذ و فیبر، قالب های کارد و چنگال، ابزارهای گرم کار	9006S
ابزارهای برشی (قالب ها و پانچ ها)، ابزارهای پولک زنی، ابزارهای برش پیچ، ابزارهای نجاری، کاردک های ماشین های صنایع سلولزی، کاغذ و فلزکاری، ابزارهای اندازه گیری، قالب های صنایع پلاستیک	9008S
ابزارهای سکه زنی تحت تنش بالا، قالب های ساخت کارد و چنگال، ابزارهای سنبه کاری، تیغه های برش سرد برای فلزات با ابعاد زیاد، قالب های صنایع پلاستیک	9009S
اجزاء مختلف سنگ شکن ها و تجهیزات حمل مواد فله ای در کارخانه های کانه آرایشی و فرآوری مواد معدنی مانند: فک های سنگ شکن، میله های ضربه ای، صفحه های ضربه ای، چکش ها، صفحات خردکننده، میله های سرند، آسترها، باکت های انتقال دهنده، تیغه های باکت لارویی، ناخنک های لارویی، ناخنک اسکرابر، زنجیر باکت، غلتک های ماشین لارویی، چرخ های زنجیردار و غیره	3401S



مقایسه کیفی خواص اصلی فولاد

جدول زیر می تواند شما را در انتخاب فولاد کمک کند . لازم به ذکر است شرایط تنش متفاوت که در کاربردهای مختلف تحمل می شود در اینجا به حساب نیامده است .

پایداری ابعادی در عملیات حرارتی	قابلیت ماشینکاری	چقرمگی	مقاومت به سایش (Adhesive)	مقاومت به سایش (Abrasive)	مارک فولاد آلیاژی
					2080S
					2210S
					2363S
					2379S
					2436S
					2542S
					2550S
					2601S
					2767S
					2842S
					9006S
					9008S
					9009S
					3401S ^(۱)

(۱) فولاد منگنزی آستنیتی دارای قابلیت کارسختی تحت ضربه و تنش های فشاری می باشد، بنابراین با فولادهای سختی پذیر قابل مقایسه نمی باشد.



مقایسه استانداردها		ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)									مارک فولاد آلیاژی
BS	DIN	عناصر دیگر	W	V	Ni	Mo	Cr	Mn	Si	C	
-	1.2312 40CrMnMoS8-6	S=0.08	-	-	-	0.2	1.9	1.5	0.4	0.4	2312S
-	~ 1.2316 ~ X36CrMo17	-	-	-	0.8	1	16	0.65	0.4	0.38	9014S

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها						
	Bohler	JIS	AISI	UNE	SS	UNI	AFNOR
2312S	M200	-	-	-	-	-	-
9014S	M300	-	-	~ F.5267 ~ X38CrMo16	-	X 38 CrMo 16 1 KU	-



محیط سرد کردن	درجه حرارت سخت گردانی °C	درجه حرارت آنیل °C	درجه حرارت کارگرم °C	مارک فولاد آلیاژی
هوا، روغن، حمام نمک (180-220 °C)	830-870	760-780	1050-850	2312S
هوا، روغن، حمام نمک (500-550 °C)	1000-1040	780-820	1100-850	9014S



مارک فولاد آلیاژی	سختی سطح بعد از سخت گردانی HRC	درجه حرارت تمپر °C	حداکثر سختی بعد از آنیل HB
2312S	-	640-680	230
9014S	-	600-700 ⁽¹⁾	235
	هوا 42-48 ، روغن 46-49	170-210 ⁽²⁾	

(۱) برای دستیابی به قابلیت ماشینکاری مناسب

(۲) برای دستیابی به سختی بالا



ظرفیت گرمایی ویژه J/(kg.K)	مقاومت الکتریکی Ohm.mm ² /m	هدایت حرارتی W/(m.K)	دانسیته kg/dm ³	مدول الاستیسیته (10 ³ N/mm ²)	مارک فولاد آلیاژی
460	0.19	33	7.85	210	2312S
430	0.8	15	7.7	223	9014S



مارک فولاد آلیاژی	کاربرد
2314S	برای ساخت قالب‌های بزرگ و متوسط که به صورت سخت و تمپر شده تولید و به راحتی ماشینکاری می‌شوند (در صنایع پلاستیک) همچنین این فولاد قابلیت نیتريدینگ برای سخت‌گردانی سطحی را دارا می‌باشد.
9014S	فولاد مخصوص مقاوم به خوردگی برای قالب‌های پرسکاری، مواد خورنده شیمیایی، همچنین در ساخت قطعاتی که در معرض خوردگی آب دریا قرار دارند، تجهیزات موتورهای دریایی، پمپ‌ها و کمپرسورها و همچنین تجهیزات جراحی



مقایسه استانداردها		ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)									مارک فولاد آلیاژی
BS	DIN	عناصر دیگر	W	V	Ni	Mo	Cr	Mn	Si	C	
-	1.2235 80CrV2	-	-	0.2	-	-	0.53	0.4	0.33	0.8	2235S
-	1.2703 74NiCr2	-	-	-	0.43	-	0.25	0.38	0.25	0.69	2703S

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها						
	Bohler	JIS	AISI	UNE	SS	UNI	AFNOR
2235S	B400	-	-	-	-	-	-
2703S	B535	-	-	-	-	-	-



حداکثر سختی بعد از آنیل HB	درجه حرارت آنیل °C	درجه حرارت کارگرم °C	مارک فولاد آلیاژی
250	680-710	1050-800	2235S
248	720-750	1100-850	2703S



مارک فولاد آلیاژی	درجه حرارت تمپر °C	سختی قابل دسترسی HRC	محیط سرد کردن	درجه حرارت سخت گردانی °C
2235S	180-300	63	روغن	800-830
2703S	150-500	61	آب، روغن	810-840



متوسط سختی (HRC) بعد از تمپر در درجه حرارت °C					مارک فولاد آلیاژی
500	400	300	200	100	
45	50	55	60	63	2235S
41	48	55	58	60	2703S



مارک فولاد آلیاژی	کاربرد
2235S	تیغه‌های اره چوب بری (نواری، دیسکی و دستی)، تیغه تجهیزات کاغذبری و همچنین در ساخت ابزارهای تراشکاری برای فلزات غیر آهنی
2703S	اره نواری در صنایع چوب



مقایسه استانداردها		ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)								مارک فولاد آلیاژی
BS	DIN	عناصر دیگر	V	Ni	Mo	Cr	Mn	Si	C	
-	1.1525 C80W1 C80U	-	-	-	-	-	0.2	0.2	0.8	1525S
BW1B	1.1545 C105W1 C105U	-	-	-	-	-	0.18	0.18	1.05	1545S
-	1.1730 C45W	-	-	Max 0.4	-	-	0.7	0.28	0.48	1730S
-	1.1740 C60W	-	-	Max 0.4	-	-	0.7	0.28	0.6	1740S
-	1.1830 C85W	-	-	-	-	-	0.63	0.3	0.86	1830S

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها						
	Bohler	JIS	AISI/ASTM SAE	UNE	SS	UNI	AFNOR
1525S	K980	-	W108	F.5107	-	C 80 KU	Y ₁ 80 C80E2U
1545S	K990	SK3 SK3N	W110 5132 (AMS)	F.5117	1880	C 100 KU	Y ₁ 105 C105E2U
1730S	K945	-	-	-	-	-	Y ₃ 42
1740S	K960	SK 65 SK7 S60CM	-	-	-	-	Y ₃ 55
1830S	K985	-	-	-	-	-	-



درجه حرارت تمپر °C	درجه حرارت °C و محیط سخت گردانی	درجه حرارت آنیل °C	درجه حرارت کار گرم °C	مارک فولاد آلیاژی
180-300	780-810 آب	680-710	1050-800	1525S
180-300	770-800 آب	680-710	1000-800	1545S
180-300	800-830 آب	680-710	1050-800	1730S
180-300	800-830 روغن، آب ^(۱)	680-710	1100-800	1740S
180-300	800-830 روغن	680-710	1000-800	1830S

(۱) برای قطره‌های بزرگ °C ۷۸۰-۸۲۰ و در آب



مارک فولاد آلیاژی	متوسط سختی بعد از تمپر در دمای °C ...			قطر سخت گردانی کامل mm	عمق نفوذ سختی ^(۱) mm	متوسط سختی سطح بعد از سخت گردانی HRC
	300	200	100			
1525S	-	-	-	10	2.5 - 3.5	64
1545S	55	62	64	10	2.0 - 3.0	65
1730S	48	54	57	15	3.5 - 5.0	58
1740S	48	54	58	12	3.5 - 5.0	58 ^(۲)
1830S	-	-	-	12	3.5 - 5.0	60

(۱) نتایج حاصل از آزمایش بر روی چهارگوش ۳۰ میلیمتری
(۲) برای قطر کمتر از ۱۲ میلیمتر و صفحات با ضخامت کمتر از ۵ میلیمتر



خواص فیزیکی در درجه حرارت محیط (مقادیر متوسط)				حداکثر سختی بعد از آنیل HB	مارک فولاد آلیاژی
مقاومت الکتریکی Ohm.mm ² /m	هدایت حرارتی W/(m.K)	دانسیتته kg/dm ³	مدول الاستیسیته (10 ³ N/mm ²)		
-	-	-	-	192	1525S
0.2	45	7.85	210	213	1545S
0.12	50	7.85	210	190	1730S
0.13	46	7.85	210	230	1740S
-	-	-	-	222	1830S



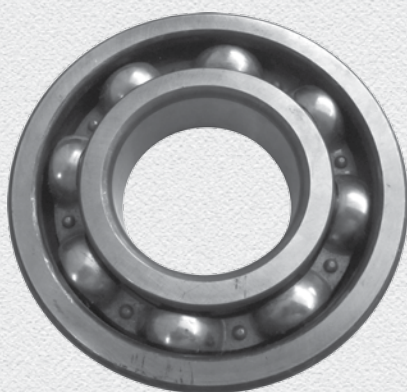
مارک فولاد آلیاژی	خواص فیزیکی در درجه حرارت محیط (مقادیر متوسط)					
	ضریب انبساط حرارتی میانگین بین 20 °C و 10 ⁻⁶ m/(m.K) °C.....					ظرفیت گرمایی ویژه J/(kg.K)
	500	400	300	200	100	
1525S	-	-	-	-	-	-
1545S	13.9	13.5	12.9	12.1	11.1	460
1730S	13.9	13.5	12.9	12.1	11.1	460
1740S	13.9	13.5	12.9	12.1	11.1	460
1830S	-	-	-	-	-	-



کاربرد	مارک فولاد آلیاژی
ابزار ضربه‌ای در حالت سرد، قالب برش سرد و سوراخکاری، قالب بازشو	1525S
قالب‌های پرچکاری، ابزار نجاری، پانچ سرد، ابزارهای برجسته‌کاری و اکستروژن و کشش عمیق، بلوک‌های نهایی	1545S
انواع ابزارهای دستی و کشاورزی نظیر: چکش، چنگک، تبر، کارد، تیغه‌های برشی، پیچ گوشتی و ...	1730S
نگهدارنده ابزارها، چکش‌ها، سنگ شکن‌ها و ساخت ابزارها در صنایع چوب و فلز	1740S
اره‌های دوار و اره‌های قالی برای کار بر روی چوب، مغزی چکش و ...	1830S



شرکت فولاد آلیاژی ایران
IRAN ALLOY STEEL CO.





مقایسه استانداردها		ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)									مارک فولاد آلیاژی
BS	DIN	عناصر دیگر	W	V	Ni	Mo	Cr	Mn	Si	C	
2S135 535A99	1.3505 100Cr6	-	-	-	-	-	1.53	0.33	0.3	1	3505S

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها						
	Bohler	JIS	AISI	UNE	SS	UNI	AFNOR
3505S	R100	SUJ2	52100	F.1310 100Cr6	2258	100Cr6	100C6



درجه حرارت سخت‌گردانی °C	حداکثر سختی بعد از آنیل HB	درجه حرارت آنیل °C	درجه حرارت کار گرم °C	مارک فولاد آلیاژی
800-830 830-870	207	780-800	1100-850	350S



مارک فولاد آلیاژی	درجه حرارت تمپر °C	حداکثر سختی قابل دسترسی HRC	محیط سرد کردن
3505S	150-170	66 65	آب روغن



متوسط سختی (HRC) بعد از تمپر در درجه حرارت °C				مارک فولاد آلیاژی
250	200	150	100	
59	62	63	64	3505S



مارک فولاد آلیاژی	کاربرد
3505S	ساخت انواع بلبرینگ مورد استفاده در صنایع ماشین سازی و خودروسازی و همچنین انواع ساچمه های کروی، استوانه ای، مخروطی و بلبرینگ سوزنی و غلطک ها، مفصل ها و دیسک ها تا قطر ۳۰ میلیمتر گلوله و میله مورد استفاده در سنگ شکن ها و آسیاب ها در صنایع تولید پودر سنگ

فولادهای ابزار گرم کار



مقایسه استانداردها		ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)									مارک فولاد آلیاژی
BS	DIN	عناصر دیگر	W	V	Ni	Mo	Cr	Mn	Si	C	
BH 13	1.2344 X40CrMoV5-1	-	-	1	-	1.38	5.2	0.4	1.1	0.39	2344S
BH 10	1.2365 X32CrMoV3 3 32CrMoV12-28	-	-	0.5	-	2.8	2.9	0.33	0.28	0.31	2365S
-	1.2567 X30WCrV5 3 30WCrV17-2	-	4.3	0.6	-	-	2.4	0.3	0.23	0.31	2567S
BH 21	1.2581 X30WCrV9-3	-	8.5	0.35	-	-	2.7	0.3	0.23	0.29	2581S
~5 BS224	1.2714 56NiCrMoV7	-	-	0.1	1.7	0.5	1.1	0.75	0.25	0.55	2714S
-	1.2678 X45CoCrWV5-5-5	Co=4.3	4.3	1.9	-	0.4	4.3	0.28	0.28	0.41	9019S
BH 11	1.2343 X38CrMoV5-1	-	-	0.4	-	1.3	5	0.4	1.1	0.36	9020S

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها						
	Bohler	JIS	AISI	UNE	SS	UNI	AFNOR
2344S	W302	SKD61	H13	F.5318 X40CrMoV5	2242	X 40 CrMoV 5 1 1 KU	X40CrMoV5 Z 40 CDV 5
2365S	W320	-	H10	F.5313 30CrMoV12	-	30 CrMov 12 27 KU	32CrMoV12-28 32CDV12-28
2567S	W107	SKD4	-	-	-	X 30 WCrV 5 3 KU	X32WCrV5 Z 32 WCV 5
2581S	W100	SKD5	H21	F.5323 X30WCrV9	-	X 30 WCrV 9 3 KU	X30WCrV9 Z30WCV9
2714S	W500	SKT4	L6	F.5307 55NiCrMoV7	-	56NiCrMo V 7 KU	55NiCrMoV7 55NCDV7
9019S	W108	-	H19	-	-	-	-
9020S	W300	SKD6	H11	F.5317 X37CrMoV5	-	X 37 CrMoV 5 1 KU	X38CrMoV5 Z38CDV5

فولادهای ابزار گرم کار



محیط سرد کردن	درجه حرارت سخت گردانی °C	درجه حرارت تنش زدایی °C	درجه حرارت آنیل °C	درجه حرارت کار گرم °C	مارک فولاد آلیاژی
روغن، حمام نمک (500-550 °C)	1010-1030	600-650	750-800	1100-900	2344S
هوا					
روغن، حمام نمک (500-550 °C)	1030-1050	600-650	750-800	1100-900	2365S
روغن، حمام نمک (500-550 °C)	1030-1100	600-650	750-800	1100-900	2567S
هوا					
روغن، حمام نمک (500-550 °C)	1140-1160	600-650	750-800	1100-900	2581S
هوا					
روغن	830-870	~650	650-700	900-850	2714S
هوا	870-900				
هوا، روغن، حمام نمک (500-550 °C)	1110-1140	600-650	750-800	1100-900	9019S
روغن، حمام نمک (500-550 °C)	1000-1040	600-650	750-800	1100-900	9020S
هوا					



مارک فولاد آلیاژی	متوسط سختی (HRC) بعد از تمپر در درجه حرارت						سختی قابل دسترسی بعد از سخت گردانی HRC	حداکثر سختی بعد از آنیل HB
	700 °C	650 °C	600 °C	550 °C	500 °C	400 °C		
2344S	32	40	50	54	55	54	52-56	229
							50-54	
2365S	36	45	50	52	51	50	52-56	229
2567S	34	47	50	51	50	-	50-54	240
							44-48	
2581S	38	46	50	52	51	50	48-52	240
							44-48	
2714S	-	36	40	43	48	50	52-58	248
	-	35	38	41	44	48	44-50	
9019S	39	47	53	-	56	54	53-57	260
9020S	30	38	48	52	54	53	52-56	229
							50-54	

فولادهای ابزار گرم کار



مقاومت الکتریکی Ohm.mm ² /m			هدایت حرارتی W/(m.K)			دانسیته kg/dm ³			مدول الاستیسیته (10 ³ N/mm ²)			مارک فولاد آلیاژی
600 °C	500 °C	20 °C	600 °C	500 °C	20 °C	600 °C	500 °C	20 °C	600 °C	500 °C	20 °C	
0.96	0.86	0.52	29.3	28.3	25	7.6	7.64	7.8	165	176	215	2344S
0.89	0.78	0.37	29.7	30.1	30	7.65	7.69	7.85	165	176	215	2365S
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2567S
0.84	0.72	0.33	30	31	30	8.2	8.24	8.4	165	176	215	2581S
0.84	0.71	0.3	36	36.8	36	7.6	7.64	7.8	165	176	215	2714S
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9019S
0.96	0.86	0.52	29.3	28.3	25	7.6	7.64	7.8	165	176	215	9020S



مارک فولاد آلیاژی	ضریب انبساط حرارتی میانگین بین 20 °C و 10 ⁻⁶ m/(m.K)							ظرفیت گرمایی ویژه J/(kg.K)		
	700 °C	600 °C	500 °C	400 °C	300 °C	200 °C	200 °C	600 °C	500 °C	20 °C
2344S	13.2	13	12.9	12.5	12.2	12	11.5	590	550	460
2365S	13.7	13.4	13.2	13	12.7	12.5	12	590	550	460
2567S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2581S	13.2	13	12.9	12.5	12.2	12	11.5	590	550	460
2714S	14.5	14.3	14	13.9	13.4	13.1	12.5	590	550	460
9019S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9020S	13.2	13	12.9	12.5	12.2	12	11.5	590	550	460



کاربرد			مارک فولاد آلیاژی
ابزارهای کار گرم تحت تنش بالا از قبیل ماندنرل ها، قالب ها و محفظه های مورد استفاده در تولید لوله های فلزی و اکستروژن مفتول. ابزارهای اکستروژن گرم، ابزارهای ساخت قطعات توخالی و پیچ ها، مهره ها، میخ پرچ ها. ابزارهای ریخته گری تحت فشار، قالب های شکل دهی، تیغه های برش گرم	عمدتاً در فرآیند تولید فلزهای آلیاژی سبک به کار می رود	سرد کردن در آب	2344S
			2365S
	عمدتاً در فرآیند تولید فلزهای آلیاژی سنگین به کار می رود	سرد کردن در روغن و هوا	2567S
			2581S
قالب شامل قالب های با ابعاد خیلی بزرگ، ابزار برای اکستروژن مفتول و لوله، قالب های شکل دهی ابزار، خمکاری و برجسته کاری، قالب تزریق پلاستیک			2714S
ماندنرل ها، قالب ها و مخازن برای فلز، ابزار اکستروژن گرم، ابزار برای تولید پیچ، مهره، میخ پرچ، ابزار فرم دهی، تیغه های برش گرم	عمدتاً در فرآیند فلزهای آلیاژی سنگین به کار می رود	سرد کردن در روغن و هوا	9019S
	عمدتاً در فرآیند فلزهای آلیاژی سبک به کار می رود	سرد کردن در آب	9020S



مقایسه کیفی خواص اصلی فولاد

جدول زیر می تواند شما را در انتخاب نوع فولاد کمک کند . لازم به ذکر است شرایط تنش متفاوت که در کاربردهای مختلف تحمیل می شود در اینجا به حساب نیامده است .

قابلیت ماشینکاری	مقاومت سایشی در دمای بالا	چقرمگی در دمای بالا	استحکام در دمای بالا	مارک فولاد آلیاژی
				2344S
				2365S
				2567S
				2581S
				2714S
				9019S
				9020S



انحراف مجاز بین آنالیز محصول و محدوده‌ی مشخص شده‌ی مجاز برای آنالیز ذوب ^(۱)		
عنصر	محدوده‌ی مجاز آنالیز ذوب	انحراف مجاز ^(۲)
C	≤ 1.00	± 0.03
	≤ 1.50	± 0.04
	≤ 2.25	± 0.05
Si	≤ 1.00	± 0.03
	≤ 1.20	± 0.05
Mn	≤ 1.00	± 0.04
	≤ 2.10	± 0.08
P	≤ 0.036	+ 0.005
S	≤ 0.05	+ 0.005 ^(۳)
	≤ 0.15	± 0.01
Co	≤ 5.00	± 0.10
	≤ 10.50	± 0.15
Cr	≤ 1.00	± 0.05
	≤ 3.00	± 0.07
	≤ 10.00	± 0.10
	≤ 17.00	± 0.15
Mo	≤ 0.50	± 0.04
	≤ 1.00	± 0.05
	≤ 4.00	± 0.10
V	≤ 0.30	± 0.02
	≤ 0.50	± 0.04
	≤ 1.00	± 0.07
	≤ 4.00	± 0.10
W	≤ 1.00	± 0.05
	≤ 2.00	± 0.07
	≤ 5.00	± 0.10
	≤ 10.00	± 0.15
	≤ 18.50	± 0.20

(۱) محدوده‌ی مشخص شده‌ی مجاز برای آنالیز ذوب، بر اساس استاندارد مربوط به گرید و یا درخواست مشتری می‌باشد.
 (۲) $\pm$ به معنای این است که در یک ذوب، انحراف ممکن است بالاتر از محدوده‌ی بالایی یا پایین‌تر از محدوده‌ی پایینی اتفاق بیفتد، ولی همزمانی هر دو حالت برای یک ذوب مجاز نمی‌باشد.
 (۳) برای فولادهای با محدوده‌ی گوگرد مشخص شده (۰/۰۴-۰/۰۲ درصد) برای آنالیز ذوب، انحراف مجاز ± 0.05 درصد می‌باشد.



شرکت فولاد آلیاژی ایران
IRAN ALLOY STEEL CO.



شرکت فولاد آلیاژی ایران
IRAN ALLOY STEEL CO.



مقایسه استانداردها		ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)									مارک فولاد آلیاژی
BS	DIN	عناصر دیگر	W	V	Ni	Mo	Cr	Mn	Si	C	
3059-622-490 3604-622	1.7380 10CrMo9-10	-	-	-	-	1	2.35	0.5	0.28	0.1	7380S
-	1.7709 21CrMoV5-7	-	-	0.28	-	0.75	1.3	0.5	0.28	0.23	7709S

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها						
	Bohler	JIS	AISI/ASTM SAE	UNE	SS	UNI	AFNOR
7380S	D320	SFVAF22A;B SCMV4 SCPH32-CF	A182(F22) A387(22,22L)	TU.H	2218	G 14 CrMo 9 10	10CrMo9-10 12 CD 9-10
7709S	D230	-	-	-	-	-	~ 20 CDV 5-07 ~ 28 CDV 5-08



محیط سرد کردن	درجه حرارت سخت‌گردانی °C	درجه حرارت آنیل °C	درجه حرارت کارگرم °C	مارک فولاد آلیاژی
روغن ، هوا	920-980	650-750 ^(۱)	1100-850	7380S
روغن ، هوا	890-940	680-720	1100-850	7709S

(۱) درجه حرارت مربوط به تنش زدائی می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	حداقل انرژی ضربه ^(۱) ISO-V (DVM) J	حداقل درصد ازدیاد طول نسبی ^(۱) ($L_0=5d_0$)	استحکام کششی ^(۱) N/mm ²	حداقل تنش تسلیم 0.2 درصد ^(۱) N/mm ²
7380S	40	18	480-630	290
7709S	69	16	700-850	550

۱ - نمونه تست در شرایط سخت گردانی و تمپر و به صورت طولی تهیه شود.



تنش تسلیم 0.2 درصد (N/mm ²) در درجه حرارت °C ...								مارک فولاد آلیاژی
550	500	450	400	350	300	250	200	
-	180	190	200	210	220	-	245	7380S
275	335	372	412	441	460	480	500	7709S



مارک فولاد آلیاژی	کاربرد
7380S	اجزاء و قطعات مورد استفاده در بویلرها و کلکتورها نظیر انواع فیتینگ و لوله‌های بخار فوق اشباع برای کاربردهای تا دمای ۵۳۰ درجه سانتیگراد
7709S	اجزاء موتورهای گرمایی تا دمای ۵۴۰ درجه سانتیگراد و نیروگاه‌های حرارتی؛ شفت و دیسک توربینی، فیتینگ، فلنج و پیچ و مهره‌ها

فولادهای عملیات حرارتی پذیر



مقایسه استانداردها		ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)								مارک فولاد آلیاژی
BS	DIN	عناصر دیگر	V	Ni	Mo	Cr	Mn	Si	C	
S106	1.2307 29CrMoV9 1.7707 30CrMoV9 1.8519 31CrMoV9	-	0.15	-	0.2	2.5	0.60	0.30	0.30	2307S
823M30	1.6580 30CrNiMo8 1.6586 31CrNiMo8	-	-	2	0.4	2	0.5	Max. 0.4	0.3	6580D
816M40 817M40	1.6582 34CrNiMo6 1.6583 35CrNiMo6	-	-	1.5	0.23	1.5	0.65	Max. 0.4	0.34	6582D
530A40 530H40 530M40 (En18)	1.7035 41Cr4	-	-	-	-	1.05	0.7	0.28	0.41	7035S⁽¹⁾
708A25	1.7218 25CrMo4 1.7258 24CrMo5	-	-	-	0.25	1.1	0.7	0.28	0.26	7218S⁽¹⁾
708A30 708A37 En19B	1.7220 34CrMo4	-	-	-	0.2	1.05	0.7	0.28	0.34	7220S⁽¹⁾
708A42 (En19) 709M40 (En19A) 708M40	1.7225 42CrMo4 1.7223 41CrMo4	-	-	-	0.2	1.05	0.7	0.28	0.41	7225D⁽¹⁾
708A47 708A42 (CDS-15)	1.7228 50CrMo4 1.7238 49CrMo4	-	-	-	0.2	1.05	0.7	0.28	0.5	7228S⁽¹⁾

توجه : مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.
 انحراف در ترکیب شیمیایی با علامت (~) نشان داده شده است.
 ۱- این فولادها با مقدار گوگرد ۰/۰۴۰-۰/۰۲۰ درصد برای بهبود قابلیت ماشینکاری قابل تولید می باشند.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها							
	Bohler	ISIRI	JIS	AISI/ASTM SAE	UNE	SS	UNI	AFNOR
2307S	V350	1.2307 29CrMoV9	-	-	~ F.1721 ~31CrMoV10	-	-	30 CD 12
6580D	V145	1.6580 30CrNiMo8	SNCM431	-	30CrNiMo8	-	30NiCrMo8	30 CND 8
6582D	V155	1.6582 34CrNiMo6	SNCM 447 SNCM9	4337 4340	F.1272 34CrNiMo6	2541	35 NiCrMo 6 KB	34CrNiMo8 35 NCD 6
7035S	V500	1.7035 41Cr4	SCr440H (SCr4H)	5140 5140H	F.1202 42Cr4	-	41Cr4 41 Cr 4 KB	41Cr4 42 C 4
7218S	V340	1.7218 25CrMo4	SCM420 SCM430 SCCrM	6350(AMS) 6351(AMS) 6370(AMS) 4130	F-8372 AM26CrMo4 F.1256-30CrMo4 1	2225 ~2233	25 CrMo 4 KB	25 CD 4
7220S	V330	1.7220 34CrMo4	SCM432 SCCrM3 SCM435H (SCM3H)	~6372(AMS) ~4130 ~4130H ~4135 4137	F.1254 30CrMo4 1	2234	34 CrMo 4 KB 35 CrMo 4 35 CrMo 4 F	34 CD 4 35 CD 5
7225D	V320	1.7225 42CrMo4	SCM440(H)(M) SCM4 SCM4M SNB7	~4140 ~4140H B7 B7M	F.1252 40CrMo4	2244	38 CrMo 4 KB 42 CrMo 4	42CrMo4 42 CD 4
7228S	V310	1.7228 50CrMo4	SCM445(H)	4150 4147	-	~2244	-	50CrMo4

فولادهای عملیات حرارتی پذیر



مارک فولاد آلیاژی	درجه حرارت کارگرم °C	درجه حرارت نرماله کردن °C	درجه حرارت آبیل °C	درجه حرارت سخت‌گردانی °C و محیط سردکردن ^(۱)	درجه حرارت تمپر °C
2307S	1050-850	860-900	680-720	روغن 850-880 آب 840-880	540-680
6580D	1050-850	850-880	650-700	830-860 روغن	540-680
6582D	1050-850	850-880	650-700	830-860 روغن	540-680
7035S	1050-850	840-880	680-720	820-860 روغن-آب	540-680
7218S	1100-850	860-900	680-720	840-880 روغن-آب	540-680
7220S	1100-850	850-890	680-720	830-870 روغن-آب	540-680
7225D	1050-850	840-880	680-720	820-860 روغن-آب	540-680
7228S	1050-850	840-880	680-720	820-860 روغن	540-680

(۱) هر جا آب و روغن هر دو برای سخت‌گردانی مشخص شده باشد، روغن برای سطح مقطع‌های نازک و اشکال پیچیده و آب برای ابعاد بزرگ و قطعات با شکل ساده به کار می‌رود.



مارک فولاد آلیاژی	خواص مکانیکی در وضعیت سخت‌گردانی و تمپر شده در درجه حرارت محیط (نمونه طولی)						
	حداقل مقاومت به ضربه J (ISO-V)	حداقل درصد کاهش سطح مقطع	حداقل درصد ازدیاد طول نسبی ($L_0=5d_0$)	استحکام کششی N/mm ²	حداقل استحکام تسلیم N/mm ²	قطر (mm)	
						تا	بالای
2307S	25	35	9	1250-1450	1050	16	-
	30	35	9	1200-1450	1020	40	16
	35	40	10	1100-1300	900	100	40
	40	45	11	1000-1200	800	160	100
6580D	30	40	9	1250-1450	1050	16	-
	30	40	9	1250-1450	1050	40	16
	35	45	10	1100-1300	900	100	40
	45	50	11	1000-1200	800	160	100
6582D	35	40	9	1200-1400	1000	16	-
	45	45	10	1100-1300	900	40	16
	45	50	11	1000-1200	800	100	40
	45	55	12	900-1100	700	160	100
7035S	30	30	11	1000-1200	800	16	-
	35	35	12	900-1100	660	40	16
	35	40	14	800-950	560	100	40
	-	-	-	-	-	160	100
7218S	45	50	12	900-1100	700	16	-
	50	55	14	800-950	600	40	16
	50	60	15	700-850	450	100	40
	45	60	16	650-800	400	160	100
7220S	35	45	11	1000-1200	800	16	-
	40	50	12	900-1100	650	40	16
	45	55	14	800-950	550	100	40
	45	55	15	750-900	500	160	100
7225D	30	40	10	1100-1300	900	16	-
	35	45	11	1000-1200	750	40	16
	35	50	12	900-1100	650	100	40
	35	55	13	800-950	550	160	100
7228S	30	40	9	1100-1300	900	16	-
	30	45	10	1000-1200	780	40	16
	30	50	12	900-1100	700	100	40
	30	50	13	850-1000	650	160	100

فولادهای عملیات حرارتی پذیر



خواص فیزیکی در درجه حرارت محیط (مقادیر متوسط)				حداکثر سختی (HB) بعد از عملیات حرارتی جهت بهبود قابلیت برشکاری	حداکثر سختی بعد از آنیل HB	مارک فولاد آلیاژی
مقاومت الکتریکی Ohm.mm ² /m	هدایت حرارتی W/(m.K)	دانسیته kg/dm ³	مدول الاستیسیته (10 ³ N/mm ²)			
0.19	42	7.85	210	— ⁽¹⁾	248	2307S
0.19	42	7.85	210	— ⁽¹⁾	248	6580D
0.19	42	7.85	210	— ⁽¹⁾	248	6582D
0.19	46	7.85	-	255 ⁽²⁾	241	7035S
0.18	42	7.85	210	255	212	7218S
0.18	42	7.85	210	255 ⁽²⁾	223	7220S
0.19	42	7.85	210	255 ⁽²⁾	241	7225D
-	-	-	-	— ⁽¹⁾	248	7228S

(۱) در شرایطی که قابلیت برشکاری مورد نیاز باشد این گرید باید در حالت آنیل سفارش داده شود.
 (۲) بسته به ترکیب شیمیایی ذوب و ابعاد محصول نهایی به ویژه درخواست بر اساس HH+، ممکن است عملیات آنیل لازم باشد.



مارک فولاد آلیاژی	خواص فیزیکی در درجه حرارت محیط (مقادیر متوسط)					
	ضریب انبساط حرارتی میانگین بین 20 °C و 10 ⁻⁶ m/(m.K)					ظرفیت گرمایی ویژه J/(kg.K)
	500 °C	400 °C	300 °C	200 °C	100 °C	
2307S	13.9	13.5	12.9	12.1	11.1	460
6580D	13.9	13.5	12.9	12.1	11.1	460
6582D	13.9	13.5	13.9	12.1	11.1	460
7035S	13.9	13.5	12.9	12.1	11.1	460
7218S	13.9	13.5	12.9	12.1	11.1	460
7220S	13.9	13.5	12.9	12.1	11.1	460
7225D	13.9	13.5	12.9	12.1	11.1	460
7228S	-	-	-	-	-	-

فولادهای عملیات حرارتی پذیر



BS	DIN	ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)									مارک فولاد آلیاژی
		عناصر دیگر	V	Ni	Mo	Cr	S	Mn	Si	C	
530A32 530H32 530M32	1.7033 34Cr4	-	-	-	-	1.05	Max. 0.035	0.75	Max. 0.4	0.34	7033D
530A36	1.7034 37Cr4	-	-	-	-	1.05	Max. 0.035	0.75	Max. 0.4	0.38	7034D
-	1.7037 34CrS4	-	-	-	-	1.05	0.03	0.75	Max. 0.4	0.34	7037D
530A36 En18C	~1.7038 ~37CrS4	-	-	-	-	1.05	0.037	0.7	0.25	0.36	7038B
-	~1.7039 ~41CrS4	-	-	-	-	1.0	0.03	0.7	Max. 0.4	0.41	7039D
-	~1.7213 25CrMoS4	Al=0.028	-	-	0.25	1.05	0.033	0.75	0.25	0.27	7218P
708A42 En19C	~1.7227 42CrMoS4	-	-	-	0.2	1.05	0.038	0.88	0.23	0.43	7227B

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.
* در این بخش به منظور آشنایی بیشتر صرفاً به ذکر ترکیب شیمیایی سایر فولادهای گروه عملیات حرارتی پذیر اکتفا شده است.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استاندارد						
	Bohler	ISIRI	JIS	AISI/ASTM SAE	UNE	UNI	AFNOR
7033D	-	1.7033 34Cr4	SCr430(H)	5132	F.8221 35Cr4	34Cr4 KB	32C4 34Cr4
7034D	-	1.7034 37Cr4	SCr435H	5135	F.1201 38Cr4 F.1210 38Cr4DF	38CrM4 36CrMn5 38CrMn4 KB	37Cr4 38C4
7037D	-	1.7037 34CrS4	-	-	-	-	-
7038B	-	1.7038 ~37CrS4	-	-	-	-	-
7039D	-	~1.7039 ~41CrS4	-	-	-	-	-
7218P	-	~1.7213 ~25CrMoS4	SCM420 SCM430 SCCrM1	4130	F.8372	25CrMo4	27CD4 25CD4
7227B	-	~1.7227 ~42CrMoS4	-	-	-	-	-

فولادهای عملیات حرارتی پذیر



مارک فولاد آلیاژی	کاربرد
2307S	ساخت قطعاتی با سطح مقطع متوسط و بزرگ که نیاز به استحکام کششی و چقرمگی بالا دارند. ساخت قطعات اتومبیل، چرخ‌دنده و موتور از قبیل: میل‌لنگ، سگدست، شاتون، اسپیندل، چرخ‌دنده‌های واسطه، شفت‌های چرخ دنده و پمپ
6580D	قطعات تحت تنش بالا با سطح مقطع بزرگ که در صنایع هواپیما و اتومبیل سازی و مهندسی عمومی، برای مثال: گاردان، شاتون، شافت‌دنده، میل‌لنگ و دیگر قطعات اتومبیل. قطعات سنگین آهنگری شده برای مثال: روتورها، شافت‌ها، دیسک‌ها.
6582D	
7035S	برای ساخت قطعاتی که تحت بار نرمال قرار دارند در قطعات اتومبیل و همچنین مهندسی عمومی.
7218S	برای ساخت قطعاتی با سطح مقطع متوسط و بزرگ که نیاز به استحکام کششی و چقرمگی بالا دارند در ساخت قطعات اتومبیل، چرخ‌دنده و موتور از قبیل: میل‌لنگ، سگدست، شاتون، اسپیندل، چرخ‌دنده‌های واسطه، شفت‌های چرخ دنده و پمپ. 7218S همچنین برای کاربردهایی که نیاز به قابلیت جوشکاری خوب دارند، مناسب می‌باشد. *افزودن مولیبدن موجب از بین رفتن حساسیت فولاد نسبت به تردی تمپر می‌شود.
7220S	
7225D	برای ساخت قطعاتی با سطح مقطع متوسط و بزرگ که نیاز به استحکام کششی و چقرمگی بالا دارند، ساخت قطعات اتومبیل، چرخ‌دنده و موتور از قبیل: میل‌لنگ، سگدست، شاتون، اسپیندل، چرخ‌دنده‌های واسطه، شفت‌های چرخ دنده و پمپ. 7225D همچنین برای کاربردهایی که نیاز به قابلیت جوشکاری خوب دارند، مناسب می‌باشد. *افزودن مولیبدن موجب از بین رفتن حساسیت فولاد نسبت به تردی تمپر می‌شود. * این فولادها قابلیت سخت شدن سطحی را دارند (درجه حرارت ۸۷۰-۹۰۰ و سختی قابل حصول ۵۴ راکول سی)
7228S	



انحراف مجاز بین آنالیز محصول و محدوده‌ی مشخص شده‌ی مجاز برای آنالیز ذوب ^(۱)		
عنصر	محدوده‌ی مجاز آنالیز ذوب	انحراف مجاز ^(۲)
C	≤ 0.55	± 0.02
Si	≤ 0.40	$+ 0.03$
Mn	≤ 1.00	± 0.04
	≤ 1.00 > 1.70	± 0.05
P	≤ 0.025	$+ 0.005$
S	≤ 0.040	$+ 0.005$ ^(۳)
Cr	≤ 2.00	± 0.05
	≤ 2.20 > 2.00	± 0.10
Mo	≤ 0.30	± 0.03
	≤ 0.60 > 0.30	± 0.04
Ni	≤ 2.00	± 0.05
	≤ 4.30 > 2.00	± 0.07
V	≤ 0.25	± 0.02
B	≤ 0.0050	± 0.0003

(۱) محدوده‌ی مشخص شده‌ی مجاز برای آنالیز ذوب، بر اساس استاندارد مربوط به گرید و یا درخواست مشتری می‌باشد.

(۲) $\pm$ به معنای این است که در یک ذوب، انحراف ممکن است بالاتر از محدوده‌ی بالایی یا پایین‌تر از محدوده‌ی پایینی اتفاق بیفتد، ولی همزمانی هر دو حالت برای یک ذوب مجاز نمی‌باشد.

(۳) برای فولادهای با محدوده‌ی گوگرد مشخص شده (۰/۰۴-۰/۰۲ درصد) برای آنالیز ذوب، انحراف مجاز $\pm ۰/۰۰۵$ درصد می‌باشد.



مقایسه استانداردها		ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)									مارک فولاد آلیاژی
BS	DIN	عناصر دیگر	W	V	Ni	Mo	Cr	Mn	Si	C	
-	1.8207 34CrAlMo5	Al=1	-	0.15	-	0.20	1.15	0.60	0.24	0.32	8507S
-	1.8550 34CrAlNi7	Al=0.95	-	-	1.0	0.20	1.65	0.55	0.30	0.36	8550S

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها						
	Bohler	JIS	AISI/ASTM SAE	UNE	SS	UNI	AFNOR
8507S	V810	-	A355CLD	~ F.1741 34CrAlMo5	-	34CrAlMo7	30CAD6.12
8550S	V820	-	-	-	-	-	-



محیط سرد کردن	درجه حرارت سخت گردانی °C	درجه حرارت آنیل °C	درجه حرارت کار گرم °C	مارک فولاد آلیاژی
آب ، روغن	900-940	650-700	1050-850	8507S
روغن	850-890	650-700	1050-850	8550S



مارک فولاد آلیاژی	درجه حرارت نیتروکربوره °C	درجه حرارت نیتروآسیون °C	درجه حرارت تنش زدایی بعد از ماشینکاری °C	درجه حرارت تمپر °C
8507S	570-580	500-520	550-570	750-650
8550S	570-580	500-520	550-580	570-660



خواص مکانیکی در وضعیت سخت‌گردانی و تمپر شده در درجه حرارت محیط (نمونه طولی)										
حداقل درصد ازدیاد طول نسبی ($L_0=5d_0$)			استحکام کششی N/mm^2			حداقل تنش تسلیم N/mm^2			حداکثر سختی بعد از آبیل HB	مارک فولاد آلیاژی
≤ 250 mm	≤ 100 mm	≤ 40 mm	≤ 250 mm	≤ 100 mm	≤ 40 mm	≤ 250 mm	≤ 100 mm	≤ 40 mm		
-	-	14	-	-	800-1000	-	-	600	248	8507S
13	12	-	800-1000	850-1050	850-1050	600	650	650	248	8550S



مارک فولاد آلیاژی	کاربرد
8507S	ساخت قطعات تا قطر ۸۰ میلیمتر که در معرض بخار قرار دارند و باید دارای استحکام دائمی در دمای ۳۵۰ تا ۵۰۰ درجه سانتیگراد باشند.
8550S	ساخت قطعات با سطح مقطع بزرگ قطعات مورد نیاز به سختی زیاد و مقاومت سایشی دارند، مانند بادامک‌ها، دیسک بادامک، توپی شیرآلات صنعتی، قطعات پمپ تزریق مواد، دسته پیستون، شافت‌های پینیون، پین‌های پیستون و همچنین محور ماشین‌های ابزار با ابعاد و مقاطع ویژه بزرگ.

فولادهای سخت شونده سطحی



مقایسه استانداردها		ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)						مارک فولاد آلیاژی
BS	DIN	عناصر دیگر	Ni	Cr	Mn	Si	C	
040A10 045M10	1.1121 Ck10	-	-	-	0.45	Max. 0.4	0.1	1121D
C18D 080M15	1.0416 C18D	-	-	-	0.4	0.25	0.18	0416D
655H13 655M13 En36	1.5752 14NiCr14 15NiCr13	-	3.48	0.7	0.45	0.28	0.14	5752S
-	1.5919 15CrNi6	-	1.55	1.5	0.5	0.28	0.17	5919S
527M17 590H17 590M17	1.7131 16MnCr5	-	-	0.95	1.15	0.28	0.17	7131S
20MnCrS5	1.7149 20MnCrS5	S=0.027	-	1.2	1.3	0.25	0.2	7149S
806H20 805M20 805H20	1.6523 21NiCrMo2	Mo=0.2	0.55	0.5	0.8	0.28	0.18	9004S

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها						
	Bohler	JIS	AISI/ASTM SAE	UNE	SS	UNI	AFNOR
1121D	-	S9Ck S10C	1010	F.1510 C10K	1265	C10 2C10 2C15	C10 XC10
0416D	-	SC42 SC410	1015	-	1370	C15 C16	XC18
5752S	E200	SNC815(H)	3310 3312 3316	F.1540 15NiCr13	-	-	12NC15 14NC12 13NiCr14
5919S	E230	-	4320	-	-	-	16NC6
7131S	E410	-	5115	F.1516 16MnCr5 F.1517	2173	16MnCr5	16MC4 16MnCr5
7149S	E401	-	4820	-	-	-	-
9004S	E115	SNCM220 (H)(M)	8615 8617 8620 8717	F.1522 20NiCrMo2 F.1534 20NiCrMo31	2506	20NiCrMo2	22NCD2

فولادهای سخت شونده سطحی



مارک فولاد آلیاژی	درجه حرارت کارگرم °C	درجه حرارت نرماله کردن °C	درجه حرارت آنبیل °C	درجه حرارت کربوره کردن ⁽²⁾ °C	محیط سرد کردن بعد از کربوره کردن ⁽³⁾
1121D	1150-850	-	670-700	880-980	آب (روغن) حمام نمک (160-250 °C) جعبه سخت گردانی سطحی
0416D	1150-850	890-920 ⁽¹⁾	670-700	880-980	روغن (آب) حمام نمک (160-250 °C) جعبه سخت گردانی سطحی، هوا
5752S	1150-850	890-920 ⁽¹⁾	610-650	880-980	روغن (آب) حمام نمک (160-250 °C)
5919S	1150-850	890-920 ⁽¹⁾	650-700	880-980	روغن حمام نمک (160-250 °C) حمام نمک (580-680 °C) جعبه سخت گردانی سطحی، هوا
7131S	1150-850	890-920 ⁽¹⁾	650-700	880-980	روغن حمام نمک (160-250 °C) حمام نمک (580-680 °C) جعبه سخت گردانی سطحی، هوا
7149S	1150-850	-	650-700	880-980	روغن حمام نمک (160-250 °C) حمام نمک (580-680 °C) جعبه سخت گردانی سطحی، هوا
9004S	1150-850	-	650-700	880-980	روغن (آب) حمام نمک (160-250 °C) جعبه سخت گردانی سطحی، هوا

۱ - سرد کردن در هوا

۲ - درجه حرارت کربونیتزیده کردن °C ۷۵۰-۹۳۰ (گاز) و °C ۷۰۰-۸۷۰ (حمام نمک)

۳ - هر جا آب و روغن برای سخت گردانی مشخص شده باشد، روغن برای سطح مقطع های نازک و اشکال پیچیده و آب برای قطعات ضخیم و اشکال ساده به کار می رود.



درجه حرارت آنیل میانی °C	درجه حرارت سخت گردانی مغز °C	درجه حرارت سخت گردانی سطح °C	محیط سردکردن ⁽¹⁾	درجه حرارت تمپر ⁽²⁾	مارک فولاد آلیاژی
650-700	880-920	780-820	آب	150-200	1121D
-	880-920	780-820	آب	150-200	0416D
620-650 سردکردن در کوره	840-880	780-800	روغن (آب) حمام نمک	150-200	5752S
630-650 سردکردن در کوره یا هوا	830-870	780-820	روغن (آب) حمام نمک	150-200	5919S
-	860-900	780-820	روغن (آب) حمام نمک	150-200	7131S
-	860-900	780-820	روغن (آب)	170-210	7149S
630-650	860-900	780-820	روغن (آب) حمام نمک	150-200	9004S

۱ - هر جا آب و روغن هر دو برای سخت گردانی مشخص شده باشد، روغن برای سطح مقطع نازک و اشکال پیچیده و آب برای قطعات ضخیم و اشکال ساده به کار می رود.

۲ - حداقل سختی سطح قابل دسترس، ۵۹HRC

فولادهای سخت شونده سطحی



سختی بعد از عملیات حرارتی (HB)				مارک فولاد آلیاژی
جهت حصول ساختار فربتی-پرلیتی	جهت حصول استحکام کششی معین	آنبیل Max.	بهبود قابلیت پرشکاری	
-	-	131	-	1121D
-	-	143	-	0416D
166-217	179-229	229	-	5752S
152-201	170-217	217	Max. 255	5919S
140-187	156-207	207	Max. 255	7131S
152-201	170-217	217	Max. 255	7149S
145-192	152-201	197	-	9004S



مارک فولاد آلیاژی	خواص مکانیکی بعد از سخت کاری در مغز				
	حداقل درصد کاهش سطح مقطع	حداقل درصد ازدیاد طول نسبی ($L_0=5d_0$)	استحکام کششی N/mm^2	حداقل تنش تسلیم N/mm^2	قطر mm
1121D	40	13	640-780	390	11
	50	16	490-640	295	30
0416D	35	12	740-880	440	11
	45	14	590-780	355	30
5752S	40	9	1030-1320	835	11
	45	10	930-1230	785	30
	45	10	880-1180	540	63
5919S	35	8	960-1280	685	11
	40	9	880-1180	535	30
	40	10	780-1060	540	63
7131S	35	9	880-1180	635	11
	40	10	780-1080	590	30
	40	11	640-930	440	63
7149S	30	7	1080-1370	735	11
	35	8	980-1270	685	30
	35	10	780-930	540	63
9004S	35	9	980-1270	785	11
	40	10	780-1080	590	30
	40	11	690-930	490	63

فولادهای سخت شونده سطحی



خواص فیزیکی در درجه حرارت محیط (مقادیر متوسط)				مارک فولاد آلیاژی
مقاومت الکتریکی Ohm.mm ² /m	هدایت حرارتی W/(m.K)	دانسیته kg/dm ³	مدول الاستیسیته 10 ³ N/mm ²	
-	-	-	-	1121D
0.11	58	7.85	210	0416D
0.2	34	7.85	210	5752S
0.18	38	7.85	210	5919S
0.16	41	7.85	210	7131S
-	-	-	-	7149S
-	-	7.85	210	9004S



مارک فولاد آلیاژی	خواص فیزیکی در درجه حرارت محیط (مقادیر متوسط)					
	ضریب انبساط حرارتی میانگین بین 20 °C و 10 ⁻⁶ m/(m.K)					ظرفیت گرمایی ویژه J/(kg.K)
	500 °C	400 °C	300 °C	200 °C	100 °C	
1121D	-	-	-	-	-	-
1141S	13.9	13.5	12.9	12.1	11.1	460
5752S	13.9	13.5	13.9	12.1	11.1	460
5919S	13.9	13.5	12.9	12.1	11.1	460
7131S	14.1	13.5	12.9	12.1	11.1	460
7149S	-	-	-	-	-	-
9004S	-	13.5	12.9	12.1	11.1	460

فولادهای سخت شونده سطحی



ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)									مارک فولاد آلیاژی
عناصر دیگر	V	Ni	Mo	Cr	S	Mn	Si	C	
-	-	1.05	-	0.8	0.038	0.75	0.23	0.17	5715B
-	-	0.55	0.2	0.5	0.038	0.78	0.23	0.22	6526B
-	-	-	-	1.05	Max. 0.03	0.73	0.25	0.2	7027J
-	-	-	-	1.2	Max. 0.035	1.25	0.4	0.2	7147D
-	-	-	0.25	1.15	Max. 0.035	0.95	0.25	0.15	7262D
-	-	-	0.27	1.1	Max. 0.03	0.75	0.25	0.21	7264J
-	-	-	-	0.8	0.038	0.8	0.23	0.2	9026B
-	-	1.45	0.15	1	0.038	0.75	0.23	0.17	9031B

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.
 * در این بخش به منظور آشنایی بیشتر صرفاً به ذکر ترکیب شیمیایی سایر فولادهای گروه سخت شونده سطحی اکتفا شده است.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها							
	Bohler	JIS	AISI ASTM SAE	UNE	UNI	AFNOR	BS	DIN
5715B	-	-	-	-	16CrNi4	-	637M17 En352	1.5715 16NiCrS4
6526B	-	-	8622H	-	-	-	805M22	1.6526 21NiCrMoS2
7027J	-	SCr420H	-	-	-	-	-	1.7027 20Cr4
7147D	~ E400	SMnC420H	5120	F.150.D	20MnCr5	20MC5	-	1.7147 20MnCr4
7262D	-	SCM415 (H)(M)	-	F.1551 12CrMo4	-	12CD4	-	1.7262 15CrMo5
7264J	~ E300	SCM420H SCM421	-	F.1559 18CrMo4-1	-	18CD4	-	~ 1.7264 20CrMo5
9026B	-	-	-	-	-	-	527A19 En207	-
9031B	-	-	-	-	18NiCrMo5	-	815H17	-

فولادهای سخت شونده سطحی



کاربرد	مارک فولاد آلبازی
قطعات تحت سایش نظیر: اهرم ها، بوش ها، قطعات پرس، سمبه ماتریس، قطعات ماشین تحریر و چرخ خیاطی	1121D
قطعات با سطح مقطع کوچک بویژه جاهایی که در معرض سایش بوده و خواص مغز قطعه اهمیت چندانی ندارد. برای مثال: اهرم ها، مفصل ها، بوش ها و پین ها.	0416D
قطعات با سطح مقطع بزرگ برای کاربردهایی که نیاز به چقرمگی و استحکام مغز بالا دارد. برای مثال: چرخ دنده ها، میل لنگ ها، شافت های جعبه دنده در هواپیما و اجزا ماشین های سنگین و در کاربردهای مهندسی عمومی	5752S
	5919S
قطعات با سطح مقطع متوسط در صنایع اتومبیل سازی و مهندسی عمومی که تحت تنش های بالا نیاز به مقاومت سایشی بالا دارند. برای مثال: میل بادامک ها، بوش ها و گژن پین ها.	7131S
مفصل ها، چرخ دنده های تخت و دندانه دار	7149S
انواع چرخ دنده ها، پیچ، میل مرغک، بوش، کوپلینگ و دیگر اجزاء اتومبیل که تحت تنش های بالا قرار دارند.	9004S



انحراف مجاز بین آنالیز محصول و محدوده‌ی مشخص شده‌ی مجاز برای آنالیز ذوب ^(۱)		
عنصر	محدوده‌ی مجاز آنالیز ذوب	انحراف مجاز ^(۲)
C	≤ 0.31	± 0.02
Si	≤ 0.40	$+ 0.03$
Mn	≤ 1.00 ≤ 1.40 > 1.00	± 0.04 ± 0.05
P	≤ 0.035	$+0.005$
S	≤ 0.04	$+0.005$ ^(۳)
Cr	≤ 1.80	± 0.05
Mo	≤ 0.30 ≤ 0.50 > 0.30	± 0.03 ± 0.04
Ni	≤ 2.00 ≤ 3.50 > 2.00	± 0.05 ± 0.07
B	≤ 0.0050	± 0.0005

(۱) محدوده‌ی مشخص شده‌ی مجاز برای آنالیز ذوب، بر اساس استاندارد مربوط به گرید و یا درخواست مشتری می‌باشد.
(۲) $\pm$ به معنای این است که در یک ذوب، انحراف ممکن است بالاتر از محدوده‌ی بالایی یا پایین‌تر از محدوده‌ی پایینی اتفاق بیفتد، ولی همزمانی هر دو حالت برای یک ذوب مجاز نمی‌باشد.
(۳) برای فولادهای با محدوده‌ی گوگرد مشخص شده (۰/۰۴-۰/۰۲ درصد) برای آنالیز ذوب، انحراف مجاز $\pm ۰/۰۵$ درصد می‌باشد.



مقایسه استانداردها		ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)								مارک فولاد آلیاژی
BS	DIN	عناصر دیگر	V	Ni	Mo	Cr	Mn	Si	C	
120M36 (150M28)	1.1165 30Mn5	-	-	-	-	Max. 0.3	1.35	0.27	0.3	1165S
080A35 080M36	1.1181 Ck35	-	-	Max. 0.4	Max. 0.1	Max. 0.4	0.65	0.25	0.36	1181S
(~En43B) 080M46 CFS8 060447	1.1191 Ck45	-	-	Max. 0.4	Max. 0.1	Max. 0.4	0.65	0.25	0.45	9095I
070M55	1.1213 Cf53	-	-	-	-	-	0.55	0.25	0.53	1213S
080A57 080A62 070M60	1.1221 Ck60	-	-	-	-	-	0.75	0.25	0.61	1221S

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها								
	Bohler	ISIRI	JIS	UNS	AISI/ASTM SAE	UNE	SS	UNI	AFNOR
1165S	V930	1.1165 30Mn5	SMn433H SCMn2	-	1036 1330	F.8211 30Mn5 F.8311 AM30Mn5	-	-	35M5
1181S	V935	1.1181 Ck35	S35C	-	1035 1034	F.1130 C35K	1572 1550	~ C35	~ XC35
9095I	V945	1.1191 Ck45	S45C	-	1042 1045	F.1140 C45K	1660	C45	XC45
1213S	V953	1.1213 Cf53	S50CM	-	1050 1055	-	1674	C53	
1221S	V960	1.1221 Ck60	S58C S65CM	-	1064	-	1665 1678	C60	XC60 XC60H1



درجه حرارت تمپیر °C	درجه حرارت سخت‌گردانی °C و محیط آب دادن	درجه حرارت آنیل °C	درجه حرارت نرماله کردن °C	درجه حرارت کارگرم °C	مارک فولاد آلیاژی
480-650	آب 820-850 روغن 830-860	650-700	850-880	1100-850	1165S
550-710	820-860 آب، روغن	650-700	860-900	1100-850	1181S
550-670	820-860 آب، روغن	650-700	840-880	1100-850	9095I
550-660	آب 805-835 روغن 810-845	650-700	830-860	1100-850	1213S
550-660	800-840 آب، روغن	650-700	820-860	1050-850	1221S



مارک فولاد آلیاژی	خواص مکانیکی در وضعیت سخت گردانی و تمپر شده در درجه حرارت محیط (نمونه طولی)						
	حداقل مقاومت به ضربه J (ISO-V)	حداقل درصد کاهش سطح مقطع	حداقل درصد ازدیاد طول نسبی ($L_0=5d_0$)	استحکام کششی N/mm ²	حداقل استحکام تسلیم N/mm ²	قطر mm	
1165S	35	45	14	780-930	540	16	-
	40	50	15	690-830	440	40	16
	40	50	15	690-830	440	100	40
1181S	-	-	19 ⁽¹⁾	Min. 520 ⁽¹⁾	270 ⁽¹⁾	100	16
	35	40	17	630-780	430	16	-
	35	45	19	600-750	380	40	16
	35	50	20	550-700	320	100	40
9095I	-	-	16 ⁽¹⁾	Min. 580 ⁽¹⁾	305 ⁽¹⁾	100	16
	25	35	14	700-850	490	16	-
	25	40	16	650-800	430	40	16
	25	45	17	630-780	370	100	40
1213S	21	25	12	740-880	510	16	-
	21	35	14	690-830	430	40	16
	21	40	15	640-780	400	100	40
1221S	-	-	11 ⁽¹⁾	Min. 670 ⁽¹⁾	340 ⁽¹⁾	100	16
	-	25	11	850-1000	580	16	-
	-	30	13	800-950	520	40	16
	-	35	14	750-900	450	100	40

۱ - این مقادیر مربوط به حالت نرماله شده می باشد.



خواص فیزیکی در درجه حرارت محیط (مقادیر متوسط)				حداکثر سختی بعد از آنیل HB	مارک فولاد آلیاژی
مقاومت الکتریکی Ohm.mm ² /m	هدایت حرارتی W/(m.K)	دانسیته kg/dm ³	مدول الاستیسیته 10 ³ N/mm ²		
0.12	50	7.85	-	217	1165S
0.12	50	7.85	-	183	1181S
0.12	50	7.85	-	207	9095I
0.13	46	7.85	-	223	1213S
0.13	46	7.85	-	241	1221S



مارک فولاد آلیاژی	خواص فیزیکی در درجه حرارت محیط (مقادیر متوسط)					
	ضریب انبساط حرارتی میانگین بین 20 °C و 10 ⁻⁶ m/(m.K)					ظرفیت گرمایی ویژه J/(kg.K)
	500 °C	400 °C	300 °C	200 °C	100 °C	
1165S	13.9	13.5	12.9	12.1	11.1	460
1181S	13.9	13.5	12.9	12.1	11.1	460
9095I	13.9	13.5	12.9	12.1	11.1	460
1213S	13.9	13.5	12.9	12.1	11.1	460
1221S	13.9	13.5	12.9	12.1	11.1	460



مقایسه استانداردها	ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)									مارک فولاد آلیاژی
DIN	عناصر دیگر	Ni	Mo	Cr	S	P	Mn	Si	C	
1.0214 QSt36-3	-	-	-	-	Max. 0.04	-	0.31	0.06	0.12	0214I
1.0432 C 21	-	Max. 0.40	Max. 0.12	Max. 0.30	Max. 0.04	-	0.80	0.25	0.20	0432A
1.1149 C22R	-	Max. 0.15	Max. 0.1	-	0.038	-	0.7	0.23	0.21	1149B
1.1149 C22R (Cm22)	-	-	-	-	0.028	-	0.55	Max. 0.4	0.21	1149D
1.1151 C22E (CK22)	-	-	-	-	Max. 0.035	-	0.55	Max. 0.4	0.21	1151D
1.1167 36Mn5	-	-	-	-	Max. 0.035	-	1.35	0.25	0.36	1167D
1.1169 20Mn6	-	Max. 0.3	Max. 0.1	0.23	0.03	-	1.25	0.25	0.2	1169P
1.1180 C35R	-	Max. 0.15	Max. 0.1	-	0.038	-	0.8	0.23	0.3	1180B
~1.1186 ~C40E	-	-	-	-	0.038	-	0.8	0.25	0.4	1186B
1.1186 C40E (CK40)	-	-	-	-	Max. 0.03	-	0.65	Max. 0.4	0.41	1186D
1.1201 C45R (Cm45)	-	Max. 0.15	-	-	0.038	-	0.8	0.23	0.48	1201B
1.1203 C55E (CK55)	-	-	-	-	Max. 0.035	-	0.75	Max. 0.4	0.56	1203D
1.1205 C53R (Cm53)	-	-	-	-	0.038	-	0.8	0.25	0.53	1205B
1.1206 C50E (CK50)	-	-	-	-	0.035	-	0.75	Max 0.4	0.51	1206D
1.7002 46Cr1	-	-		0.2	Max. 0.015	-	0.85	0.25	0.46	7002P
~1.5432 ~42MnMo7	-	-	0.27	-	0.038	-	1.5	0.23	0.35	9025B

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.
* در این بخش به منظور آشنایی بیشتر صرفاً به ذکر ترکیب شیمیایی سایر فولادهای گروه کربنی اکتفا شده است.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها							
	Bohler	ISIRI	JIS	AISI ASTM SAE	UNE	UNI	AFNOR	BS
0214I	-	-	-	-	-	-	-	-
0432D	-	-	-	A 105 A 181	-	-	-	-
1149B	-	~1.1149 ~C22R	-	-	-	-	-	En3A En3C
1149D	-	1.1149 C22R	-	-	-	-	-	En3A En3C
1151D	-	1.1151 C22E	S20C S20CK S22C	1020 1023	F.1120 C25K	C20 C25	XC25 2C22 XC18	055M15 070M20
1167D	-	1.1167 36Mn5	SMn438(H) SCMn3(M)	1335 1541	F.1203 36Mn6	-	35M5 40M5	150M36
1169P	-	~1.1169 ~20Mn6	-	-	F.8212 36Mn5	-	20M5	-
1180B	-	~1.1180 ~C35R	-	1035	F.1135 C35K-1	-	3C35 XC32	080A35 En5C
1186B	-	~1.1186 ~C40E	S40C	1040	-	C40	2C40 XC42H	060A40 080M40
1186D	-	1.1186 C40E	S40C	1040	-	C40	2C40 XC42H1	080M40 En8C
1201B	-	~1.1201 ~C45R	S50C	1049	F.1145 C45K-1	C45	3C45 XC42H1	080M46 080A47 En43B
1203D	-	1.1203 C55E	S55C S55CM	1055	F.1145 C45K-1	C45	3C45 XC48H1 XC42H	060A57 070M55
1205B	-	1.1205 C53R	S55C	1055 1050	F.1150 C55K	C55	2C55 XC55H1	080A52
1206D	-	~ 1.1206 C50E	-	-	-	C50	2C50 XC50H1	080A52
7002P	-	-	-	1049 1050	-	C50	2C50 XC50H1	080M50
9025B	-	-	-	4037	-	-	-	En16 605M36



کاربرد	مارک فولاد آلیاژی
اجزاء ماشین آلات برای مهندسی مکانیک عمومی، قطعات خودرو	1165S
برای ساخت قطعات با سطح مقطع کوچک با مشخصه استحکام پایین، همچنین قطعات سنگین آهنگری شده در وضعیت نرماله شده در مهندسی عمومی، قطعات موتور و اتومبیل، برای مثال: اکسل، اجزاء کلاچ، شافت، قطعات پرس و پانچ، دسته ی پیستون و چرخ دنده.	1181S
	9095I
پیچ های پیستون، پیچ های زنجیر، شافت های دندانه دار، چرخ دنده، دنده ماریچ، میل بادامک.	1213S
برای ساخت قطعات با سطح مقطع کوچک با مشخصه استحکام پایین، همچنین قطعات سنگین آهنگری شده در وضعیت نرماله شده در مهندسی عمومی، قطعات موتور اتومبیل، برای مثال: اکسل، اجزاء کلاچ شافتها، قطعات پرس و پانچ، دسته پیستون و چرخ دنده.	1221S



انحراف مجاز بین آنالیز محصول و محدوده‌ی مشخص شده‌ی مجاز برای آنالیز ذوب^(۱)

عنصر	محدوده‌ی مجاز آنالیز ذوب	انحراف مجاز ^(۲)
C	≤ 0.55	± 0.02
	≤ 0.65 > 0.55	± 0.03
Si	≤ 0.40	$+ 0.03$
Mn	≤ 100	± 0.04
	≤ 1.65 > 1.00	± 0.05
P	≤ 0.045	$+ 0.005$
S	≤ 0.045	$+ 0.005$ ^(۳)
Cr	≤ 0.40	$+ 0.05$
Mo	≤ 0.10	$+ 0.03$
Ni	≤ 0.40	$+ 0.05$

- (۱) محدوده‌ی مشخص شده‌ی مجاز برای آنالیز ذوب، بر اساس استاندارد مربوط به گرید و یا درخواست مشتری می‌باشد.
- (۲) $\pm$ به معنای این است که در یک ذوب، انحراف ممکن است بالاتر از محدوده‌ی بالایی یا پایین‌تر از محدوده‌ی پایینی اتفاق بیفتد، ولی همزمانی هر دو حالت برای یک ذوب مجاز نمی‌باشد.
- (۳) برای فولادهای با محدوده‌ی گوگرد مشخص شده ($0.02-0.04\%$ درصد) برای آنالیز ذوب، انحراف مجاز ± 0.005 درصد می‌باشد.



مقایسه استانداردها		ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)							مارک فولاد آلیاژی
BS	DIN	عناصر دیگر	V	Mo	Cr	Mn	Si	C	
-	1.5023 38Si7	-	-	-	-	0.65	1.65	0.39	5023D
-	1.5025 51Si7	-	-	-	-	0.65	1.65	0.52	5025S
251A58 250H53 (En45)	1.5026 55Si7	-	-	-	-	0.9	1.65	0.56	5026S
251A60 (En45A) 251H60	1.5027 60Si7	-	-	-	-	0.9	2	0.6	5027S
250A61	1.5028 65Si7	-	-	-	-	0.9	1.65	0.64	5028S
-	1.7108 60SiCr7	-	-	-	0.3	0.85	1.65	0.6	7108S
525A58 525H60	1.7176 55Cr3	-	-	-	0.85	0.85	0.28	0.56	7176D
735A51 (En47) 735H51 735M50	1.8159 50CrV4	-	0.13	-	1.05	0.9	0.25	0.51	8159S

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.



مقایسه استانداردها							
مارک فولاد آلیاژی	Bohler	JIS	AISI ASTM SAE	UNE	SS	UNI	AFNOR
5023D	-	-	-	-	-	-	-
5025S	F100	-	9255	F.1440 50Si7	2090	48Si7 50Si7	51S7 51Si7
5026S	F110	-	9255	F.1440 56Si7	2085 2090	55Si7	55S7 56Si7
5027S	F108	SUP6	9260	F.1441 60Si7	-	60Si7	60S7
5028S	F105	SUP7 SUP6	9260H	-	-	-	-
7108S	F128	-	9261 9262	F.1442 60SiCr8	-	60SiCr8	61SC7
7176D	F300	SUP9	5155	F.1431 55Cr3	2253	55Cr3	55C3
8159S	F550	SUP10	6150	F.1430 51CrV4	2230	50CrV4	50CV4 51CrV4



درجه حرارت تمپیر °C	درجه حرارت سخت گردانی و محیط آب دادن °C	درجه حرارت آبیل °C	درجه حرارت نرماله کردن °C	درجه حرارت شکل دهی گرم در فنر سازی ⁽¹⁾ °C	درجه حرارت کار گرم °C	مارک فولاد آلیاژی
430-500 هوا	830-860 آب	640-680	850-860	900-830	1100-850	5023D
430-500 هوا	840-870 آب	640-680	830-860	900-820	1050-850	5025S
470-520 هوا	830-860 روغن	640-680	830-860	900-850	1050-850	5026S
470-520 هوا	830-860 روغن	640-680	830-860	900-850	1050-850	5027S
430-500 هوا	830-860 روغن	640-680	830-860	900-850	1050-850	5028S
430-500 هوا	840-870 روغن	640-680	850-880	900-830	1050-850	7108S
430-500 هوا	710-810 روغن	640-680	850-880	920-850	1050-850	7176D
450-520 هوا	830-860 روغن	640-680	850-880	900-850	1050-850	8159S

۱ - برای اندازه‌های بزرگتر، حداکثر ۹۵۰ °C و با کاهش زمان نگهداری.



مارک فولاد آلیاژی	حداکثر سختی در وضعیت آنیل شده HB	سختی در وضعیت سرد شده در هوا HB	حداقل درصد ازدیاد طولی نسبی ⁽¹⁾ ($L_0=5d_0$)	استحکام کششی ^{(2) (1)} N/mm^2	حداقل استحکام تسلیم ⁽¹⁾ N/mm^2
5023D	217	~240	6 ⁽³⁾	1180-1370 ⁽³⁾	1030 ⁽³⁾
5025S	245	~ 270	6 ⁽⁴⁾	1320-1570 ⁽⁴⁾	1130 ⁽⁴⁾
5026S	235	~ 290	6 ⁽⁵⁾	1320-1570 ⁽⁵⁾	1130 ⁽⁵⁾
5027S	240	~ 310	6	1320-1570	1130
5028S	240	~ 310	6 ⁽⁶⁾	1400-1600 ⁽⁶⁾	1100 ⁽⁶⁾
7108S	255	~ 310	6 ⁽⁶⁾	1350-1600 ⁽⁶⁾	1150 ⁽⁶⁾
7176D	250	> 310	6 ⁽⁷⁾	1400-1650 ⁽⁷⁾	1200 ⁽⁷⁾
8159S	248	> 310	6 ⁽⁸⁾	1400-1700 ⁽⁸⁾	1200 ⁽⁸⁾

- ۱ - در شرایط عملیات حرارتی Spring-hard معتبر است.
- ۲ - نسبت 0.35 HB ~ (Kp/mm²) در مورد استحکام کششی به کار می رود اما نتایج تست کشش مقدار بیشتری را نشان می دهند.
- ۳ - نتایج برای گرد با حداکثر قطر ۱۲ میلیمتر و تسمه با حداکثر ضخامت ۱۰ میلیمتر معتبر می باشد.
- ۴ - نتایج برای گرد با حداکثر قطر ۲۴ میلیمتر و تسمه با حداکثر ضخامت ۱۶ میلیمتر معتبر می باشد.
- ۵ - نتایج برای گرد با حداکثر قطر ۲۵ میلیمتر و تسمه با حداکثر ضخامت ۱۸ میلیمتر معتبر می باشد.
- ۶ - نتایج برای گرد با حداکثر قطر ۲۴ میلیمتر و تسمه با حداکثر ضخامت ۱۶ میلیمتر معتبر می باشد.
- ۷ - نتایج برای گرد با حداکثر قطر ۲۸ میلیمتر و تسمه با حداکثر ضخامت ۱۸ میلیمتر معتبر می باشد.
- ۸ - نتایج برای گرد با حداکثر قطر ۴۰ میلیمتر و تسمه با حداکثر ضخامت ۲۷ میلیمتر معتبر می باشد.



کاربرد	مارک فولاد آلیاژی
واشر فنری، ورق فنری فنر پابند ریل راه آهن تسمه ها تا ضخامت ۱۰ میلیمتر - میلگردها تا قطر ۱۳ میلیمتر	5023D
فنرهای تعلیق برای لوکوموتیو و ساختمان واگن فنرهای تخت فنرهای مارپیچ مخروطی و فنرهای مارپیچ تسمه ها تا ضخامت ۱۶ میلیمتر - میلگردها تا قطر ۲۴ میلیمتر	5025S
فنرهای مارپیچ مخروطی و تخت برای صنایع اتومبیل سازی و ترابرها و کاربردهای مهندسی عمومی فنرهای مارپیچ و صفحات فنری تسمه ها تا ضخامت ۱۸ میلیمتر - میلگردها تا قطر ۲۵ میلیمتر	5026S
فنرهای تخت در اتومبیل و مهندسی عمومی	5027S
فنرهای مارپیچ مخروطی و تخت برای صنایع اتومبیل سازی و ترابرها و کاربردهای مهندسی و عمومی و نیز فنرهای واگن و لوکوموتیو، فنرهای مارپیچ تسمه ها تا ضخامت ۱۶ میلیمتر - میلگردها تا قطر ۲۴ میلیمتر	5028S
فنرهای تخت تحت تنش بالا مورد استفاده در در ترابرها و اتومبیل و کاربردهای مهندسی عمومی فنرهای مارپیچ تحت تنشهای بالا، میله های پیچی و رینگ های فنری تسمه ها تا ضخامت ۱۶ میلیمتر - میلگردها تا قطر ۲۴ میلیمتر	7108S
فنرهای تخت تحت تنش بالا مورد استفاده در ترابرها و اتومبیل و کاربردهای مهندسی عمومی فنرهای مارپیچ و تثبیت کننده تسمه ها تا ضخامت ۱۸ میلیمتر تا قطر ۲۸ میلیمتر	7176D
فنرهای تخت با ابعاد بزرگ مورد استفاده در اتومبیل فنرهای مارپیچ تحت تنش بالا، رینگ فنری، فنرهای میله های تخت پیچش تا قطر ۴۰ میلیمتر (تورشن بار)، فنر لایه ای زاویه دار	8159S



انحراف مجاز بین آنالیز محصول و محدوده‌ی مشخص شده‌ی مجاز برای آنالیز ذوب ^(۱)		
عنصر	محدوده‌ی مجاز آنالیز ذوب	انحراف مجاز ^(۲)
C	≤ 0.55	± 0.02
	≤ 0.65	± 0.03
Si	≤ 0.40	± 0.03
	≤ 2.00	± 0.05
Mn	≤ 1.00	± 0.04
	≤ 1.10	± 0.05
P	≤ 0.025	± 0.005
S	≤ 0.025	$+ 0.005^{(3)}$
Cr	≤ 1.20	± 0.05
Mo	≤ 0.30	± 0.03
	≤ 0.35	± 0.04
Ni	≤ 0.70	± 0.05
V	≤ 0.20	± 0.02

- (۱) محدوده‌ی مشخص شده‌ی مجاز برای آنالیز ذوب، بر اساس استاندارد مربوط به گرید و یا درخواست مشتری می‌باشد.
- (۲) $\pm$ به معنای این است که در یک ذوب، انحراف ممکن است بالاتر از محدوده‌ی بالایی یا پایین‌تر از محدوده‌ی پایینی اتفاق بیفتد، ولی همزمانی هر دو حالت برای یک ذوب مجاز نمی‌باشد.
- (۳) برای فولادهای با محدوده‌ی گوگرد مشخص شده ($0.04-0.02\%$ درصد) برای آنالیز ذوب، انحراف مجاز $\pm 0.05\%$ درصد می‌باشد.



مقایسه استانداردها		ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)									مارک فولاد آلیاژی
BS	DIN	عناصر دیگر	w	v	Ni	Mo	Cr	Mn	Si	C	
-	1.0727 45S20	S=0.21 P≤0.045	-	-	-	-	-	0.8	0.2	0.46	0727S
-	1.0736 11SMn37	S=0.35 P≤0.08	-	-	Max. 0.1	-	Max. 0.1	1.3	Max. 0.02	0.10	0736S

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها						
	Bohler	JIS	AISI ASTM SAE	UNE	SS	UNI	AFNOR
0727S	Z986	-	1146	-	-	-	45MF4
0736S	Z908	SUM 25	1215	F.2113 12 SMn 35	-	CF9 SMn 36	S300



حداقل تنش تسلیم ^(۱) N/mm ²				محیط سرد کردن	درجه حرارت سخت گردانی °C	درجه حرارت آنیل °C	درجه حرارت کارگرم °C	مارک فولاد آلیاژی
64-100 mm	41-63 mm	17-40 mm	10-16 mm					
370	370	430	490	آب	820-850	-	-	0727S
				روغن	830-860			
				آب	880-980 کربوره کردن	-	-	0736S

(۱) در حالت سخت گردانی و تمپر مطابق استاندارد (1999) DIN EN 10087 می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	حداقل درصد ازدیاد طول نسبی ^(۱) $L_0=5d_0$				استحکام کششی ^(۱) N/mm^2			
	64-100 mm	41-63 mm	17-40 mm	10-16 mm	64-100 mm	41-63 mm	17-40 mm	10-16 mm
0727S	14	14	13	12	630-780	630-780	650-800	700-850
0736S	-	-	-	-	360-520 ^(۲)	370-570 ^(۲)	380-570 ^(۲)	380-570 ^(۲)

(۱) در حالت سخت‌گردانی و تمپر مطابق استاندارد (1999) DIN EN 10087 می‌باشد.

(۲) در حالت نورد گرم (As-Rolled) و بدون عملیات حرارتی است.



ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)									مارک فولاد آلیاژی
عناصر دیگر	V	Ni	Mo	Cr	S	Mn	Si	C	
P≤0.1	-	-	-	-	0.3	1.1	Max. 0.05	Max. 0.14	0715D
P≤0.05	-	-	-	-	0.14	1.25	0.25	0.15	0723B
P≤0.06	-	-	-	-	0.22	0.9	0.2	0.36	0726D
P≤0.05	-	-	-	-	0.14	1.4	0.25	0.15	9030B
P≤0.06	-	-	-	-	0.16	1.2	Max. 0.25	0.36	9034B

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.
* در این بخش به منظور آشنایی بیشتر صرفاً به ذکر ترکیب شیمیایی سایر فولادهای گروه خوش تراش اکتفا شده است.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها							
	Bohler	JIS	AISI ASTM SAE	UNE	UNI	AFNOR	BS	DIN
0715D	Z906	SUM 22	1213	F.2111	CF9SMn28	S250	230 M 07	1.0715 9SMn28 (11SMn30)
0723B	-	SUM 32	-	F.210.F	-	-	210 M 15 En 32 M 210 A 15	1.0723 15S22 15S20
0726D	-	-	1140	F.210.G F.2131	F.210.F	35MF6	212 M 36	1.0726 35S20
9030B	-	-	-	-	-	-	214 M 15 En202	-
9034B	-	-	-	-	-	-	212 M 36	-



کاربرد	مارک فولاد آلیاژی
فولاد خوش تراش عملیات حرارتی پذیر جهت تولید انبوه قطعات اتومبیل و ماشین آلات صنعتی که نیاز به استحکام بالایی دارند.	0727S
قطعات مختلف ماشین آلات و موتورهایی که نیاز به استحکام بالا و قابلیت ماشینکاری خوب دارند و در ضمن، این فولاد قابلیت عملیات حرارتی پذیری را نیز دارا می باشد (قابلیت کربوره کردن مشروط).	0736S



انحراف مجاز بین آنالیز محصول و محدوده‌ی مشخص شده‌ی مجاز برای آنالیز ذوب ^(۱)		
عنصر	محدوده‌ی مجاز آنالیز ذوب	انحراف مجاز ^(۲)
C	≤ 0.30	± 0.02
	≤ 0.50 > 0.30	± 0.03
Si	≤ 0.05	$+ 0.01$
	≤ 0.40 > 0.05	$+ 0.03$
Mn	≤ 1.00	± 0.04
	≤ 1.70 > 1.00	± 0.06
P	≤ 0.06	$+ 0.008$
	≤ 0.11 > 0.06	$+ 0.02$
S	≤ 0.33	± 0.03
	≤ 0.40 > 0.33	± 0.04
Pb	≤ 0.35	$+ 0.03$ $- 0.02$

(۱) محدوده‌ی مشخص شده‌ی مجاز برای آنالیز ذوب، بر اساس استاندارد مربوط به گرید و یا درخواست مشتری می‌باشد.
(۲) $\pm$ به معنای این است که در یک ذوب، انحراف ممکن است بالاتر از محدوده‌ی بالایی یا پایین‌تر از محدوده‌ی پایینی اتفاق بیفتد، ولی همزمانی هر دو حالت برای یک ذوب مجاز نمی‌باشد.

فولادهای زنگ نزن کرم - نیکل



مقایسه استانداردها		ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)							مارک فولاد آلیاژی
BS	DIN	عناصر دیگر	Ni	Mo	Cr	Mn	Si	C	
LW13(302S17) LW15(304S15) 304S16 304S17 304S31 (En58E)	1.4301 X5CrNi18-10 1.3958 X5CrNi18-11	N=0.065	9.5	-	18.5	1.35	0.48	Max. 0.05	4301S
316S11 ~316S13	1.4404 X2CrNiMo17-12-2	N=0.065	11.5	2.1	17	1.35	0.48	Max. 0.03	4404S
316S19 316S33	1.4436 X3CrNiMo17-13-3	N=0.04	12	2.6	17	1.6	0.48	0.04	4436S
321S31 ~S129 S526 (En58B) (En58C)	1.4541 X2CrNiTi18-10 1.4878 X2CrNiTi18-9	-	9.7	-	17.5	0.65	0.48	0.03	4541S
~320S8 ~320S31	1.4571 X2CrNiMoTi17-12-2	$0.70 \geq \text{Ti} \geq 5 \times \text{C}$	11.2	2.15	17	1.65	0.48	0.03	4571S
~304S11 ~304C12	~1.4306 ~X2CrNi19-11	-	9.5	-	18.5	1.4	0.5	Max. 0.03	9032S

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.
انحراف در ترکیب شیمیایی با علامت (~) نشان داده شده است.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها						
	Bohler	JIS	AISI/ASTM SAE	UNE	SS	UNI	AFNOR
4301S	A500	SUS 304	304 B8 B8A 5639H(AMS) 5697F(AMS)	F.3504 X6CrNi18-10	2332 2333	X5CrNi18-10	Z5CN17-8 Z6CN18-9
4404S	A200	-	316L 5653F(AMS)	F.3533 X2CrNiMo17-13-2	2348	X2CrNiMo17-12	Z2CND17-12
4436S	A100	SUS 316	316 5907A(AMS) 5573L(AMS)	F.3538 X5CrNiMo17-13-3	2343	X5CrNiMo17-13	Z6CND18-12-3
4541S	A700	SUS 321	321 ~321H B8T B8TA 5510P(AMS) 5645P(AMS) 5689F(AMS)	F.3523 X6CrNiTi18-11	2337	X6CrNiTi18-11 X8CrNiTi18-11	Z10CND18-11 Z6CNT18-10
4571S	A300	-	316Ti	F.3535 X6CrNiMoTi17-12-2	2350	X6CrNiTi17-12	Z6CND17-11
9032S	A604	SUS 304L	~304L	~F.3503 ~X2CrNi18-10	~2352	~X3CrNi18-11	~Z2CN18-10

فولادهای زنگ نزن کرم - نیکل



وضعیت انحلال سازی	ساختار بعد از عملیات حرارتی ⁽²⁾	محیط سرد کردن ⁽¹⁾ °C	درجه حرارت سخت گردانی °C	درجه حرارت کار گرم °C	مارک فولاد آلبازی
سریع سرد شده	A+(L.F.)	هوا- آب	1000-1100	1200-900	4301S
سریع سرد شده	A+(L.F.)	هوا- آب	1020-1120	1200-900	4404S
سریع سرد شده	A+(L.F.)	هوا- آب	1020-1120	1200-900	4436S
سریع سرد شده	A+(L.F.)+C	هوا- آب	1020-1120	1200-900	4541S
سریع سرد شده	A+(L.F.)+C	هوا- آب	1020-1120	1200-900	4571S
سریع سرد شده	A+(L.F.)	هوا- آب	1000-1100	1200-900	9032S

۱ - برای ضخامت‌های بالای ۲ میلیمتر سرد کردن در آب
 ۲ - A: آستنیت، L.F.: مقدار کمی فریت، C: کاربید



مارک فولاد آلیاژی	حداقل استحکام ضربه (ISO-V) J		حداقل در صد ازدیاد طول نسبی $L_0=5d_0$		استحکام کششی N/mm ²	ابعاد ^(۱) (mm)	
	عرضی	طولی	عرضی	طولی		تا	بالای
4301S	-	100	-	45	500-700	160	-
	60	-	35	-	-	250	160
4404S	-	100	-	40	500-700	160	-
	60	-	30	-	-	250	160
4436S	-	100	-	40	500-700	160	-
	60	-	35	-	-	250	160
4551S	-	100	-	40	500-700	160	-
	60	-	30	-	-	250	160
4571S	-	100	-	40	500-700	160	-
	60	-	35	-	-	250	160
9032S	-	85	-	50	450-700	160	-
	55	-	35	-	-	250	160

۱ - مربوط به گرد و مقاطع فورج شده می باشد.

فولادهای زنگ نزن کرم – نیکل



هدایت حرارتی W/(m.K)	مقاومت الکتریکی Ohm.mm ² /m	دانشیه Kg/dm ³	مدول الاستیسیته در درجه حرارت های 10 ³ N/mm ² °C						مارک فولاد آلیاژی
			500	400	300	200	100	20	
15	0.73	7.9	165	172	179	186	194	200	4301S
15	0.75	8	165	172	179	186	194	200	4404S
15	0.75	8	165	172	179	186	194	200	4436S
15	0.73	7.9	165	172	179	186	194	200	4541S
15	0.75	8	165	172	179	186	194	200	4571S
-	-	-	-	-	-	-	-	-	9032S



مارک فولاد آلیاژی	خواص مغناطیسی	ضرب انبساط حرارتی میانگین بین 20 °C و 10 ⁻⁶ m/(m.K)					ظرفیت گرمایی ویژه J/(kg.K)
		500 °C	400 °C	300 °C	200 °C	100 °C	
4301S	قابلیت مغناطیس شدن جزئی	18	17.5	17	16.5	16	500
4404S	قابلیت مغناطیس شدن جزئی	18	17.5	17	16.5	16	500
4436S	-	18	17.5	17	16.5	16	500
4541S	قابلیت مغناطیس شدن جزئی	18	17.5	17	16.5	16	500
4571S	قابلیت مغناطیس شدن جزئی	19	18.5	18	17.5	16/5	500
9032S	-	-	-	-	-	-	-

فولادهای زنگ نزن کرم – نیکل



کاربرد	مارک فولاد آلیاژی
کاربردهای معماری، خانگی، بیمارستانی، داروخانه‌ای، تجهیزات بهداشتی، صنایع اتومبیل و ساخت ابزار آلات برنده و قاشق و چنگال	4301S
صنایع خمیر کاغذ و چوب، رنگرزی، صنایع شیمیایی و پلاستیک، تجهیزات لبنی، ساخت دستگاه‌های مورد استفاده در صنایع شیمیایی و سلولزی	4404S
صنایع نساجی، کاغذ و سلولز، صنایع ابریشم مصنوعی، تجهیزات برشی و غیر برشی پزشکی، قالب‌های ماهیگیری، ساخت تانکرهای مخصوص، صفحات پرس برای صنایع پلاستیک، قطعات جوشکاری شده با قابلیت پایداری شیمیایی بالا	4436S
تجهیزات در کارخانه‌های تولید مواد غذایی، آجوسازی، تخمیر، لبنیات، صنایع تولید کاغذ، کارخانه‌های تولید اسید نیتریک، صنایع تولید مواد منفجره، چرم، روغن، گریس و صنایع صابون سازی، تجهیزات در معرض مواد باغی، صنایع مهندسی، وسایل و قطعات مورد استفاده در صنایع غذایی و شیمیایی	4541S
صنایع شیمیایی، کاغذ، خمیر چوب، ابریشم مصنوعی و نساجی، رنگرزی، عکاسی، لاستیک و صنایع سوخت موتور، کارخانه‌های تولید رزین مصنوعی، محصولات رنگ و روغن جلا، تجهیزات صنایع گوشت، قطعات پمپ و کمپرسور، وسایل و قطعات مورد استفاده در صنایع غذایی، نساجی و سلولزی	4571S
تجهیزات برای کارخانه‌های تولید اسید نیتریک	9032S



انحراف مجاز بین آنالیز محصول و محدوده‌ی مشخص شده‌ی مجاز برای آنالیز ذوب ^(۱)		
عنصر	محدوده‌ی مجاز آنالیز ذوب	انحراف مجاز ^(۲)
C	≤ 0.03	$+ 0.005$
	≤ 0.20	± 0.01
	≤ 0.50	± 0.02
	≤ 1.05	± 0.03
Si	≤ 1.00	$+ 0.05$
	≤ 4.50	± 0.10
Mn	≤ 1.00	± 0.03
	≤ 2.00	± 0.04
	≤ 10.00	± 0.10
P	≤ 0.045	$+ 0.005$
S	≤ 0.015	$+ 0.003$
	≤ 0.030	± 0.005
	≤ 0.35	± 0.02
N	≤ 0.11	± 0.01
	≤ 0.60	± 0.02
Cr	≤ 15.0	± 0.15
	≤ 20.0	± 0.20
	≤ 30.0	± 0.25
Cu	≤ 1.00	± 0.07
	≤ 5.00	± 0.10
Mo	≤ 0.60	± 0.03
	≤ 1.75	± 0.05
	≤ 7.00	± 0.10
Nb	≤ 1.0	± 0.05
Ni	≤ 1.00	± 0.03
	≤ 5.0	± 0.07
	≤ 10.0	± 0.10
	≤ 20.0	± 0.15
	≤ 32.0	± 0.20
Al	≤ 0.30	± 0.05
	≤ 1.50	± 0.10
B	≤ 0.010	± 0.0005
Ti	≤ 2.30	± 0.05
W	≤ 2.50	± 0.05
V	≤ 1.50	± 0.03

(۱) محدوده‌ی مشخص شده‌ی مجاز برای آنالیز ذوب، بر اساس استاندارد مربوط به گرید و یا درخواست مشتری می‌باشد.
(۲) $\pm$ به معنای این است که در یک ذوب، انحراف ممکن است بالاتر از محدوده‌ی بالایی یا پایین‌تر از محدوده‌ی پایینی اتفاق بیفتد، ولی همزمانی هر دو حالت برای یک ذوب مجاز نمی‌باشد.

فولادهای زنگ نزن کرم دار



مقایسه استانداردها		ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)								مارک فولاد آلیاژی
BS	DIN	عناصر دیگر	V	Ni	Mo	Cr	Mn	Si	C	
410 S 21 410 S 22 (En56A) 410 C 21 ANC 1 Gr.A	1.4006 X12Cr13	-	-	-	-	13	Max. 2	Max. 1	0.1	4006S
430 S 17 430 S 18 (En60)	1.4016 X6Cr17	-	-	-	-	17	1	1	Max. 0.08	4016S
420 S 62 (En 56 C)	1.4021 X20Cr13	-	-	-	-	13	1.5	1	0.21	4021D
-	1.4034 X46Cr13	-	-	-	-	13.5	1	1	0.46	4034S
431 S 29 (En 57)	1.4057 X17CrNi16-2	-	-	2	-	16	1.5	1	0.17	4057S
-	1.4104 X14CrMoS17	S=0.3	-	-	0.40	16.5	1.5	1	0.14	4104S
-	1.4542	Cu=4 Nb=0.3	-	4	-	16	1.5	0.7	0.07	4542S

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین شباهت می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها						
	Bohler	JIS	AIS/ASTM SAE	UNE	SS	UNI	AFNOR
4006S	N100	SUS 410	403 410 B6 B6X 5611E (AMS)	F.3401 X12Cr13	2302	X12Cr13 X10Cr13	Z 10 C13
4016S	N200	SUS 430	430	F.3113 X6Cr17	2320	X8Cr17	Z 8 C 17 X 8 C 17
4021D	N320	SUS 420 J1	420	F.3402 X20Cr13 F.5261 X20Cr13	2303	X20Cr13 X21Cr13KU	Z 20 C 13 X 20 Cr 13
4034S	N540	~SUS 420 J2	~420	F.3404 X40Cr13 F.5263 X40Cr13	-	X40Cr14 ~X45Cr13	Z 44 C 14 X 46 Cr 13
4057S	N350	SUS 431	431 5628F (AMS)	F.3427 X15CrNi16	2321	X16CrNi16	Z 15 CN 17-3 Z 1 5CN 16-2
4104S	N310	~SUS 430 F	~430F	F.3117 ~X10CrS17	2383	~X10CrS17	Z 1 0CF 17
4542S	N700	SUS 630	630 5604E (AMS) 5622D (AMS) 5643P (AMS)	-	-	-	Z 7 CNU 17-04

فولادهای زنگ زن کرم دار



درجه حرارت تمپر °C	محیط سرد کردن	درجه حرارت سخت گردانی °C	درجه حرارت آنیل °C	درجه حرارت کارگرم °C	مارک فولاد آلیاژی
680-780	روغن ، هوا	800-1000	745-825	1100-800	4006S
-	-	-	750-850	1100-800	4016S
600-750	روغن ، هوا	980-1050	745-825	1100-800	4021D
100-200	روغن ، هوا	980-1030	750-850	1100-800	4034S
600-800	روغن ، هوا	950-1050	680-800	1100-800	4057S
550-650	روغن ، هوا	980-1070	750-850	1100-800	4104S
480 ⁽²⁾ 550 ⁽²⁾ 590 ⁽²⁾ 620 ⁽²⁾ 620-760 ⁽²⁾	روغن ، هوا	1030-1050 ⁽¹⁾	-	1150-900	4542S

(۱) آنیل محلولی
(۲) پیرسازی مصنوعی (Artificial Ageing)



مارک فولاد آلیاژی	حداقل تنش تسلیم 0.2 درصد (N/mm ²)	سختی HB	ابعاد (mm)		وضعیت ⁽²⁾	ساختار بعد از عملیات حرارتی ⁽¹⁾
			تا	بالای		
4006S	-	Max. 220	-	-	آنیل شده	F+C
	450	-	160	-	H&T	F+T.S.
4016S	240	Max. 200	100	-	آنیل شده	F+C
4021D	-	Max. 230	-	-	آنیل شده	F+C
	500	-	160	-	H&T	T.S.
	600	-	160	-	H&T	
4034S	-	Max. 245	-	-	آنیل شده	F+C
	-	55-57 HRC	-	-	سخت گردانی شده	M+C
	-	52-54 HRC	-	-	H+T	M+C
4057S	-	Max. 295	-	-		F+C
	600	-	60 160	- 60	H&T	T.S.
	700		60 160	- 60	H&T	
4104S	-	Max. 220	-	-	آنیل شده	F+P+S
	500	-	60 160	- 60	H&T	F+T.S.+S
4542S	-	Max. 360	100	-	A.T.	M+A+F
	520	-			P800	M+A+F+I.P.
	720				P930	M+A+F+I.P.
	790				P960	M+A+F+I.P.
1000	P1070		M+A+F+I.P.			

(۱) F: فریت C: کاربید S: سولفید M: مارتنزیت I.P.: فازهای بین فلزی T.S.: ساختار بعد از تمپر P: پرلیت A: آستنیت
(۲) H&T: سخت گردانی و تمپر شده برای خواص مکانیکی خوب H+T: سخت گردانی و تمپر شده برای دستیابی به سختی بالا
A.T.: آنیل محلولی

فولادهای زنگ نزن کرم دار



حداقل استحکام ضربه (ISO-V) J		حداقل درصد ازدیاد طول نسبی ($L_0=5d_0$)		استحکام کششی N/mm ²	مارک فولاد آلیاژی
عرضی	طولی	عرضی	طولی		
-	-	-	-	Max. 730	4006S
-	25	-	15	650-850	
-	-	-	20	400-630	4016S
-	-	-	-	Max. 760	4021D
-	25	-	13	700-850	
-	20	-	12	800-950	
-	-	-	-	Max. 800	4034S
-	-	-	-	~1930	
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	Max. 950	4057S
-	25 20	-	14 12	800-950	
-	20 15	-	12 10	900-1050	
-	-	-	-	Max. 730	4104S
-	-	-	12 10	650-850	
-	-	-	-	Max. 1200	4542S
-	75	-	18	800-950	
-	40	-	16	930-1100	
-	-	-	12	960-1160	
-	-	-	10	1070-1270	



مارک فولاد آلیاژی	هدایت حرارتی W/(m.K)	مقاومت الکتریکی Ohm.mm ² /m	دانسیته kg/dm ³	مدول الاستیسیته در درجه حرارت °C 10 ³ N/mm ²				
				400	300	200	100	20
4006S	30	0.6	7.7	190	200	205	212	215
4016S	25	0.6	7.7	195	205	210	215	220
4021D	30	0.6	7.7	190	200	205	212	215
4034S	30	0.55	7.7	190	201	205	212	215
4057S	25	0.7	7.7	190	200	205	212	215
4104S	25	0.7	7.7	190	200	205	212	215
4542S	16	0.71	7.8	170	175	185	195	200

فولادهای زنگ نزن کرم دار



خواص مغناطیسی	ضریب انبساط حرارتی میانگین بین 20 °C و 10 ⁻⁶ m/(m.K)					ظرفیت گرمایی ویژه در دمای 20 °C J/(kg.K)	مارک فولاد آیازی
	500	400	300	200	100		
مغناطیس	12	12	11.5	11	10.5	460	4006S
مغناطیس	11	10.5	10.5	10	10	460	4016S
مغناطیس	12	12	11.5	11	10.5	460	4021D
مغناطیس	12	12	11.5	11	10.5	460	4034S
مغناطیس	11	10.5	10.5	10.5	10	460	4057S
مغناطیس	11	10.5	10.5	10.5	10	460	4104S
مغناطیس	-	-	11.1	-	10.9	500	4542S



مارک فولاد آلیاژی	کاربرد
4006S	برای ساخت توربین، مصارف عمومی مهندسی، ساختمان موتورها در واحدهای آب شیرین کن، در ماشین آلات صنایع کاغذ، نساجی و لبنی، تجهیزات بیمارستانی، اتصالات آب و بخار، در ساخت وسایل آشپزخانه، کالاهای ورزشی، قطعات ساختمانی مورد استفاده در آب و بخار
4016S	تولید کارد و چنگال، صنایع مواد غذایی، تجهیزات تولید اسید نیتریک، صابون و صنایع پتروشیمی، دکوراسیون داخلی
4021D	تجهیزات غیر برشی جراحی، قطعات کمپرسور و پمپها، کالاهای ورزشی، ساختمان توربین بخار و توربینهای آبی، صفحات فشار دهنده در صنایع پلاستیک، چاقوهای (تیغه) ماشین برای قالی
4034S	چاقو، قیچی، چاقوهای ماشین، تیغههای تراش، قطعات ساختمانی مقاوم به سایش، برای تولید یاتاقانهای غلطکی، یاتاقانهای پلی، تجهیزات جراحی
4057S	صنایع مهندسی عمومی، ساختمان کشتی، ساختمان واحدها و تجهیزات به طور مثال برای کارخانههای تولید محصولات لبنی، کارخانههای تخمیر، تولید کاغذ و آहार زنی، قطعات کمپرسور
4104S	فولاد خوش تراش برای ساخت قسمت‌هایی که در معرض خوردگی در صنایع مهندسی عمومی قرار دارند و ساختمان تجهیزات در واحدهای تولید پیچ و مهره، فولاد خوش تراش برای پیچ و مهره
4542S	آلیاژی قابل رسوب سختی، فولاد مقاوم به خوردگی در صنایع مهندسی عمومی، ساختمان هواپیما و موشک، صفحات فشار دهنده در صنایع پلاستیک، پیچ و محورهای انتقال نیرو

فولادهای مقاوم به حرارت



مقایسه استانداردها			ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)							مارک فولاد آلیاژی
AFNOR	BS	DIN	عناصر دیگر	Al	Ni	Cr	Mn	Si	C	
(Z10CAS24)	-	1.4762 X10CrA124	-	1.5	-	23.8	0.5	1.2	Max. 0.1	4762S
Z15CNS20-12	-	1.4828 X15CrNiSi20-12	-	-	11.5	19.5	1.15	1.7	0.09	4828S
Z10CNS25-20 Z12CNS25-20	314 S 25 310 S 31	1.4841 X15CrNiSi25-20	-	-	19.8	24.8	1.15	1.7	0.08	4841S
~Z20NCS33-16	NA17	1.4864 X12NiCrSi36-16	-	-	35	19	0.75	1.75	0.1	4864S

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها					
	Bohler	JIS	AISI/ASTM SAE	UNE	SS	UNI
4762S	H100	-	446	-	-	-
4828S	H550	-	309 ~308	-	-	-
4841S	H525	SUH310	314	-	-	X16CrNiSi25-20
4864S	H520	SUH330	330	-	-	-

فولادهای مقاوم به حرارت



شرایط	ساختار بعد از عملیات حرارتی	درجه حرارت آنیل یا سخت گردانی °C و محیط سرد کردن	درجه حرارت کار گرم °C	مارک فولاد آلیاژی
آنیل شده	فریت	800-850 هوا ، آب	1100-750	4762S
سریع سرد شده	آستنیت	1050-1100 آب ، هوا	1150-800	4828S
سریع سرد شده	آستنیت	1050-1100 آب ، هوا	1150-800	4841S
سریع سرد شده	آستنیت	1050-1100 آب ، هوا	1150-800	4864S

* اطلاعات بر مبنای استاندارد SEW470 (02/1976) می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	حداقل درصد ازدیاد طول نسبی ($L_0=5d_0$)		استحکام کششی ⁽²⁾ N/mm ²	حداقل تنش تسلیم 0.2 درصد (N/mm ²)	حداکثر سختی ⁽¹⁾ HB	ابعاد mm
	عرضی	طولی				
4762S	7 ⁽⁵⁾	10 ⁽⁵⁾	520-720	280	223	5-15 ⁽³⁾ 0.5-7 ⁽⁴⁾
4828S	22 ⁽⁶⁾	30 ⁽⁶⁾	550-750	230	223	5-160 ⁽³⁾ 0.5-10 ⁽⁴⁾
4841S	22 ⁽⁶⁾	30 ⁽⁶⁾	550-800	230	223	5-160 ⁽³⁾ 0.5-10 ⁽⁴⁾
4864S	22 ⁽⁶⁾	30 ⁽⁶⁾	550-800	230	223	5-160 ⁽³⁾ 0.5-10 ⁽⁴⁾

- (۱) برای اهداف بازرسی معتبر نمی‌باشد.
(۲) استحکام کششی یک مشخصه قطعی می‌باشد.
(۳) مربوط به میلگرد (BAR)
(۴) مربوط به تسمه (Strip)
(۵) برای قطر ۳ تا ۷ میلیمتر صادق است.
(۶) برای قطر ۳ تا ۱۰ میلیمتر صادق است.

فولادهای مقاوم به حرارت



خواص در زمان طولانی و دمای بالا (مقادیر متوسط پراکندگی ها محاسبه شده است)						مارک فولاد آلیاژی
حد خزش Rp 1.0(N/mm ²) در درجه حرارت:					ساعت	
900 °C	800 °C	700 °C	600 °C	500 °C		
1.8 1 -	3.7 2.1 -	8.5 4.7 -	27.5 17.5 -	80 50 -	1000 10000 100000	4762S
8 4 -	20 10 -	50 25 -	120 80 -	- - -	1000 10000 100000	4828S
10 5.7 -	23 12 -	53 37 -	150 105 -	- - -	1000 10000 100000	4841S
12 5 -	25 15 -	50 35 -	105 80 -	- - -	1000 10000 100000	4864S



مارک فولاد آلیاژی	خواص در زمان طولانی و دمای بالا (مقادیر متوسط پراکندگی ها محاسبه شده است)					
	استحکام پارگی خزش در (N/mm^2) در درجه حرارت:					ساعت
	900 °C	800 °C	700 °C	600 °C	500 °C	
4762S	3.6	7.5	17	55	160	1000
	1.9	4.3	9.5	35	100	10000
	1	2.3	5	20	55	100000
4828S	15	35	75	190	-	1000
	8.5	18	36	120	-	10000
	3	7/5	16	65	-	100000
4841S	15	35	80	230	-	1000
	8.5	18	40	160	-	10000
	3	7	18	80	-	100000
4864S	15	35	75	180	-	1000
	89	20	45	125	-	10000
	3	7	25	75	-	100000

فولادهای مقاوم به حرارت



خواص فیزیکی (مقادیر متوسط) در درجه حرارت محیط									مارک فولاد آلیاژی
هدایت حرارتی W/(m.K)		مقاومت الکتریکی Ohm.mm ² /m	دانسیته kg/dm ³	مدول الاستیسیته (10 ³ N/mm ²) در درجه حرارت (1)					
500 °C	20 °C			800 °C	600 °C	400 °C	200 °C	20 °C	
23	17	1.1	7.7	-	172	192	208	220	4762S
21	15	0.85	7.9	134	150	166	182	196	4828S
19	14	0.9	7.9	134	150	166	182	196	4841S
19	13	1	8	141	156	170	183	196	4864S

۱ - بر اساس استاندارد SEW310 (08/1992) می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	خواص فیزیکی (مقادیر متوسط) در درجه حرارت محیط						
	خواص مغناطیسی	ضریب انبساط حرارتی میانگین بین 20 °C و 10 ⁻⁶ m/(m.K)					ظرفیت گرمایی ویژه J/(kg.K)
		1000 °C	800 °C	600 °C	400 °C	200 °C	
4762S	مغناطیسی	13.5	12.5	12	11.5	10.5	450
4828S	غیر مغناطیسی	19.5	18.5	18	17.5	16.5	500
4841S	غیر مغناطیسی	19	18	17.5	17	15.5	500
4864S	غیر مغناطیسی	18.5	17.5	17	16	15	500

فولادهای مقاوم به حرارت



خطرات تردی برای کار مداوم در محدوده‌های دمایی زیر ^(۱) :		حداکثر دمای کاری در هوا °C	مارک فولاد آلیاژی
درشت شدن دانه‌ها بالای 950 °C	تشکیل فاز سیگما 600-850 °C		
کم	زیاد	1150	4762S
به هیچ وجه	کم	1000	4828S
به هیچ وجه	کم تا زیاد	1150	4841S
به هیچ وجه	به هیچ وجه	1100	4864S

۱ - فولادهای فریتی و فریتی - آستنیتی با میزان کرم بالا (بیشتر از تقریباً ۱۸ درصد) نیز تمایل به تردی °C ۴۷۵ (در محدوده دمایی °C ۵۵۰-۴۰۰) از خود نشان می‌دهد.



مارک فولاد آلیاژی	مقاومت به :			
	کربوره شدن ⁽¹⁾	گازهای نیتروژنی و کم اکسیژن	گازهای سولفوری	
			احیاء کننده	اکسیدکننده
4762S	متوسط	پائین	بالا	خیلی بالا
4828S	پائین	بالا	پائین	متوسط
4841S	پائین	بالا	خیلی پائین	پائین
4864S	متوسط	بالا	خیلی پائین	متوسط

۱ - دمای بالای ۹۰۰ °C

فولادهای مقاوم به حرارت



کاربرد	مارک فولاد آلیاژی
تجهیزات کارگاه‌های عملیات حرارتی آنیل کردن و سخت‌گردانی: جعبه‌ها، بوته‌ها، موفل‌ها، تابه‌ها و لوله‌ها برای هر نوع عملیات حرارتی میله‌ها و صفحات گرم‌کننده	4762S
ساخت کوره و دیگ‌های بخار: اجاق‌ها و قطعات اجاق، اتصالات، تجهیزات تسمه نقاله، میله‌های نگهدارنده و گام بردار، ریل‌ها، پیستون‌ها، غلطک‌های محوری، درب‌ها، سرسره‌ها، محفظه‌ها، مبدل‌ها، فن‌ها، آویزهای گرم‌کننده، بست لوله‌ها، لوله‌های دمنده دود	4828S
کاربردهای عمومی مهندسی: میله‌های اجاق‌ها، شیرها و محورها، بازوهای هم‌زننده و دندانه‌ها، لوله‌های محافظ ترموکوپل‌ها، اتصالات، بشکه‌ها، پیچ و مهره‌ها، میخ پرچ‌ها صنایع نفت: قطعات لوله‌ای	4841S
صنایع شیشه، چینی، لعابکاری، سیمان و سرامیک نازل‌های مشعل، رینگ‌ها، قطعات و دیگر قسمت‌های کوره‌های دوار	4864S



شرکت فولاد آلیاژی ایران
IRAN ALLOY STEEL CO.



شرکت فولاد آلیاژی ایران
IRAN ALLOY STEEL CO.



مقایسه استانداردها		ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)							مارک فولاد آلیاژی
BS	DIN	عناصر دیگر	Al	Ni	Cr	Mn	Si	C	
~ 401 S 45 (En52)	1.4718 X45CrSi 9-3	-	-	-	9.1	0.3	3	0.46	4718S
~349 S 52 ~349 S 54 (21/4N)	1.4871 X53CrMnNiN21-9	N=0.45	-	3.6	20.8	8.8	0.13	0.53	4871S
-	1.4873 X45CrNiW18-9	W=1.0	-	9	18	1.2	2.5	0.43	4873S

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.



مارک فولاد آلیاژی	مقایسه استانداردها					
	Bohler	JIS	AISI/ASTM SAE	UNE	SS	UNI
4718S	H700	SUH 1	HNV3	F.3220	-	X45CrSi8
4871S	H850	SUH 35	EV8	F.3217	-	X53CrMnNiN21 9
4873S	H800	SUH 31	-	F.3211	-	X45CrNiW18 9



وضعیت تولید شده	درجه حرارت تمپر °C	درجه حرارت سخت گردانی یا آنیل محلولی °C و محیط سرد کردن	درجه حرارت آنیل °C	درجه حرارت شکل دهی °C گرم	مارک فولاد آلیاژی
آنیل شده	720-820	1000-1050 روغن	780-820	1100-900	4718S
سخت گردانی و تمپر شده					
در معرض خنک کردن کنترل شده ⁽¹⁾	760-815	1140-1180 آب	-	1150-950	4871S
سریع سرد شده از دمای 1000-1100°C					
در معرض خنک کردن کنترل شده ⁽¹⁾	700-750	1000-1050 آب	-	1100-900	4873S
سریع سرد شده از دمای 1000-1050°C					

* مشخصات طبق استاندارد DIN EN 10090 (05/1998) می باشد.

۱ - این شرایط برای فرایند بعد از اکستروژن گرم مناسب است.



مارک فولاد آلیاژی	شرایط	ساختار بعد از عملیات حرارتی	استحکام کششی N/mm ²	سختی HB
4718S	سخت گردانی و تمپر شده	مارتنزیت تمپر شده + کاربید	Max. 1100	Max. 300
				Max. 325
4871S	رسوب سختی	آستنیت + کاربید + نیتريد	~ 1300	~ 385
			Max. 1300	Max. 385
4873S	آنیل محلولی	آستنیت + کاربید	~ 1300	~ 385
			Max. 1300	Max. 385



خواص مکانیکی (برای قطرهای تا ۴۰ میلیمتر) در درجه حرارت محیط (نمونه طولی)					مارک فولاد آلیاژی
حداقل درصد کاهش سطح مقطع	حداقل درصد ازدیاد طول نسبی ($L_0=5d_0$)	استحکام کششی (N/mm^2)	حداقل تنش تسلیم 0.2 درصد (N/mm^2)	سختی	
40	14	900-1100	700	266-325 HB	4718S
10	8	950-1200	580	Min. 30 HRC	4871S
35	25	800-1000	380	-	4873S



مارک فولاد آلیاژی	استحکام در دمای بالا (مقادیر متوسط) (N/mm ²) ⁽¹⁾ در دمای ...						
	800 °C	750 °C	700 °C	650 °C	600 °C	550 °C	500 °C
4718S	-	-	110	170	250	360	500
4871S	300	370	450	500	550	600	650
4873S	180	270	350	410	500	550	600

۱ - بعد از فرآیند سخت گردانی و تمپر کردن



خواص فیزیکی (مقادیر متوسط) در درجه حرارت محیط				مارک فولاد آلیاژی
هدایت حرارتی W/(m.K)	مقاومت الکتریکی Ohm.mm ² /m	مدول الاستیسیته (10 ³ N/mm ²)	دانسیتة kg/dm ³	
21	0.9	210	7.7	4718S
14.5	0.79	205	7.8	4871S
14.5	0.88	205	7.9	4873S



مارک فولاد آلیاژی	خواص فیزیکی (مقادیر متوسط) در درجه حرارت محیط					
	خواص مغناطیسی	ضریب انبساط حرارتی میانگین بین 20 °C و 10 ⁻⁶ m/(m.K)				ظرفیت گرمایی ویژه J/(kg.K)
		100 °C	300 °C	500 °C	700 °C	
4718S	مغناطیسی	10.9	11.2	11.5	11.8	500
4871S	غیرمغناطیسی ⁽¹⁾	15.5	17.5	18.5	18.8	500
4873S	غیرمغناطیسی ⁽²⁾	15.5	17.5	18.2	18.6	500

۱ - درحالت سخت گردانی می تواند مغناطیس ملایم باشد.

۲ - ممکن است خواص مغناطیسی با کار سرد افزایش یابد.



کاربرد	مارک فولاد آلیاژی
سوپاپ‌های خروجی در موتورهای کاربراتور و دیزلی گرم کار	4718S
سوپاپ‌های خروجی برای تنش‌های بالا در موتورهای هواپیما و مسابقه	4871S
سوپاپ‌های ورودی و مخازن بخار تحت تنش بالا	4873S



انحراف مجاز بین آنالیز محصول و محدوده‌ی مشخص شده‌ی مجاز برای آنالیز ذوب ^(۱)		
انحراف مجاز ^(۲)	محدوده‌ی مجاز آنالیز ذوب	عنصر
± 0.01 ± 0.02 ± 0.03	< 0.20 ≥ 0.20 < 0.60 ≥ 0.60 ≤ 0.90	C
± 0.05 ± 0.10	≤ 1.00 > 1.00 ≤ 3.30	Si
± 0.03 ± 0.04 ± 0.06	< 1.00 ≥ 1.00 ≤ 2.00 > 2.00 ≤ 10.00	Mn
$+ 0.005$ $+ 0.010$	≤ 0.04 > 0.04 ≤ 0.045	P
$+ 0.005$	≤ 0.030	S
± 0.02	≤ 0.60	N
± 0.10 ± 0.15 ± 0.20 ± 0.25	≥ 8.00 ≤ 10.00 > 10.00 ≤ 15.00 > 15.00 ≤ 20.00 > 20.00 ≤ 24.00	Cr
± 0.05 ± 0.10	< 1.75 ≥ 1.75 ≤ 2.5	Mo
± 0.05	≥ 1.8 ≤ 3.0	Nb (+Ta)
± 0.07 ± 0.10	< 5.00 ≥ 5.00 ≤ 9.00	Ni
± 0.03	≥ 0.30 ≤ 0.60	V
± 0.05	≤ 1.50	W

(۱) محدوده‌ی مشخص شده‌ی مجاز برای آنالیز ذوب، بر اساس استاندارد مربوط به گرید و یا درخواست مشتری می‌باشد.
(۲) $\pm$ به معنای این است که در یک ذوب، انحراف ممکن است بالاتر از محدوده‌ی بالایی یا پایین‌تر از محدوده‌ی پایینی اتفاق بیفتد، ولی همزمانی هر دو حالت برای یک ذوب مجاز نمی‌باشد.

فولادهای میکرو آلیاژ



ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)					مقایسه استانداردها	مارک فولاد آلیاژی
S	P	Mn	Si	C		
Max. 0.03	Max. 0.03	1	0.25	0.41	MCB240H	9029I
0.038	Max. 0.038	1.4	0.58	0.38	DBL 4028 38MnVS5	9035I
0.077	Max. 0.025	1.5	0.6	0.32	B531335 30MSV6	1302P
Max. 0.025	Max. 0.025	0.75	Max. 0.3	0.27	28B2	5510D
0.050	Max. 0.040	0.75	0.15	0.38	10B38	5515A
Max. 0.030	Max. 0.030	0.95	Max.0.1	0.2	10B21 19MnB4	5523I
Max. 0.025	Max. 0.025	0.9	0.25	0.3	F30B	5526I
0.025	Max. 0.035	1.25	0.25	0.35	38MnB5	5532P

توجه: مطابقت گریدهای فولاد آلیاژی با مواد استاندارد به ترتیب بیشترین مشابهت می باشد.
* در این بخش به منظور آشنایی بیشتر به ذکر ترکیب شیمیایی فولادهای گروه میکرو آلیاژ اکتفا شده است.



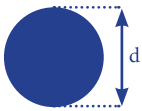
مارک فولاد آلیاژی	ترکیب شیمیایی (درصد متوسط وزنی)					
	عناصر دیگر	Al	V	Ni	Mo	Cr
9029I	B=0.002	-	-	Max. 0.25	-	0.50
9035I	N≤0.03	0.02	0.10	Max. 0.20	Max. 0.10	0.15
1302P	Ti=0.020 N:Min.120ppm	0.025	0.11	Max. 0.17	Max. 0.06	Max. 0.25
5510D	B=0.0025	-	-	-	-	Max. 0.30
5515A	B=0.0017	-	-	-	-	-
5523I	B=0.0025	-	-	-	-	Max. 0.20
5526I	B=0.0025	-	-	-	-	0.15
5532P	B=0.0025	-	-	-	-	-



شرکت فولاد آلیاژی ایران
IRAN ALLOY STEEL CO.



پیوست



استاندارد ابعادی میلگردهای نورد گرم شده (کاربرد عمومی) DIN EN 10060 (2004)⁽¹⁾

۱- قطر، تلرانس، سطح مقطع و وزن واحد طول

وزن kg/m	سطح مقطع cm ²	تلرانس نرمال	قطر ⁽²⁾ mm		وزن kg/m	سطح مقطع cm ²	تلرانس نرمال	قطر ⁽²⁾ mm	
			سری B	سری A				سری B	سری A
7.6	21.2	±1		52	0.62	0.79	±0.4		10
17.3	22.1		53		0.888	1.13			12
18.7	23.8			55	1.04	1.33		13	
22.2	28.3			60	1.21	1.54			14
24.5	31.2		63		1.39	1.77		15	
26	33.2			65	1.58	2.01			16
30.2	38.5			70	1.78	2.27		17	
34.7	44.2			75	2	2.54			18
39.5	50.3			80	2.23	2.84		19	
44.5	56.7			85	2.47	3.14			20
49.9	63.6	±1.3		90	2.72	3.46	±0.5	21	
55.6	70.9		95		2.98	3.8			22
61.7	78.5	±1.5		100	3.26	4.15		23	
68	86.6			105	3.55	4.54			24
74.6	95			110	3.85	4.91			25
81.5	104			115	7.14	5.31	±0.6	26	
88.8	113			120	4.49	5.37			27
96	123	±2		125	4.83	6.16			28
104	133			130	5.55	7.07			30
112	143			135	5.92	7.55			31
121	154			140	6.31	8.04			32
130	۱۶۵			145	7.13	9.08		34	
139	177			150	7.55	9.62	±0.8		35
148	189			155	7.99	10.2		36	
158	201	±2.5		160	8.44	10.8			37
168	214			165	8.9	11.3			38
178	227			170	9.86	12.6			40
189	241			175	10.9	13.9			42
200	254			180	11.9	15.2			44
210	268			185	12.5	15.9			45
223	284			190	13.6	17.3		47	
232	298			195	14.2	18.1		48	
247	314			200	15.4	19.6			50

۱ - استاندارد حاضر جایگزین استاندارد قدیمی DIN 1013 (1976) شده است.

۲ - قطرهای موجود در سری A ارجح می باشند. میلگرد با قطرهای سری B وقتی سفارش داده می شود که امکان استفاده از قطرهای سری A وجود نداشته باشد.

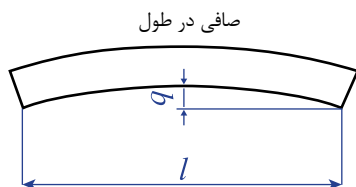


۲- میزان مجاز بیضی شکل بودن (Ovality)

تفاوت بین بزرگترین و کوچکترین قطر اندازه گیری شده در سطح مقطع نباید بیش از ۷۵ درصد کل تolerانس ذکر شده برای قطر مورد نظر باشد. (برای مثال: مقدار مجاز بیضی شکل بودن برای قطر ۲۰ میلیمتر ماکزیمم ۰/۷۵ میلیمتر می باشد).

۳- میزان صافی در طول (Straightness)

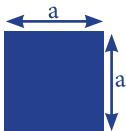
مقادیر اسمی قطر (d) mm	حداکثر انحراف مجاز صافی در طول (q) mm
$d \leq 25$	تعریف نشده
$25 < d \leq 80$	$0.004 \times L$
$80 < d \leq 200$	$0.0025 \times L$





استاندارد ابعادی چهار گوش های نورد گرم شده (کاربرد عمومی)

DIN 1014 (1978)



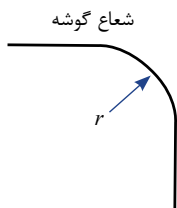
۱- ابعاد، تلرانس، سطح مقطع و وزن واحد طول

وزن kg/m	سطح مقطع cm^2	تلرانس	طول ضلع $\text{mm}^{(1)}$	
			سری B	سری A
12.6	16	± 0.8		40
15.9	20.3		45	
19.6	25			50
23.7	30.3	± 1	55	
28.3	36			60
33.2	42.3		65	
38.5	49			70
50.2	64			80
63.3	81	± 1.3	90	
78.5	100			100
95	121	± 1.5	110	
113	144		120	

۱- چهار گوش ها با طول ضلع سری B وقتی سفارش داده می شود که امکان استفاده از ابعاد سری A وجود نداشته باشند.

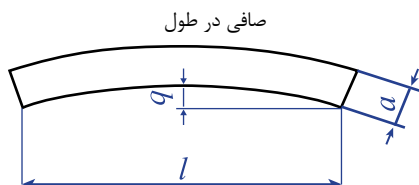


۲- شعاع گوشه (Corner radius)



اندازه اسمی (a) mm	میزان مجاز شعاع گوشه (r) mm
$40 \leq a \leq 50$	$r \leq 2.5$
$50 < a \leq 100$	$r \leq 3$
$100 < a \leq 120$	$r \leq 4$

۳- میزان صافی در طول (Straightness)

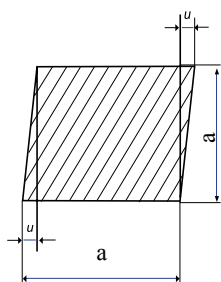


مقادیر اسمی (a) mm	حداکثر انحراف مجاز صافی در طول (q) mm
$40 \leq a \leq 80$	$0.004 \times L$
$80 < a \leq 120$	$0.0025 \times L$

۴- پیچش (Twist)

مقادیر اسمی ضلع (a) mm	تولانس
$40 \leq a \leq 50$	$3^\circ/\text{m}$ حداکثر 18°
$50 < a \leq 120$	$3^\circ/\text{m}$ حداکثر 15°

انحراف از چهارگوشی (u)



۵- انحراف از چهارگوشی (Out of squareness)^(۱)

مقادیر اسمی ضلع (a) mm	تولانس mm
$a \leq 50$	1.5
$50 < a \leq 75$	2.25
$75 < a \leq 100$	3.00
$100 < a \leq 120$	4.50

(۱) مطابق با استاندارد DIN EN 10059(2003) می باشد.



استاندارد ابعادی تسمه های نورد گرم شده (کاربرد عمومی)

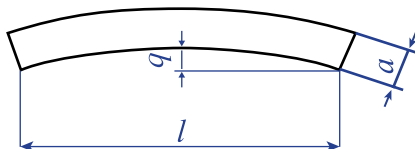
DIN 1017 (1967)

۱- ابعاد تلرانس (mm) و وزن واحد طول (kg/m)

عرض	ضخامت	5	6	6.5	7	8	9	10	11	12	13
عرض	تلرانس										
20	±0.75	0.79	0.94	1.02	1.1	1.26	1.41	1.57	-	1.88	2.04
22		0.84	1.04	1.12	1.21	1.38	-	1.73	1.9	2.07	2.25
25		0.98	1.18	1.28	1.37	1.57	-	1.96	-	2.36	2.55
26		1.02	1.22	1.33	1.43	1.63	-	2.04	-	2.45	2.65
28		1.1	1.32	1.43	1.54	1.76	-	2.2	-	2.64	2.86
30		1.18	1.41	1.53	1.65	1.88	2.12	2.36	-	2.83	3.06
32		1.26	1.51	1.63	-	2.01	-	2.51	-	3.01	3.27
35	±1	1.37	1.65	1.79	1.92	2.2	-	2.75	-	3.3	3.57
38		1.49	1.79	1.94	-	2.39	-	2.98	-	3.58	3.88
40		1.57	1.88	2.04	2.2	2.51	2.83	3.14	-	3.77	4.08
45		1.77	2.12	2.3	2.47	2.83	-	3.53	-	4.24	4.59
50		1.96	2.36	2.55	2.75	3.14	3.53	3.93	-	4.71	5.1
55		2.16	2.59	2.81	-	3.45	-	4.32	-	5.18	5.61
60		2.36	2.83	3.06	3.3	3.77	4.24	4.71	-	6.65	6.12
65		2.55	3.06	3.32	-	4.08	4.59	5.1	-	6.12	6.63
70		2.75	3.3	3.57	3.85	4.4	-	5.5	-	6.59	7.14
75		2.94	3.53	3.83	-	4.71	-	5.89	-	7.07	7.65
80	±1.5	3.14	3.77	4.08	4.4	5.02	-	6.28	6.91	7.54	8.16
90		3.53	4.24	4.59	-	5.65	6.36	7.07	7.77	8.48	9.18
100		3.93	4.71	5.1	5.1	6.28	-	7.85	8.64	9.42	10.2
110	±2	-	-	-	-	6.91	7.77	8.64	9.5	10.4	11.2
120		-	-	-	-	7.54	-	9.42	10.4	11.3	12.2
130	±2.5	-	-	-	-	8.16	9.18	10.2	11.25	12.2	13.3
140		-	-	-	-	8.79	-	11	-	13.2	-
150		-	-	-	-	9.42	-	11.8	13	14.1	15.3

۲- میزان صافی در طول (Straightness)

حد اکثر انحراف مجاز از صافی (q)	سطح مقطع (mm ²)	
	تا	بالای
$0.004 \times L$	<1000	-
$0.0025 \times L$	-	≥1000

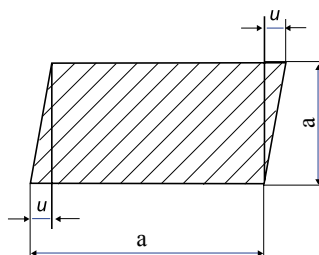




60	50	40	35	30	25	22	20	18	17	16	15	14
±1.5		±1					±0.5					
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.36	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.94	-	2.59	2.42
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.14	2.94	2.75
-	-	-	-	-	-	-	4.08	3.67	-	3.27	3.06	2.86
-	-	-	-	-	-	-	-	3.96	-	3.52	-	3.08
-	-	-	-	-	5.89	5.18	4.71	4.24	-	3.77	3.53	3.3
-	-	-	-	-	6.28	5.53	5.02	-	-	4.02	3.77	3.52
-	-	-	-	-	6.87	6.04	5.5	4.95	-	4.4	4.12	3.85
-	-	-	-	-	7.46	6.56	5.97	-	-	4.77	4.47	4.18
-	-	-	-	9.42	7.85	6.91	6.28	5.65	-	5.02	4.71	4.4
-	-	-	-	10.6	8.83	7.77	7.07	-	-	5.65	5.3	4.95
-	-	15.7	-	11.8	9.81	8.64	7.85	7.07	-	6.28	5.89	5.5
-	-	-	-	13	10.8	9.5	8.64	7.77	-	6.91	6.48	6.04
-	23.6	18.8	16.5	14.1	11.8	10.4	9.42	8.48	-	7.54	7.07	-
-	-	20.4	-	15.3	12.8	11.2	10.2	-	-	8.16	7.65	-
-	27.5	22	19.2	16.5	13.7	12.1	11	9.89	-	8.79	8.24	-
35.3	-	23.6	20.6	17.7	14.7	-	11.8	-	-	9.42	8.83	-
37.7	31.4	25.1	22	18.8	15.7	-	12.6	-	-	10	9.42	-
42.4	35.3	28.3	-	21.2	17.7	-	14.1	12.7	-	11.3	10.6	-
47.1	39.3	31.4	-	23.6	19.6	-	15.7	-	-	12.6	11.8	11
-	43.2	34.5	-	25.9	21.6	-	17.3	-	-	13.8	13	12.1
56.5	47.1	37.7	-	28.3	23.6	-	18.8	-	-	15.1	14.1	-
-	51	40.8	-	30.6	25.5	-	20.4	-	-	16.3	15.3	14.3
-	55	44	38.5	33	27.5	-	22	-	-	17.6	16.5	-
70.7	58.9	47.1	-	35.3	29.4	-	23.6	-	-	18.8	17.7	16.5

۳- انحراف از چهارگوشی (Out of squareness)^(۱)

ضخامت (t)	انحراف مجاز u
$10 \leq t \leq 25$	0.5 mm
$25 < t \leq 40$	1 mm
$40 < t \leq 60$	1.5 mm



(۱) مطابق با استاندارد DIN EN 10058(2004) می باشد.



استاندارد ابعادی تسمه‌های نورد گرم شده بایله گرد (برای ساخت فنر) DIN 4620 (1992)

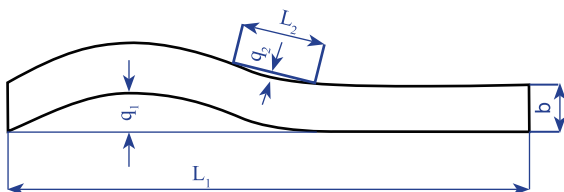


۱- شعاع گوشه $r \approx 20 \text{ mm}$

۲- ابعاد و تolerانس روی عرض و ضخامت (mm)

اختلاف مجاز در ضخامت	تولرانس روی ضخامت برای یک ضخامت اسمی (t)			تولرانس روی عرض	عرض اسمی (b)
	>18	>12 ≤18	≤12		
0.10	±0.25	±0.20	±0.15	±0.3	≥35 ≤50
0.15	±0.25	±0.20	±0.15	±0.5	>50 ≤80
0.20	±0.30	±0.25	±0.20	±0.6	>80 ≤100
0.20	±0.30	±0.30	±0.20	±0.7	>100 ≤120
0.20	±0.30	±0.30	±0.25	±1.0	>120 ≤140

۳- میزان صافی در طول (Straightness)



تولرانس روی صافی باید $L_1 \times 0.002$ برای q_1 و ۲ میلیمتر برای q_2 باشد.



استاندارد ابعادی تسمه های نورد گرم شده بالبه نیم دایره ای (برای فنرهای تخت)
DIN 59145 (1985)

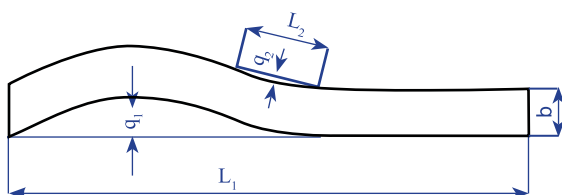


۱- شعاع گوشه $r \approx \frac{t}{2}$

۲- ابعاد و تolerانس روی عرض و ضخامت (mm)

اختلاف مجاز در ضخامت	تولرانس روی ضخامت برای یک ضخامت اسمی (t)			تولرانس روی عرض	عرض اسمی (b)
	>18	>12 ≤18	≤12		
0.10	-	±0.20	±0.15	±0.3	≥40 ≤50
0.10	±0.25	±0.20	±0.15	±0.5	>50 ≤80
0.10	±0.30	±0.25	±0.20	±0.6	>80 ≤100
0.15	±0.30	±0.30	±0.20	±0.7	>100 ≤120

۳- میزان صافی در طول (Straightness)



تولرانس روی صافی باید $0.02 \times L_1$ برای q_1 و ۲ میلیمتر برای q_2 باشد.



استاندارد ابعادی فولادهای براق

DIN EN 10278 (1999)

محدوده‌ی تolerانس ابعادی (mm)

h9	h10	h11	قطر اسمی	
			تا	بالای
0 -0.043	0 -0.070	0 -0.110	18	10
0 -0.052	0 -0.084	0 -0.130	30	18
0 -0.062	0 -0.100	0 -0.160	50	30
0 -0.074	0 -0.120	0 -0.190	80	50
0 -0.087	0 -0.140	0 -0.220	120	80

(۱) استاندارد DIN EN 10278 جایگزین استانداردهای DIN 668 و DIN 671 شده است.



دیاگرام تعادلی آهن - کربن

دیاگرام تعادلی آهن - کربن فازهای موجود در فولاد را، تحت شرایط گرم و سرد شدن خیلی آهسته (تعادلی) برای درجه حرارت‌ها و مقادیر مختلف کربن نشان می‌دهد (مابع L ، فاز δ ، فاز α ، فاز γ و سمنتیت). این دیاگرام جهت مطالعه و بررسی روش‌های مختلف عملیات حرارتی به کار می‌رود ولی از آنجایی که بیشتر فولادها دارای عناصر آلیاژی دیگری نیز می‌باشند و این عناصر موقعیت مرز بین مناطق فازی را نسبت به فولادهای ساده کربنی تغییر می‌دهند، دیاگرام مذکور فقط به عنوان یک راهنما مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فاز آلفا (α):

فاز آلفا و یا فریت دارای شبکه کریستالی مکعب مرکزدار (bcc) بوده و پارامتر شبکه آن در درجه حرارت اتاق ۲/۸۶ انگستروم می‌باشد.

فاز گاما (γ):

فاز گاما و یا آستنیت دارای شبکه کریستالی مکعب با وجوه مرکزدار (fcc) بوده و پارامتر شبکه آن ۳/۵۶ انگستروم می‌باشد.

باتوجه به اینکه دانسیته فاز گاما بیشتر از فاز آلفا است تبدیل فاز گاما به فاز آلفا توأم با افزایش حجم می‌باشد.

فاز دلتا (δ):

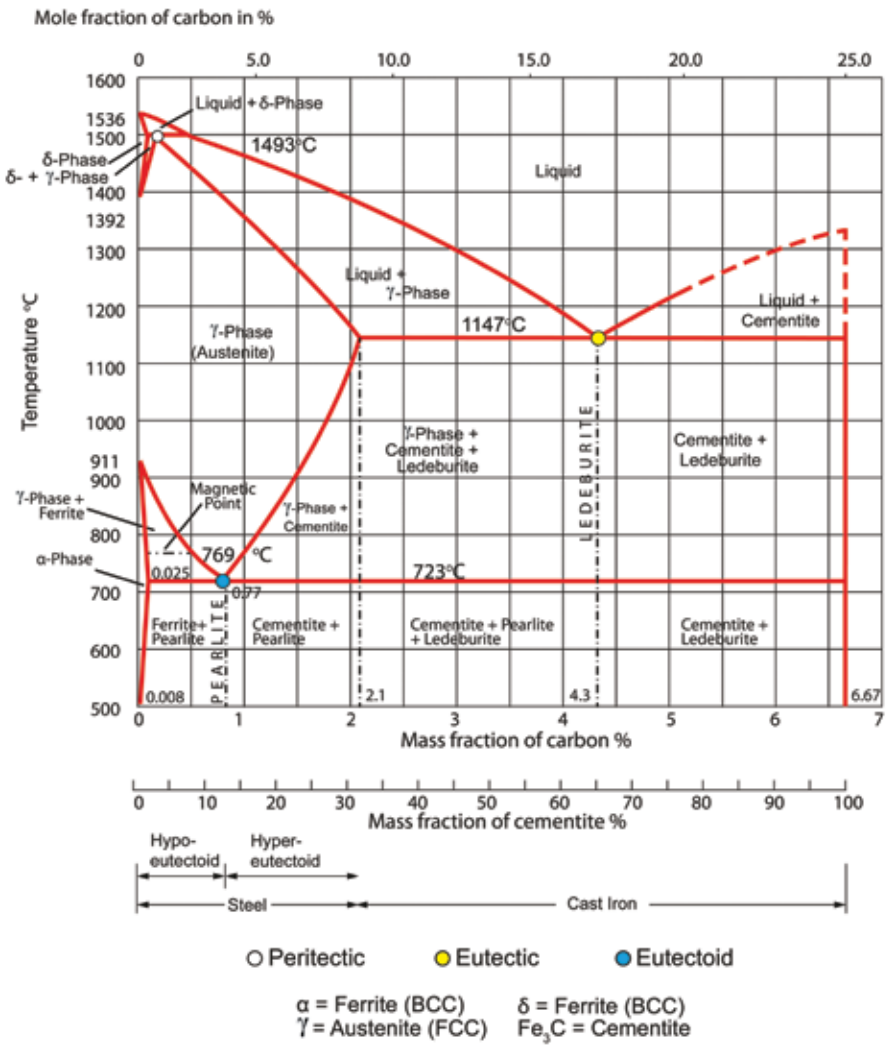
فاز دلتا دارای شبکه کریستالی مکعب مرکزدار (bcc) بوده و افزایش حجم تبدیل فاز گاما به این فاز برابر افزایش حجم تبدیل فاز گاما به فاز آلفا می‌باشد.

فاز سمنتیت (Fe_3C):

فاز سمنتیت بسته به زمان تشکیل، با دو عنوان سمنتیت اولیه یا سمنتیت ثانویه نام گذاری می‌شود. شرایط ویژه و نحوه قرارگیری فازهای مختلف منجر به شکل‌گیری ساختارهایی با نام‌های ویژه می‌شود از قبیل: پرلیت (فریت + سمنتیت) و لدبوریت (آستنیت + سمنتیت یا فاز α + سمنتیت).



دیاگرام تعادلی آهن - کربن





عناصر آلیاژی در فولادهای مخصوص

عناصر آلیاژی بر حسب اینکه کاربیدزا، پایدار کننده فریت و یا پایدار کننده آستنیت باشند و همچنین بر اساس خواصی که به خاطر آن خواص به فولاد اضافه می شوند، طبقه بندی می گردند. هر عنصر بسته به مقدارش خواص معینی در فولاد ایجاد می کند. حضور چند عنصر با یکدیگر در فولاد می تواند باعث تقویت اثرات آنها شده و تأثیر بیشتری ایجاد نماید یا برعکس ممکن است اثرات آنها روی یک خاصیت معین فولاد همسو نبوده و در نتیجه اثرات یکدیگر را خنثی نمایند. حضور عناصر آلیاژی در فولاد، پیش شرط لازم برای حصول خواص مورد نظر می باشد. این خواص ممکن است تا موقعی که فرآیند و عملیات حرارتی مناسب روی فولاد انجام نپذیرد، حاصل نگردند.

اثرات عمده عناصر آلیاژی و عناصر دیگری که در فولاد وجود دارند به شرح زیر می باشد:

آلومینیوم - Al

قویترین اکسیژن زدا بوده و عمومی ترین کاربرد آن اکسیژن زدایی و همچنین نیتروژن زدایی می باشد. در نتیجه تأثیر عالی بر مقاومت در برابر پیرسختی داشته و در مقادیر کم موجب ریزدانه گی و مانع از رشد دانه ها می شود. چون آلومینیوم با نیتروژن تشکیل نیتروژن خیلی سخت می دهد، لذا در اکثر موارد عنصر آلیاژی در فولادهای نیتروژن شونده می باشد. آلومینیوم باعث بهبود مقاومت در برابر پوسته شدن در دماهای بالا می شود و اغلب به فولادهای فریتی مقاوم در برابر حرارت اضافه می شود. در مورد فولادهای کربنی غیر آلیاژی، مقاومت در برابر پوسته شدن را می توان با آلومینیوم کاری (نفوذ آلومینیوم در سطح) بالا برد. آلومینیوم منطقه پایداری فاز گاما را به شدت محدود می کند. چون آلومینیوم باعث افزایش نیروی پس ماندزدائی (مغناطیسی) می شود لذا در آلیاژهای مغناطیس دائم آهن- نیکل - کبالت - آلومینیوم مورد استفاده قرار می گیرد.

آنتیموان - Sb

عنصری نامطلوب در فولاد تلقی می گردد. چقرمگی را به نحو قابل ملاحظه ای کاهش می دهد و محدوده ی پایداری فاز گاما را محدود می کند.

آرسنیک - As

به طور کلی باعث محدود شدن منطقه گاما شده و یک عنصر مضر در فولاد می باشد، زیرا مشابه فسفر تمایل شدیدی به جدایش دارد و این جدایش با انجام عملیات همگن سازی حذف می شود ولی همگن سازی این عنصر مشکل تر از فسفر است. به علاوه باعث افزایش تردی تمپر شده و کاهش شدید چقرمگی را به همراه دارد و همچنین قابلیت جوشکاری را کاهش می دهد.



بریلیم - Be

بریلیم اساساً محدودکننده‌ی منطقه گاما می باشد. اضافه نمودن بریلیم ممکن است باعث بروز رسوب سختی شود، ولی چقرمگی در اثر این عمل پائین می آید. این عنصر خاصیت اکسیژن زدایی قوی دارد و همچنین میل ترکیبی قابل ملاحظه‌ای با گوگرد دارد. این عنصر تا به حال به ندرت در فولاد مورد استفاده قرار گرفته است.

بُر - B

چون بُر دارای سطح مقطع جذب نوترونی بالایی است به همین دلیل در فولاد مورد استفاده در کنترل کننده‌ها و محافظ‌های تأسیسات انرژی اتمی به کار می رود. فولادهای زنگ نزن آستنیتی $18Cr/8Ni$ را می توان با استفاده از بُر به وسیله رسوب سختی به نقطه تسلیم بالاتری رساند، ولی همزمان مقاومت خوردگی کاهش خواهد یافت. رسوبات ایجاد شده به واسطه بُر، خواص مکانیکی فولادهای مقاوم به خزش آستنیتی را در دمای بالا افزایش می دهد. در فولادهای ماشین سازی، این عنصر باعث بهبود عمق سختی شده و در نتیجه موجب افزایش استحکام مغز فولادهای سخت شونده سطحی می گردد. بُر در فولادهای آلیاژی کاهش قابلیت جوشکاری را در پی دارد.

کلسیم - Ca

به همراه سیلیسیم به صورت سیم سیلیسیم-کلسیم در اکسیژن زدایی فولاد به کار می رود و همچنین مقاومت در برابر پوسته شدن مواد هادی حرارت را بهبود می بخشد.

کربن - C

کربن عنصر جدایی ناپذیر در فولاد می باشد، بنابراین به عنوان عنصر آلیاژی در فولاد قلمداد نمی شود. کربن مهم ترین عنصر در فولاد می باشد و تأثیر شدیدی روی خواص آن دارد. با افزایش میزان کربن، استحکام و سختی پذیری فولاد زیاد می شود، ولی خواص انعطاف پذیری، شکل پذیری، جوشکاری و ماشینکاری کاهش می یابد. کربن اساساً هیچگونه تأثیری بر مقاومت خوردگی فولاد در آب، اسیدها و گازهای داغ ندارد. در فولادهای آلیاژی و غیر آلیاژی با تغییر درصد کربن (از چند صدم تا ۲ درصد) خواص در محدوده‌ی وسیعی تغییر خواهد کرد که البته با عملیات حرارتی متناسب محقق خواهد شد.

سرمیم - Ce

این عنصر معمولاً همراه با لانتانیم، نئودیموم، پراسدیموم و دیگر فلزات خاکی اندک، میش متال، استفاده می شود. همچنین به دلیل قابلیت اکسیژن زدایی و تسهیل سولفورزدایی، اثر تصفیه کنندگی نیز دارد. سرمیم باعث



بهبود عملیات کار گرم فولادهای پرآلیاژ و همچنین مقاومت در برابر پوسته شدن فولادهای مقاوم در برابر حرارت می شود. آلیاژهای Fe-Ce با تقریباً ۷۰ درصد سریم دارای خاصیت جرقه زن هستند (Spark metals).

کرم - Cr

کرم قابلیت سخت شدن فولاد در هوا و روغن را برای فولاد ایجاد می کند. با کاهش سرعت سرد کردن بحرانی برای تشکیل مارتنزیت، سختی پذیری افزایش یافته و بنابراین خواص عملیات حرارتی بهبود می یابد اما انرژی ضربه کاهش خواهد یافت.

کرم کاربیدزای قوی می باشد. کاربیدهای آن خواص حفظ لبه و مقاومت سایشی را زیاد می کنند. استحکام در دمای بالا و همچنین مقاومت به فشار بالای هیدروژن با افزودن کرم بهبود می یابد. مقاومت به پوسته شدن با افزودن کرم افزایش می یابد در حالی که، مقدار حداقل ۱۳ درصد کرم به صورت حل شده در زمینه برای ایجاد مقاومت به خوردگی فولاد لازم است.

کرم محدوده ی پایداری فاز گاما را کم کرده و در نتیجه منطقه فاز فریت را گسترش می دهد لکن باعث پایداری آستنیت در فولادهای آستنیتی CrMn و CrNi می شود. کرم باعث کاهش هدایت حرارتی، هدایت الکتریکی و همچنین انبساط حرارتی می گردد. کرم تا ۳ درصد به صورت ترکیب شده با میزان کربن بالا، مغناطیس پس ماند و نیروی پس ماندزدا را افزایش می دهد.

کبالت - Co

کبالت کاربید تشکیل نمی دهد. این عنصر مانع از رشد دانه در دمای بالا شده و حفظ سختی و استحکام گرم فولاد را به شدت بهبود می بخشد. بنابراین غالباً عنصر آلیاژی در فولادهای تندبر، ابزار گرم کار و مواد مقاوم به دمای بالا و خزش، می باشد. این عنصر تشکیل گرافیت را ترغیب می کند. در مقادیر زیاد، مغناطیس پس ماند، نیروی پس ماندزدا (مغناطیسی) و هدایت حرارتی را به مقدار قابل ملاحظه ای افزایش می دهد، بنابراین عنصر پایه برای فولادها و آلیاژهای مغناطیسی دائم در دمای بالا محسوب می شود. اگر در معرض اشعه نوترونی قرار گیرد، تشکیل ایزوتوپ نیرومند رادیواکتیو کبالت ۶۰ می دهد و به همین دلیل در فولادهایی که در راکتورهای هسته ای به کار می روند نامطلوب می باشد.

مس - Cu

مس به تعداد محدودی از فولادها اضافه می گردد، زیرا در زیرلایه های اکسیدی تجمع یافته و با نفوذ به داخل مرز دانه ها باعث حساسیت بالای سطحی در فرآیندهای شکل دادن گرم می شود و به همین دلیل اغلب به عنوان یک عنصر مضر برای فولاد شناخته می شود. نقطه ی تسلیم و نسبت نقطه ی تسلیم به استحکام نهایی با مس افزایش می یابد.



مقادیر بالای ۰/۳۰ درصد مس ممکن است باعث رسوب سختی گردد. سختی پذیری را بهبود می بخشد. در فولادهای غیرآلیاژی و کم آلیاژ، مس باعث بهبود قابل ملاحظه مقاومت در برابر زنگ زدن در هوا می شود. در فولادهای پرآلیاژ مقاوم به اسید، مقدار مس بالای یک درصد باعث افزایش مقاومت خوردگی در برابر اسید کلریدریک و اسید سولفوریک می گردد.

H – هیدروژن

به طور کلی وجود هیدروژن در فولاد مضر می باشد و به واسطه ی کاهش در ازدیاد طول نسبی و کاهش سطح مقطع باعث تردی می شود بدون آنکه نقطه ی تسلیم یا استحکام نهایی را افزایش دهد. هیدروژن باعث شکل گرفتن ترک های درونی ورقه ای شکل خطرناک و همچنین اثرات آن در فولاد می شود. هیدروژن فعال تولید شده حین فرآیند اسیدشویی به داخل فولاد نفوذ کرده و تولید حفره زیرسطحی می کند و همچنین هیدروژن مرطوب در دمای بالا باعث دکرپوره شدن نیز می گردد.

Pb – سرب

سرب در مقادیر ۰/۵-۰/۲ درصد به فولادهای خوش تراش اضافه می شود زیرا به علت توزیع به صورت ذرات بسیار ریز (سرب در فولاد حل نمی شود) باعث تشکیل براده های ریز و سطح ماشینکاری تمیز می گردد و در نتیجه قابلیت ماشینکاری بهتر می گردد. میزان سرب در این محدوده بر خواص مکانیکی فولاد بی تأثیر است.

Mg – منیزیم

منیزیم باعث تشکیل گرافیت های کروی در چدن ها می گردد.

Mn – منگنز

منگنز اثر اکسیژن زدایی دارد. منگنز با گوگرد ترکیب شده و تشکیل سولفید منگنز می دهد و بنابراین اثرات نامطلوب سولفید آهن کاهش می یابد. این امر، به خصوص، در فولادهای خوش تراش مهم می باشد زیرا خطر سرخ شکنندگی را کاهش می دهد. منگنز سرعت سرد کردن بحرانی را به شدت کاهش می دهد و در نتیجه سختی پذیری افزایش می یابد. با افزودن منگنز نقطه تسلیم و استحکام نهایی افزایش می یابند. مقادیر بیشتر از ۴ درصد منگنز باعث می شود که حتی در سرد کردن آرام ساختار ترد مارتنزیتی به وجود آید.

فولاد با بیش از ۱۲ درصد منگنز همراه با درصد کربن بالا آستنیتی خواهد بود، زیرا منگنز به نحو قابل ملاحظه ای محدوده پایداری فاز گاما را گسترش می دهد. اینگونه فولادها موقعی که در معرض تنش های ضربه ای قرار می گیرند، مستعد هستند که سطح آنها به مقدار بسیار بالایی کار سخت شود، در حالی که مغز



چقرمه باقی می ماند. لذا، این فولادها در حضور تنش های ضربه ای به شدت از نظر سایش مقاوم هستند. فولادهای حاوی بیش از ۱۸ درصد منگنز حتی بعد از کارسرد نسبتاً زیاد، غیر مغناطیسی باقی می ماند و به عنوان فولادهای مخصوص و همچنین فولادهای مناسب برای کاربرد در دمای پایین استفاده می شوند. ضریب انبساط حرارتی فولاد، با اضافه شدن منگنز افزایش می یابد. در حالی که، هدایت حرارتی و الکتریکی کاهش می یابد.

مولیبدن - Mo

مولیبدن معمولاً با عناصر آلیاژی دیگر اضافه می شود. به واسطه ی کم کردن سرعت سرد کردن بحرانی، سختی پذیری را بهبود می بخشد. مولیبدن باعث کاهش قابل ملاحظه ی تردی تمپر (مثلاً در فولادهای کرم - نیکل و فولادهای منگنزدار) گردیده و تشکیل دانه های ظریف را تسهیل کرده و باعث افزایش نقطه تسلیم و استحکام نهایی می گردد. به واسطه ی اینکه کاربیدزای قوی می باشد اثر برندگی فولادهای تندبر را بهبود می بخشد. مولیبدن جزء آن دسته از عناصری است که مقاومت به خوردگی را افزایش می دهد بنابراین غالباً در فولادهای پرآلیاژ کرم دار و فولادهای آستنیتی کرم - نیکل دار مورد استفاده قرار می گیرد. مقادیر بالای مولیبدن حساسیت در برابر خوردگی حفره ای (سوراخ شدن فلز) را کاهش می دهد. مولیبدن باعث افزایش استحکام در دمای بالا و کاهش مقاومت در برابر پوسته شدن (مثلاً اکسیداسیون) می شود، همچنین محدوده ی پایداری فاز گاما را کاهش می دهد.

نیکل - Ni

در فولادهای ماشین سازی نیکل باعث افزایش استحکام ضربه، حتی در دماهای زیر صفر درجه سانتیگراد می گردد و بنابراین برای افزایش چقرمگی به فولادهای سخت شونده سطحی، فولادهای عملیات حرارتی پذیر و فولادهای مناسب برای استفاده در دماهای پایین اضافه می شود. نیکل باعث کاهش تمام دماهای تغییر حالت (A1-A4) می گردد. نیکل کاربیدزا نمی باشد. در اثر گسترش قابل ملاحظه محدوده ی پایداری فاز گاما، نیکل در مقادیر بالاتر از ۷ درصد، باعث آستنیتی شدن فولادهای کرم بالای مقاوم در برابر مواد شیمیایی، در دماهای زیر دمای محیط می گردد. نیکل به صورت عنصر آلیاژی غیر ترکیبی، حتی در میزان زیاد، فقط موجب آهسته شدن فرآیند خوردگی می شود. در فولادهای آستنیتی کرم - نیکل دار باعث مقاومت در برابر حمله مواد شیمیایی احیاکننده می گردد. مقاومت این فولادها در مواد اکسیدکننده به وسیله کرم حاصل می گردد. در دمای بالاتر از ۶۰۰ درجه سانتیگراد فولادهای آستنیتی دارای استحکام بالاتری هستند، زیرا دمای تبلور مجدد آنها بالاست، این فولادها عملاً غیرمغناطیسی هستند. نیکل باعث کاهش قابل ملاحظه هدایت حرارتی و الکتریکی می گردد. مقادیر بالای نیکل در محدوده های دقیق آنالیز، باعث ایجاد فولادهایی با خواص فیزیکی ویژه مثلاً فولاد با ضریب انبساط حرارتی پائین (Invar grades) می گردد.



نیوبیم - Nb (کلومبیم - Cb) و تانتالم - Ta

این عناصر اغلب همیشه با یکدیگر وجود دارند و جدا کردن آنها از یکدیگر خیلی مشکل است، بنابراین معمولاً با یکدیگر استفاده می‌شوند. آنها کاربیدزاهای قوی هستند. بنابراین به عنوان پایدار کننده به فولادهای مقاوم در برابر مواد شیمیایی افزوده می‌شوند. هر دو عنصر پایدارکننده فریت می‌باشند، بنابراین محدوده فاز گاما را کاهش می‌دهند. نیوبیم به واسطه‌ی قابلیت افزایش استحکام در دماهای بالا و استحکام خزشی، غالباً به فولادهای مقاوم به خزش آستنیتی مخصوص بویلر افزوده می‌گردد. تانتالم دارای سطح مقطع جذب نوترونی بالاست، لذا برای فولادهای راکتور اتمی فقط از نیوبیم فقیر از تانتالم استفاده می‌شود.

نیتروژن - N

نیتروژن هم اثر تخریبی دارد و هم به عنوان عنصر آلیاژی استفاده می‌شود. به عنوان عنصر آلیاژی محدوده‌ی پایداری فاز گاما را توسعه می‌بخشد و باعث پایداری ساختار آستنیتی می‌گردد. در فولادهای آستنیتی، موجب افزایش استحکام، به خصوص نقطه تسلیم و همچنین بهبود خواص مکانیکی در دماهای بالا می‌گردد. نیتروژن به علت تشکیل نیتريد امکان دستیابی به سختی سطحی بالا در عملیات نیتروژه کردن را فراهم می‌سازد. نیتروژن عنصر مضرى نیز است زیرا موجب کاهش چقرمگی ناشی از فرآیند رسوب کردن می‌گردد که موجب حساسیت به پیرسختی و تردی آبی (Blue Brittleness) (تغییر شکل در محدوده دمای تمپر آبی ۳۰۰ تا ۳۵۰ درجه سانتیگراد) می‌شود. همچنین احتمال ترک خوردن ناشی از خوردگی تنش بین دانه‌ای در فولادهای ساده و کم آلیاژ را به وجود می‌آورد.

اکسیژن - O

وجود اکسیژن در فولاد مضر بوده و اثرات ویژه آن بستگی زیادی به نوع و ترکیب ترکیباتش و همچنین شکل و نحوه توزیع آنها در فولاد دارد. خواص مکانیکی، به خصوص استحکام ضربه را کاهش (خصوصاً در جهات عرضی) و همچنین تمایل به پیرتردی، سرخ شکنندگی، شکست الیافی و شکست ورقه‌ای را افزایش می‌دهد.

فسفر - P

فسفر اغلب به عنوان یک عنصر نامطلوب در فولاد تلقی می‌شود، زیرا فسفر موجب جدایش اولیه شدید حین انجماد می‌گردد و به دلیل کاهش شدید محدوده‌ی پایداری فاز گاما، خطر جدایش ثانویه در حالت جامد وجود دارد. به علت دارا بودن سرعت نفوذ نسبتاً پائین در فازهای محلول جامد کریستالی آلفا و گاما، برطرف کردن جدایش ایجاد شده احتمالی بسیار مشکل می‌باشد. چون امکان حصول یک توزیع همگن و یکنواخت از فسفر به سختی ممکن است، بنابراین سعی می‌شود مقدار فسفر پائین نگه داشته شود. میزان تجمع و جدایش را نمی‌توان با قاطعیت تعیین کرد.



فسفر حتی در مقادیر کم، باعث مستعد شدن به تردی تمپر می گردد. تردی حاصل از فسفر با افزایش درصد کربن فولاد، دمای سخت کاری، اندازه دانه و با کاهش نسبت تغییر شکل در فورج، افزایش می یابد. تردی به صورت سرد شکنندگی و حساس شدن در برابر تنش های ضربه ای ظاهر می شود (مستعد به شکست ترد). در فولادهای ساختمانی کم آلیاژ با در صد کربن حدود ۰/۱ درصد، فسفر موجب افزایش استحکام و مقاومت خوردگی اتمسفری می گردد. مس مقاومت به خوردگی را افزایش می دهد. (فولاد با حساسیت کم به خوردگی). در فولادهای آستینیتی کرم - نیکل دار، افزودن فسفر شاید باعث افزایش نقطه تسلیم و حصول اثرات رسوب سختی می گردد.

سلنیم - Se

سلنیم به منظور حصول قابلیت ماشینکاری مشابه اثرات گوگرد به فولادهای خوش تراش اضافه می گردد، لیکن این عنصر در بهبود قابلیت ماشینکاری موثرتر می باشد. در فولادهای مقاوم به خوردگی، نسبت به گوگرد خیلی کمتر بر خواص مقاومت به خوردگی اثر می گذارد.

سیلیسیم - Si

سیلیسیم اثر اکسیژن زدایی دارد. سیلیسیم همانند منگنز در تمام فولادها یافت می گردد زیرا کانه های آهن که در تولید فولادها به کار می روند بسته به ترکیبشان، دارای مقداری سیلیسیم می باشند. اصطلاح فولاد سیلیسیم دار موقعی به کار می رود که مقدار سیلیسیم در فولاد بیشتر از ۰/۴ درصد باشد. سیلیسیم، رسوب گرافیت را تشویق می کند و محدوده ی فاز گاما را اساسا کاهش می دهد. این عنصر استحکام و مقاومت سایشی را افزایش می دهد (فولادهای عملیات حرارتی پذیر سیلیسیم - منگنزدار). سیلیسیم باعث افزایش قابل ملاحظه حد الاستیک می شود، بنابراین مهمترین عنصر آلیاژی در فولادهای فنر می باشد. به دلیل قابلیت بهبود قابل ملاحظه مقاومت به پوسته شدن (اکسیداسیون)، سیلیسیم به فولادهای مقاوم در برابر حرارت اضافه می گردد، اما به دلیل اثر منفی بر خواص شکل دادن گرم و سرد، میزان آن محدود می شود.

با وجود ۱۲ درصد سیلیسیم، مقاومت در برابر خوردگی ناشی از اسید حاصل می گردد، ولی این نوع فولاد را فقط به صورت ریخته گری می توان تهیه کرد چون خیلی سخت و شکننده است و فقط با سنگ زنی می توان آن را به ابعاد رسانید. به خاطر کاهش قابل ملاحظه هدایت الکتریکی، نیروی پس ماندزا و اتلاف انرژی الکتریکی، سیلیسیم در فولادهای مورد استفاده در ورق های با کیفیت الکتریکی به کار می رود.



گوگرد - S

گوگرد بیشترین تجمع و جدایش را در بین عناصر همراه فولاد دارد. سولفید آهن منجر به سرخ شکنندگی یا گرم شکنندگی می‌گردد. زیرا یوتکتیک‌های سولفیدی با نقطه ذوب پایین به صورت مذاب دانه‌ها را در بر می‌گیرد به طوری که چسبندگی ضعیفی بین دانه‌ها وجود خواهد داشت و در نتیجه موقع کار گرم مرزدانه‌ها از یکدیگر جدا می‌شوند. این پدیده در اثر وجود اکسیژن بیشتر می‌شود. گوگرد میل ترکیب بسیار زیادی با منگنز دارد لذا با آن ترکیب شده و سولفید منگنز حاصل می‌شود که در بین ناخالصی‌های موجود در فولاد از همه کم ضررتر می‌باشد. چرا که به صورت ذرات ریز و نقطه‌ای توزیع می‌شود و دارای نقطه ذوب بالایی می‌باشد. گوگرد چقرمگی در جهت عرضی را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. به فولادهای خوش تراش گوگرد اضافه می‌کنند، زیرا به دلیل اثر روانکاری روی لبه‌های برش، اصطکاک بین ابزار و قطعه کاهش یافته و عمر ابزار تراشکاری افزایش می‌یابد. به علاوه موقع ماشینکاری این فولادها براده کوتاه به وجود می‌آید. گوگرد باعث افزایش حساسیت به ترک‌های جوشکاری می‌گردد.

تلور - Te

تلور مشابه سلنیوم بر روی خواص فولاد مؤثر است. مقدار تلور تا ۰/۲ درصد قابلیت ماشینکاری را بهبود می‌بخشد.

قلع - Sn

قلع در فولاد عنصر مضر تلقی می‌شود زیرا همانند مس زیر لایه‌های اکسیدی تجمع یافته و در مزر دانه نفوذ کرده و باعث ترک خوردن و تردی لحیم کاری می‌شود. قلع تمایل شدیدی به جدایش از خود نشان می‌دهد و باعث محدود شدن منطقه پایداری فاز آستنیت می‌گردد.

تیتانیوم - Ti

به علت میل ترکیب بسیار زیادی که با اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و کربن دارد؛ اکسیژن زدا، نیتروژن زدا و کاربیدزای قوی بوده و با سولفور ترکیب می‌شود. به طور گسترده‌ای در فولادهای زنگ نزن به عنوان کاربیدزا برای پایدار ساختن فولاد در برابر خوردگی بین دانه‌ای به کار می‌رود. همچنین دارای خاصیت ریزدانه‌کنندگی فولاد نیز می‌باشد. تیتانیوم منطقه پایداری فاز آستنیت را به شدت محدود می‌کند. در مقادیر بالا، منجر به واکنش‌های رسوبی می‌شود و به خاطر حصول نیروی پس ماندزدا در آلیاژهای مغناطیس دائم به کار می‌رود. تیتانیوم استحکام خزشی را با تشکیل نیتrideهای خاص افزایش می‌دهد. تیتانیوم تمایل دارد که به شدت جدایش و تجمع پیدا کند و ساختار لایه‌ای (Banding) ایجاد نماید.



تنگستن (ولفرام) - W

تنگستن کاربردی قوی است (کاربیدهای آن خیلی سخت هستند) و باعث محدود شدن منطقه پایداری فاز گاما می شود. باعث بهبود چقرمگی شده و از رشد دانه ها جلوگیری می کند. تنگستن استحکام در دماهای بالا را افزایش داده و همچنین باعث پایداری سختی و مقاومت سایشی در دماهای بالا (حرارت قرمز) شده و بنابراین راندمان برشکاری را زیاد می کند. به این دلیل عمده‌تاً در فولادهای تندبر و فولادهای گرم کار و همچنین فولادهای مقاوم در برابر خزش و فولادهای فوق العاده سخت به کار می رود. باعث افزایش قابل ملاحظه در نیروی پس ماندزدا شده و بنابراین به عنوان عنصر آلیاژی در فولادهای آلیاژی مغناطیس دائم استفاده می شود. تنگستن به مقاومت پوسته شدن لطمه می زند. وزن مخصوص بالای آن به ویژه در فولادهای پرتنگستن تندبر و گرم کار قابل ملاحظه است.

وانادیم - V

وانادیم دانه های اولیه و در نتیجه ساختار ریختگی را ریز می کند. این یک عنصر کاربردی قوی است، بنابراین باعث افزایش مقاومت سایشی، حفظ لبه های تیز و استحکام در دمای بالا می گردد. بنابراین، به عنوان یک عنصر آلیاژی ترجیحی در فولادهای تندبر، ابزار گرم کار و فولادهای دما بالا به کار می رود. باعث بهبود قابل ملاحظه حفظ سختی شده و حساسیت در برابر بیش از حد گرم شدن را کاهش می دهد. چون وانادیم با تشکیل کاربید باعث ریز شدن دانه ها و جلوگیری از سخت شدن فولاد در هوا می گردد، قابلیت جوشکاری فولادهای عملیات حرارتی پذیر را بهبود می بخشد. به خاطر تشکیل کاربیدهای پایدار، مقاومت در برابر هیدروژن با فشار بالا افزایش می یابد. وانادیم باعث محدود شدن محدوده ی پایداری فاز گاما گردیده و دمای کوری (Curie) را افزایش می دهد.

زیرکونیم - Zr

یک عنصر کاربردی بوده و کاربرد متالورژیکی آن به عنوان اکسیژن زدا، نیتروژن زدا و گوگردزدا است زیرا کمترین مقدار محصولات اکسیداسیون را بر جای می گذارد. افزودن زیرکونیم به فولاد خوش تراش گوگرددار که کاملاً اکسیژن زدایی شده، تأثیر مطلوبی بر شکل سولفید و در نتیجه جلوگیری از سرخ شکنندگی دارد. زیرکونیم باعث افزایش عمر مواد هادی حرارت شده و منطقه پایداری فاز گاما را محدود می کند. به واسطه تشکیل نیتريد های ویژه، موجب بهبود استحکام در دمای بالا و استحکام خزش پارگی فولادهای دما بالا و آلیاژی می گردد.

اثر عناصر آلیاژی بر روی خواص فولاد



خواص مکانیکی								خواص عناصر آلیاژی
پایداری در دمای بالا	الاستیسیته	مقاومت به ضربه	کاهش سطح مقطع	ازدیاد طول نسبی	نقطه تسلیم	استحکام	سختی	
↑	↑↑↑	↓	~	↓	↑↑	↑	↑	سیلیسم
~	↑	~	~	~	↑	↑	↑	منگنز (در فولادهای پرلیتی)
-	-	-	~	↑↑↑	↓	↑	↓↓↓	منگنز (در فولادهای آستنیتی)
↑	↑	↓	↓	↓	↑↑	↑↑	↑↑	کرم
↑	-	~	~	~	↑	↑	↑	نیکل (در فولادهای پرلیتی)
↑↑↑	-	↑↑↑	↑↑	↑↑↑	↓	↑	↓↓	نیکل (در فولادهای Cr-Ni آستنیتی)
-	-	↓	↓	-	-	-	-	آلومینیم
↑↑↑	-	~	↓	↓	↑	↑	↑	تنگستن
↑↑	↑	↑	~	~	↑	↑	↑	وانادیم
↑↑	-	↓	↓	↓	↑	↑	↑	کبالت
↑↑	-	↑	↓	↓	↑	↑	↑	مولیبدن
↑	-	~	~	~	↑↑	↑	↑	مس
-	-	↓	↓	↓	-	-	-	گوگرد
-	-	↓↓↓	↓	↓	↑	↑	↑	فسفر
↓	↓	↓	~	↓	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	کربن
↑ افزایش ↓ کاهش ~ ثابت								



فولادهای مغناطیس نرم					مقاومت به خوردگی	قابلیت نیتربده کردن	پوسته شدن	قابلیت ماشینکاری	قابلیت آهنگری	مقاومت به سایش	کاربرد زائی	سرعت سرد شدن
اتلاف وات (الکتروسیسته)	پایداری مغناطیسی	نیروی پسماندزدا	ماکزیمم قابلیت نفوذ پذیری	حلقه پسماند								
↓↓↓		↓↓	↑↑	↓↓	-	↓	↓	↓	↓	↓↓↓	↓	↓
					-	~	~	↓	↑	↓↓	~	↓
↑		↑	↓		-	-	↓↓	↓↓↓	↓↓↓	-	-	↓↓
↓		↓	↑	↓	↑↑↑	↑↑	↓↓↓	-	↓	↑	↓↓	↓↓↓
					-	-	↓	↓	↓	↓↓	-	↓↓
					↑↑	-	↓↓	↓↓↓	↓↓↓	-	-	↓↓
↓↓↓		↓↓	↑↑	↓↓	-	↑↑↑	↓↓	-	↓↓	-	-	-
					-	↑	↓↓	↓↓	↓↓	↑↑↑	↑↑	↓↓
~		~	~	~	↑	↑	↓	-	↑	↑↑	↑↑↑↑	↓↓
					-	-	↓	~	↓	↑↑↑	-	↑↑
↓		~	~	~	-	↑↑	↑↑	↓	↓	↑↑	↑↑↑	↓↓
↑		↑	↓	↑	↑	-	~	~	↓↓↓	-	-	-
↑↑		↑↑↑	↓↓	↑↑	↓	-	-	↑↑↑	↓↓↓	-	-	-
-			-	-	-	-	-	↑↑	↓	-	-	-
↑↑		↑↑↑	↓↓	↑↑	~		↓	↓				
نامشخص و یا نامعلوم												
چند پیکان = اثر شدیدتر												

تست های سختی متداول



روش	محدوده ی کاربرد	آماده سازی سطح تست	نوع و شکل اثر گذارنده
Brinell	مواد فلزی تا ۴۵۰ برنیل	سنگ زنی	ساجمه فولادی سخت شده قطرهای: ۱۰ میلیمتر ۵ میلیمتر ۲/۵ میلیمتر ۱ میلیمتر
Vickers	مواد فلزی با سختی خیلی پایین تا خیلی بالا نمونه های کوچک یا نازک	پولیش	الماس هرمی با قاعده چهار گوش با زاویه رأس ۱۳۶°
	مواد فلزی با سختی خیلی پایین تا خیلی بالا اساسا برای نمونه هایی (محصولات) که ابعادشان اجازه بارگذاری بالا را نمی دهد.		
	ویکرز (میکرو سختی)	میکرو اچ	
Rockwell	فولاد سخت شده، آلیاژهای سخت و تمپر شده برای سختی از ۲۰ تا ۷۰ راکول C	سنگ زنی	الماس مخروطی شکل با زاویه ۱۲۰° و شعاع رأس ۰/۲ میلیمتر
	مواد خیلی سخت شده (برای مثال کاربیدها) برای سختی از ۶۰ تا ۸۸ راکول A		
	مواد با سختی متوسط، فولادهای کم کربن و کربن متوسط، برنج و برنز و غیره برای سختی از ۳۵ تا ۱۰۰ راکول B	دقیق	ساجمه فولادی سخت شده با قطر ۱/۵۸۷۵ میلیمتر (۱/۱۶ اینچ)
	ورقهای فلزی (فولادی) نازک نورد سرد شده، مس و برنج آنیل شده برای سختی از ۶۰ تا ۱۰۰ راکول F		



سختی راکول		سختی ⁽²⁾ برینل HB	قطر اثر ساچمه ⁽¹⁾ mm	سختی ویکرز (F≥98N) HV	استحکام کششی N/mm ²
HRC	HRB				
		60	7.32	63	200
		62	7.22	65	210
		66	7.04	69	220
		67	6.99	70	225
		68	6.95	72	230
		71	6.82	75	240
		75	6.67	79	250
		76	6.63	80	255
		78	6.56	82	260
	41	81	6.45	85	270
	45	84	6.35	88	280
	48	86	6.28	90	285
	49	87	6.25	91	290
	51	89	6.19	94	300
	52	90	6.16	95	305
	54	92	6.10	97	310
	56	95	6.01	100	320
	58	98	5.93	103	330
	59	100	5.87	105	335
	60	102	5.83	107	340
	62	105	5.75	110	350
	63.5	107	5.70	113	360
	64.5	109	5.66	115	370
	66	113	5.57	119	380
	67	114	5.54	120	385
	67.5	116	5.50	122	390
	69	119	5.44	125	400
	70	122	5.38	128	410
	71	124	5.33	130	415
	72	125	5.32	132	420
	73	128	5.26	135	430
	74	131	5.20	138	440
	75	133	5.17	140	450
	76.5	136	5.11	143	460
	77	138	5.08	145	465
	77.5	140	5.05	147	470



سختی راکول		سختی ⁽²⁾ HB برینل	قطر اثر ساچمه ⁽¹⁾ mm	سختی ویکرز (F≥98N) HV	استحکام کششی N/mm ²
HRC	HRB				
	78.5	143	5.00	150	480
	79.5	145	4.96	153	490
	80	147	4.93	155	495
	81	149	4.90	157	500
	81.5	152	4.86	160	510
	82.5	155	4.81	163	520
	83	157	4.78	165	530
	84.5	160	4.74	168	540
	85	162	4.71	170	545
	85.5	163	4.70	172	550
	86	166	4.66	175	560
	86.5	169	4.62	178	570
	87	171	4.59	180	575
		172	4.58	181	580
	88	175	4.54	184	590
		176	4.53	185	595
	89	178	4.51	187	600
	89.5	181	4.47	190	610
	90	184	4.44	193	620
		185	4.43	195	625
	91	187	4.40	197	630
	91.5	190	4.37	200	640
	92	193	4.34	203	650
	92.5	195	4.32	205	660
	93	198	4.29	208	670
	93.5	199	4.27	210	675
		201	4.25	212	680
	94	204	4.22	215	690
		208	4.19	219	700
	95	209	4.18	220	705
	95.5	211	4.16	222	710
	96	214	4.13	225	720
		216	4.11	228	730
	96.5	219	4.08	230	740
	97	221	4.07	233	750
		223	4.05	235	755



سختی راکول		سختی ⁽²⁾ برینل HB	قطر اثر ساچمه ⁽¹⁾ mm	سختی ویکرز (F≥98N) HV	استحکام کششی N/mm ²
HRC	HRB				
21	97.5	225	4.03	237	760
	98	228	4.01	240	770
		231	3.98	243	780
22		233	3.97	245	785
	99	235	3.95	247	790
	99.5	238	3.93	250	800
23		240	3.91	253	810
		242	3.89	255	820
		245	3.87	258	830
24		247	3.85	260	835
		249	3.84	262	840
		252	3.82	265	850
25		255	3.80	268	860
26		257	3.78	270	865
		258	3.77	272	870
27		261	3.76	275	880
		264	3.74	278	890
		266	3.72	280	900
28		269	3.70	283	910
		271	3.69	285	915
		273	3.68	287	920
29		276	3.66	290	930
		278	3.64	293	940
		280	3.63	295	950
30		284	3.61	299	960
		285	3.60	300	965
		287	3.59	302	970
31		290	3.57	305	980
		293	3.55	308	990
		295	3.54	310	995
32		296	3.53	311	1000
		299	3.52	314	1010
		301	3.50	317	1020
33		304	3.49	320	1030
		307	3.47	323	1040
		311	3.45	327	1050



سختی راکول		سختی ⁽²⁾ برینل HB	قطر اثر ساچمه ⁽¹⁾ mm	سختی ویکرز (F≥98N) HV	استحکام کششی N/mm ²
HRC	HRB				
34		314	3.44	330	1060
		316	3.43	333	1070
		319	3.41	336	1080
		322	3.4	339	1090
		323	3.39	340	1095
		325	3.38	342	1100
35		328	3.36	345	1110
		332	3.35	349	1120
		333	3.34	350	1125
36		334	3.33	352	1130
		337	3.32	355	1140
		340	3.31	358	1150
37		342	3.30	360	1155
		343	3.29	361	1160
		346	3.28	364	1170
38		349	3.26	367	1180
		352	3.25	370	1190
		354	3.24	373	1200
39		357	3.23	376	1210
		361	3.21	380	1220
		363	3.20	382	1230
		366	3.19	385	1240
		369	3.18	388	1250
		371	3.17	390	1255
40		372	3.16	392	1260
		374		394	1270
		377		397	1280
41		380	3.13	400	1290
		383	3.12	403	1300
		387	3.1	407	1310
42		390	3.09	410	1320
		393	3.08	413	1330
		396	3.07	417	1340
43		399	3.06	420	1350
		402	3.05	423	1360
		405	3.04	426	1370



سختی راکول		سختی ⁽²⁾ برینل HB	قطر اثر ساچمه ⁽¹⁾ mm	سختی ویکرز (F≥98N) HV	استحکام کششی N/mm ²
HRC	HRB				
		408		429	1380
		409	3.02	430	1380
		410		431	1390
44		413	3.01	434	1400
		415	3.00	437	1410
		418	2.99	440	1420
45		421	2.98	443	1430
		424	2.97	446	1440
		427	2.96	449	1450
		428		450	1455
		429	2.95	452	1460
		432	2.94	455	1470
46		435	2.93	458	1480
		437		460	1485
		438	2.92	461	1490
		441	2.91	464	1500
		444	2.90	467	1510
		447	2.89	470	1520
47		449		473	1530
		452	2.88	476	1540
		455	2.87	479	1550
		(456)		480	1555
48		(457)	2.86	481	1560
		(460)	2.85	484	1570
		(462)		486	1580
		(465)	2.84	489	1590
		(466)	2.83	490	1595
		(467)		491	1600
49		(470)	2.82	494	1610
		(472)		497	1620
		(475)		500	1630
		(478)	2.80	503	1640
		(481)	2.79	506	1650
		(483)		509	1660
		(485)	2.78	510	1665
		(486)		511	1670



سختی واکول		سختی ⁽²⁾ برینل HB	قطر اثر ساچمه ⁽¹⁾ mm	سختی ویکرز (F≥98N) HV	استحکام کششی N/mm ²
HRC	HRB				
50		(488)	2.77	514	1680
		(491)	2.76	517	1690
		(494)	2.75	520	1700
51		(496)	2.74	522	1710
		(499)		525	1720
		(501)		527	1730
		(504)	2.73	530	1740
		(506)	2.71	533	1750
		(509)	2.71	536	1760
		(512)	2.70	539	1770
		(513)		540	1775
		(514)		541	1780
52		(517)	2.69	544	1790
		(520)	2.68	547	1800
		(523)		550	1810
		(525)	2.67	553	1820
		(528)	2.66	556	1830
		(531)		559	1840
53		(532)	2.65	560	1845
		(533)		561	1850
		(536)		564	1860
		(539)	2.64	567	1870
		(542)	2.63	570	1880
		(543)		572	1890
54		(546)	2.62	575	1900
		(549)	2.61	578	1910
		(551)		580	1920
		(554)	2.60	583	1930
		(557)	2.59	586	1940
		(560)		589	1950
		(561)	2.58	590	1955
		(562)		591	1960
		(564)		594	1970
55		(567)	2.57	596	1980
		(569)		599	1990
		(570)		600	1995



سختی راکول		سختی ^(۲) برینل HB	قطر اثر ساچمه ^(۱) mm	سختی ویکرز (F≥98N) HV	استحکام کششی N/mm ²
HRC	HRB				
		(572)	2.56	602	2000
		(575)		605	2010
		(577)	2.55	607	2020
		(580)		610	2030
56		(582)	2.54	613	2040
		(584)		615	2050
		(587)	2.53	618	2060
		(589)		620	2070
		(592)	2.52	623	2080
		(595)		626	2090
		(598)	2.51	629	2100
		(599)		630	2105
		(600)		631	2110
		(602)	2.50	634	2120
		(604)		636	2130
57		(607)		639	2140
		(608)	2.49	640	2145
		(609)		641	2150
		(612)	2.48	644	2160
		(615)	2.47	647	2170
		(618)		650	2180
		(620)		653	2190
58		(622)	2.46	655	2200
59				675	
60				698	
61				720	
62				745	
63				773	
64				800	
65				829	
66				864	
67				900	
68				940	

(۱) ساچمه فولادی با قطر ۱۰ میلیمتر
(۲) براساس $0.95HV=HB$ محاسبه شده است.

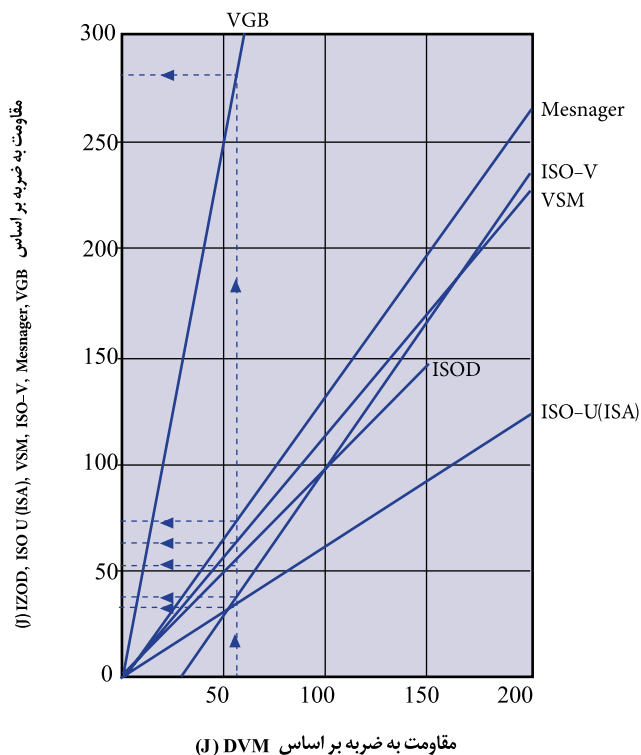


نمودار تبدیل مقادیر ضربه K برای روش‌های متداول

درجه حرارت آزمایش: ۲۰°C

به دلیل وابستگی نسبتاً زیاد مقادیر K حاصل از نمونه‌های مختلف ضربه به عواملی نظیر نوع فولاد، استحکام کششی، ساختار و عملیات حرارتی، لازم است تدابیر ویژه‌ای هنگام تبدیل مقادیر به یکدیگر در نظر گرفته شود، بنابراین نمودار ذیل می‌تواند فقط مقادیر تخمینی را نشان دهد.
مثال:

مقدار ثابت K(DVM) (J)	مقدار ثابت K (J)					
	VGB	Mesnager	ISO-V	VSM	ISO-U	IZOD
55	281	72	37	64	33	55





حد مجاز ماشینکاری

در تولید مستقیم قطعات فولادی مقدار اضافه ابعادی لازم است تا حذف هر نوع عیوب سطحی، پوسته و یا لایه دگرپوره پس از عملیات ماشینکاری تضمین شود. بنابراین هنگام تعیین اندازه اولیه (قطر، عرض، ضخامت) حد مجاز ماشینکاری برای رسیدن به اندازه تمام شده را باید در نظر گرفت (این مقدار بر اساس عمق مجاز عیب تضمین شده توسط تولید کننده تعیین می‌شود).

حد مجاز ماشینکاری برای میلگرد، چهارگوش، شش گوش و مقاطع مشابه (mm)

>160 ≤200	>125 ≤160	>100 ≤125	>80 ≤100	>63 ≤80	>40 ≤63	>25 ≤40	>16 ≤25	≤16	اندازه تمام شده
10	8	7	6	5	4	3	2.5	2	حد مجاز ماشینکاری

حد مجاز ماشینکاری برای تسمه (mm)

ضخامت تمام شده (mm)								عرض تمام شده	عرض W: T: ضخامت
>75	>50 ≤75	>35 ≤50	>25 ≤35	>20 ≤25	>15 ≤20	>10 ≤15	≤10		
						2 2	2 2	W T	>7 ≤16
				2.5 2.5	2.5 2.5	2.5 2.5	2.5 2	W T	>16 ≤25
			3 3	3 3	3 2.5	3 2.5	3 2.5	W T	>25 ≤30
			3 3	3 3	3 3	3 2.5	3 2.5	W T	>30 ≤35
		3.5 3	3.5 3	3.5 3	3.5 3	3.5 3	3.5 3	W T	>35 ≤50
	4.5 4.5	4.5 4	4.5 4	4.5 3.5	4.5 3.5	4.5 3	4.5 3	W T	>50 ≤75
	6 5	6 4.5	6 4	6 4	6 4	6 4	6 4	W T	>75 ≤100
	7 6	7 5.5	7 5	7 5	7 5	7 4.5	7 4	W T	>100 ≤125
	9 6.5	9 6	9 6	9 5.5	9 5.5	9 5	9 5	W T	>125 ≤150
10 8	10 7	10 6.5	10 6	10 6	10 6	10 6	10 6	W T	>150 ≤175

عناصر شیمیایی و خواص فیزیکی آنها



نقطه ذوب °C	چگالی (g/cm ³) ⁽²⁾	جرم اتمی نسبی	شبکه (l)	نماد شیمیایی	عنصر
660.37	2.702	26.982	f.c.c	Al	آلومینیوم
630.74	6.69	121.75	rhombic	Sb	آنتیموان
-189.33	1.783	39.948	f.c.c	Ar	آرگون
817 (28 bar)	5.72 ⁽³⁾	74.92	rhombic	As	آرسنیک
725	3.5	137.33	b.c.c	Ba	باریم
1278	1.85	9.012	hex.	Be	برلییم
271.442	9.8	208.981	rhombic	Bi	بیسموت
2300	2.34	10.81	orthohex	B	بر
321.108	8.65	112.41	hex.	Cd	کادمیم
840	1.55	40.08	f.c.c	Ca	کلسیم
3836 ⁽⁹⁾	2.24	12.011	rhombic.,cubic	C	کربن ⁽⁶⁾
799	6.7	140.12	f.c.c	Ce	سریم
-100.97	1.56 ⁽⁴⁾	35.453	rhombic	Cl	کلر
1863	6.9	51.996	b.c.c	Cr	کرم
1494	8.9	58.933	hex.	Co	کبالت
1084.5	8.92	63.546	f.c.c	Cu	مس
-219.67	1.698	18.998	monoclinic	F	فلور
1064.43	19.29	196.9665	f.c.c	Au	طلا
-272.2 (26 bar)	0.01784	4.003	-	He	هلیوم
-259.347	0.0899	1.008	hex.	H	هیدروژن
113.6	4.93 ⁽⁵⁾	126.904	rhombic	I	ید
2447	22.42	199.22	f.c.c	Ir	ایریدیم
1536	7.87	55.847	b.c.c	Fe	آهن
920	6.15	138.905	hex.	La	لانتانیم
327.502	11.34	207.2	f.c.c	Pb	سرب
649	1.74	24.305	hex.	Mg	منیزیم
1246	7.20	54.938	cubic or tetragonal	Mn	منگنز
-38.862	13.55	200.61	hex.	Hg	جیوه



سختی برینل	هدایت الکتریکی ⁽¹⁰⁾ $m/\Omega mm^2$	هدایت حرارتی ⁽⁵⁾ $W/(cm.K)$	متوسط ضریب انبساط حرارتی ⁽¹¹⁾ $K^{-1}.10^{-6}$	ظرفیت گرمایی ویژه ⁽¹⁰⁾ $J/(g.K)$	نقطه جوش ⁽⁸⁾ (در فشار 1.013bar) $^{\circ}C$
16	37.6	2.37	23.9	0.896	2467
30	5.4	0.244	10.5	0.208	1750
-	-	0.177	-	0.519	-185.7
-	2.86	0.502	4.7	0.343	613 ⁽⁹⁾
42	-	0.184	~19	0.192	1640
60	16.9	2.01	10.6	1.59	2970
9	0.94	0.0792	13.3	0.124	1560
-	~10 ⁻¹⁰	0.274	8.3	1.043	2550 ⁽⁹⁾
35	14.6	0.969	29.8	0.231	765
13	29.2	2.01	22.3	0.654	1484
-	0.03	0.239	0.6 تا 4.3	0.720	4827
21	1.3	0.113	8	0.205	3257
-	-	0.089	-	0.486	-34.6
70	6.7	0.939	6.2	0.440	2672
125	16.1	1.00	12.3	0.422	2870
50	60	4.01	16.5	0.383	2567
-	-	0.279	-	0.824	-188
-	45.7	3.18	14.2	0.129	2600
-	-	1.52	-	5.191	-268.93
-	-	1.815	-	14.445	-252.8
-	-	4.49	93	0.428	184.35
-	18.87	1.47	6.6	0.130	4130
45	10.3	0.754	11.7	0.450	2750
-	17.54	0.134	-	0.184	3454
3	4.82	0.353	29.3	0.129	1740
-	22.2	1.56	24.5	1.017	1090
-	0.54	0.781	22	0.476	1962
-	10.2	0.83	-	0.138	356.58

عناصر شیمیایی و خواص فیزیکی آنها



عنصر	نماد شیمیایی	شبکه ^(۱)	جرم اتمی نسبی	چگالی ^(۲) g/cm ³	نقطه ذوب °C
مولیبدن	Mo	b.c.c	95.94	10.21	2623
نیکل	Ni	f.c.c	58.71	8.9	1455
نیوبیم	Nb	cubic	92.906	8.55	2471
نیتروژن	N	cubic	14.007	1.251	-209.86
اکسیژن	O	orthorhombic	15.999	1.429	-218.8
فسفر	P	f.c.c	30.974	1.82 ^(۷)	44.15 ^(۷)
پلاتین	Pt	f.c.c	195.09	21.45	1772
پتاسیم	K	b.c.c	39.098	0.86	63.2
رودیم	Rh	f.c.c	102.906	12.4	1963
سلنیم	Se	monoclinic	78.96	4.82	221
سیلیسیم	Si	f.c.c	28.086	2.42	1410
نقره	Ag	f.c.c	107.868	10.5	961.93
سدیم	Na	b.c.c	22.99	0.97	97.8
گوگرد	S	rhombic	32.06	1.96	115.21
تانتالیم	Ta	b.c.c	180.948	16.6	2996
تاریم	Th	f.c.c	232.038	11.2	1750
قلع	Sn	tetragonal	118.69	7.28	231.968
تیتانیوم	Ti	hex.	47.90	4.52	1672
تنگستن	W	b.c.c	183.85	19.3	3387
اورانیم	U	orthorhombic	238.029	18.7	1133
وانادیم	V	b.c.c	50.941	5.96	1890
روی	Zn	hex.	65.38	7.13	419.58
زیرکونیم	Zr	hex.	91.22	6.4	1852

- (۱) f.c.c: شبکه مکعبی وجوه مرکزدار b.c.c: شبکه مکعبی مرکزدار hex: شش وجهی
 (۲) در ۲۰°C و برای گازها در صفر درجه سانتیگراد و فشار 1.013bar به علاوه برای اندازه گیری گازها kg/m^۳ به کار می رود.
 (۳) برای ارتورومبیک کاهش یافته
 (۴) برای حالت مایع در نقطه جوش
 (۵) در ۲۵°C
 (۶) برای گرافیت
 (۷) برای تغییر بی رنگ



سختی برینل	هدایت الکتریکی ⁽¹⁰⁾ m/ Ω mm ²	هدایت حرارتی ⁽⁵⁾ W/(cm.K)	متوسط ضریب انبساط حرارتی ⁽¹¹⁾ K ⁻¹ .10 ⁻⁶	ظرفیت گرمایی ویژه ⁽¹⁰⁾ J/(g.K)	نقطه جوش ⁽⁸⁾ (در فشار 1.013bar) °C
160	19.4	1.38	2.7	0.251	4612
70	14.6	0.909	13.3	0.448	2732
50-60	6.5	0.537	7.1	0.268	4927
-	-	0.259	-	1.034	-195.8
-	-	0.267	-	0.916	-182.96
-	0.02	0.002	125	0.75	280 ⁽⁷⁾
-	9.43	0.716	9.0	0.133	3827
0.04	15.9	1.005	83	0.750	760
110	1.06	1.50	8.3	0.248	3727
-	<10 ⁻⁵	0.005	37	0.32	684.9
-	10 ⁻³	1.49	2.8 تا 7.3	0.703	2355
20	63	4.29	19.7	0.235	2212
0.07	23.8	1.025	72	1.220	882.9
-	-	0.002	64	0.733	44.67
30	8.1	0.575	6.6	0.138	5425
-	7.64	0.54	11	0.118	4790
4	12.9	0.668	23	0.227	2270
160	1.25	0.219	8.41	0.520	3287
250	18.2	1.73	4.6	0.134	5660
-	1.67	0.275	6.8 تا 14.1	0.115	3818
260	3.84	0.310	8.3	0.490	3380
35	16.9	1.16	39.7	0.385	907
160	2.44	0.227	5.85	0.275	4377

۸) بر اساس International Practical Temperature Scale 1958 (ITPS-63) and Handbook of Chemistry and Physics 58th ed. 1977/78, Cleveland, Ohio.

۹) نقطه تصعید

۱۰) در ۲۰ °C

۱۱) در صفر درجه سانتیگراد



دفتر تهران

تهران، خیابان کریم خان زند، خیابان قائم مقام فراهانی، خیابان مشاهیر، پلاک ۵۱

کدپستی: ۱۵۸۹۸۶۳۳۱۶

تلفن: ۲۷-۸۸۳۲۲۶۲۶ (۰۲۱) دورنگار: ۸۸۳۲۲۶۲۸ (۰۲۱)

کارخانه:

یزد، بلوار آزادگان، بلوار شهید دهقان منشادی، کیلومتر ۲۴ جاده فولاد آلیاژی، شرکت فولاد آلیاژی ایران

کدپستی: ۸۹۴۱۶۳۶۶۶۷

تلفن: ۶-۷۲۵۳۰۹۰ (۰۳۵۱) دورنگار: ۷۲۵۴۴۸۰ (۰۳۵۱)

امور بازاریابی و فروش

تلفن: ۸۲-۷۲۵۴۰۸۲ - ۷۲۵۰۲۵۱ (۰۳۵۱) دورنگار: ۷۲۵۴۰۸۳ (۰۳۵۱)

روابط عمومی و امور بین الملل

تلفکس: ۷۲۶۱۵۹۰ (۰۳۵۱)

info@iasco.ir

ایمیل واحد فروش داخل sales@iasco.ir

ایمیل واحد صادرات export@iasco.ir

ایمیل واحد مهندسی فروش و ارتباط با مشتریان sales-eng@iasco.ir

ایمیل روابط عمومی public@iasco.ir

یادداشت

