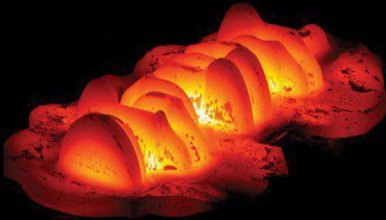




فولادهای صنعتی

گردآوری و تالیف، مهندس مجتبی چنارانی



فولادهای صنعتی

مجتبی چنارانی

گروه صنعتی مبتکران

فولادهای صنعتی Industrial Steels

گردآوری و تالیف،
مهندس مجتبی چنارانی

فولاد، بخش مهمی از خانواده بزرگ فلزات است و فولادهای صنعتی جایگاه مهمی در بین انواع مختلف فولادهای تولید شده در جهان دارد. کتابهای بسیاری نیز درباره این فولادها، چه به زبان فارسی و چه به زبان انگلیسی منتشر شده است و شرکت های بزرگ فولادسازی داخلی و خارجی نیز در زمینه مشخصات فنی و روش عملیات حرارتی این فولادها اطلاعات کاربردی فراوانی منتشر نموده اند.

آنجکه در این میان کمبودش احساس می شود، مجموعه ای بود کاربردی که فولادها و به ویژه فولادهای صنعتی موجود در مرسوم در بازار ایران را به صورت مختصر و مفید پوشش داده و سایر اطلاعات کاربردی و مورد نیاز در این زمینه مانند آشنایی با کلید فولاد، روش های سختکاری سطحی و ... را فراهم آورد و مجموعه حاضر که به همت گروه صنعتی مبتکران ترجمه، گردآوری و تالیف شده است، گامی است کوچک در این راستا.

گروه صنعتی مبتکران

اینکار در محصولات، تضمین خدمات

فولاد، ساخت، عملیات

www.mobtakeranindg.com

فولاد مبتکران: ۰۲۱-۶۶۶۷۵۰۴۵ و ۶

ساخت مبتکران: ۰۴۱-۳۴۳۲۹۰۶۱

عملیات حرارتی مبتکران: ۰۲۱-۵۶۲۳۰۲۲۶ و ۷

ISBN:978-964-7124-62-1



فهرست مطالب

صفحه	موضوع	فصل
۱	روش تولید فولادهای ابزار	۱-۱
۲	روش مرسوم تولید	۱-۱-۱
۵	ESR	۲-۱
۵	عیوب ایجاد شده در اثر عدم انجام ESR	۱-۲-۱
۶	مزایای انجام فرآیند ESR	۲-۲-۱
۷	طبقه بندی فولادهای صنعتی	۲
۸	فولادهای ابزار	۱-۲
۱۳	سایر فولادهای صنعتی	۲-۲
۱۳	فولادهای زنگ نزن	۲-۳
۱۴	فولادهای ابزار	۳
۱۵	فولاد ابزار سردکار پرکربن و پرکرم	۱-۳
۱۵	۱,۲۰۸۰	
۱۸	۱,۲۶۰۱	
۲۱	۱,۲۴۳۶	
۲۴	۱,۲۳۷۹	
۲۷	سایر فولادهای ابزار سردکار	۲-۳
۲۷	۱,۲۳۶۳	
۲۹	۱,۲۷۶۷	
۳۱	۱,۷۲۲۵	
۳۳	۱,۷۲۲۳	
۳۴	۱,۲۸۴۲	
۳۶	۱,۲۵۱۰	
۳۹	۱,۲۵۵۰, ۱,۲۵۴۲	
۴۱	۱,۶۵۱۱	
۴۳	۱,۶۵۸۲	
۴۵	۱,۶۵۸۰	
۴۷	K340	
۴۹	فولاد ابزار گرم کار	۳-۳
۴۹	۱,۲۳۴۳	
۵۱	۱,۲۳۴۴	
۵۴	۱,۲۳۶۷	

صفحه	موضوع	فصل
۵۶	۱,۲۳۶۵	
۵۸	W360	
۶۰	۱,۲۵۸۱	
۶۲	۱,۲۵۶۷	
۶۴	۱,۲۷۱۴	
۶۶	۱,۲۷۱۳	
۶۷	W۸۴۰۷	
۶۹	فولاد تندبر HSS (خشکه هوایی)	۴-۳
۶۹	۱,۳۳۴۳	
۷۲	۱,۳۳۴۴	
۷۵	۱,۳۲۴۳	
۷۸	۱,۳۲۵۵	
۸۰	۱,۳۲۶۵	
۸۱	فولاد پلاستیک	۵-۳
۸۱	۱,۳۳۱۲	
۸۳	۱,۳۳۱۱	
۸۴	۱,۳۳۱۶	
۸۶	HCRS135	
۸۹	سایر فولادهای صنعتی	۴-
۹۰	فولاد فنر	۴-۱
۹۰	۱,۱۱۹۱	
۹۲	۱,۱۲۲۱	
۹۴	۱,۱۲۲۱	
۹۶	۱,۱۲۴۸	
۹۸	۱,۱۲۷۵	
۱۰۰	فولاد سمانته	۴-۲
۱۰۰	۱,۷۱۳۱	
۱۰۱	۱,۵۹۲۰	
۱۰۲	۱,۵۷۵۲	
۱۰۳	فولاد بلبرینگ	۴-۳
۱۰۳	۱,۳۵۰۵	
۱۰۴	فولاد اتومات (خوش تراش)	۴-۴

صفحه	موضوع	فصل
۱۰۴	۱,۰۷۲۱	
۱۰۵	۱,۰۷۵۶	
۱۰۶	فولاد نیترووره	۴-۵-
۱۰۶	۱,۸۵۰۵	
۱۰۶	۱,۸۵۰۷	
۱۰۶	۱,۸۵۱۹	
۱۰۶	۱,۸۵۵۰	
۱۰۷	فولادهای زنگ‌نزن	۵-
۱۰۸	فولاد زنگ‌نزن مارتنزیتی	۵-۱-
۱۰۸	۱,۴۰۲۱	
۱۱۰	۱,۴۰۰۶	
۱۱۲	۱,۴۱۲۵	
۱۱۴	۱,۴۰۵۷	
۱۱۷	فولاد ضد زنگ پیرسخت شونده	۵-۲-
۱۱۷	۱,۴۵۴۲	
۱۱۸	فولاد ضد زنگ آستنیتی (فولاد نسوز)	۵-۳-
۱۱۸	۱,۴۳۰۱	
۱۲۰	۱,۴۸۴۱	
۱۲۲	۱,۴۴۰۴	
۱۲۳	فولاد ضد زنگ فریتی	۵-۴-
۱۲۳	۱,۴۰۱۶	
۱۲۴	فولاد ضد زنگ دابلکس	۵-۵-
۱۲۴	۱,۴۴۶۰	
۱۲۴	۱,۴۴۶۲	
۱۲۵	روشهای تولید با فولادهای صنعتی	۶-
۱۲۶	روشهای تولید	۶-۱-
۱۲۶	اکستروژن	۶-۲-
۱۲۶	اکستروژن مستقیم	۶-۲-۱-
۱۲۷	اکستروژن معکوس	۶-۲-۲-
۱۲۸	اکستروژن هیدرولیکی	۶-۲-۳-
۱۲۹	عوامل موثر بر عمر اجزای اکستروژن	۶-۲-۴-
۱۳۱	فورج (آهنگری)	۶-۳-

صفحه	موضوع	فصل
۱۳۲	فورج ضربه‌ای	۶-۳-۱-
۱۳۳	فورج سریع	۶-۳-۲-
۱۳۳	فورج نیمه گرم	۶-۳-۳-
۱۳۴	دایکست	۶-۴-
۱۳۶	تزریق پلاستیک	۶-۵-
۱۳۶	برش و خم	۶-۶-
۱۳۷	انتخاب فولاد	۷-
۱۳۸	اکستروژن	۷-۱-
۱۳۸	اکستروژن آلومینوم	۷-۱-۱-
۱۳۸	اکستروژن برنج	۷-۱-۲-
۱۳۸	اکستروژن مس	۷-۱-۳-
۱۳۸	فورج	۷-۲-
۱۳۸	فورج سرد	۷-۲-۱-
۱۳۹	فورج گرم	۷-۲-۲-
۱۳۹	دایکست	۷-۳-
۱۳۹	دایکست مس	۷-۳-۱-
۱۳۹	دایکست آلومینوم و زاماک	۷-۳-۲-
۱۴۰	تزریق پلاستیک	۷-۴-
۱۴۰	برش و خم	۷-۵-
۱۴۰	برش ورق	۷-۵-۱-
۱۴۱	خمکاری	۷-۵-۲-
۱۴۲	سختکاری سطحی	۸-
۱۴۳	مقدمه	۸-۱-
۱۴۵	روشهای نفوذی	۸-۲-
۱۴۵	کربورایزینگ (سمانتاسیون)	۸-۲-۱-
۱۴۶	نیتراسیون	۸-۲-۲-
۱۴۸	کربونیتراسیون و نیتروکربوراسیون	۸-۲-۳-
۱۴۹	بور دهی	۸-۲-۴-
۱۵۰	نفوذ حرارتی ((TD	۸-۲-۵-
۱۵۱	روشهای اعمال انرژی	۸-۳-
۱۵۱	سختکاری با شعله	۸-۳-۱-
۱۵۲	سختکاری القایی	۸-۳-۲-

صفحه	موضوع	فصل
۱۵۳	روشهای پوشش دهی	۸-۴-
۱۵۳	پوشش کرم سخت	۸-۴-۱-
۱۵۳	پوشش نیکل الکترولس	۸-۴-۲-
۱۵۳	پاشش حرارتی	۸-۴-۳-
۱۵۴	سختکاری با جوش	۸-۴-۴-
۱۵۵	لایه نشانی با بخار شیمیایی	۸-۴-۵-
۱۵۵	لایه نشانی با بخار فیزیکی	۸-۴-۶-
۱۵۵	لایه نشانی با بخار شیمیایی به کمک پلاسما	۸-۴-۷-
۱۵۶	القاء یونی	۸-۴-۸-
۱۵۶	فرآیندهای سطحی با لیزر	۸-۴-۹-
۱۵۷	مقایسه روشهای سختکاری سطحی	۸-۵-
۱۵۷	سختی (مقاومت به سایش)	۸-۵-۱-
۱۵۸	هزینه عملیات	۸-۵-۲-
۱۵۹	دمای عملیات (تغییرات ابعادی)	۸-۵-۳-
۱۶۰	ضخامت پوشش / عمق نفوذ	۸-۵-۴-
۱۶۱	آشنایی با کلید فولاد	۹-
۱۶۲	فصلبندی کلید فولاد	۹-۱-
۱۶۳	نحوه جستجو در کلید فولاد	۹-۲-
۱۶۵	نحوه تعیین علامت (Symbol) فولاد	۹-۳-
۱۶۸	جداول کاربردی	۱۰-
۱۶۹	روشهای مرسوم سختی سنجی	۱۰-۱-
۱۶۹	راکول Rockwell	۱۰-۱-۱-
۱۷۰	برینل Brinell	۱۰-۱-۲-
۱۷۰	ویکرز Vickers	۱۰-۱-۳-
۱۷۰	سوپر فیشیال راکول	۱۰-۱-۴-
۱۷۱	جداول تبدیل سختی	۱۰-۲-
۱۷۱	تبدیل سختی ویکرز به راکول C	۱۰-۲-۱-
۱۷۲	تبدیل سختی به استحکام	۱۰-۳-
۱۷۴	روابط تبدیل واحد	۱۰-۴-
۱۷۴	طول، فشار، توان و ..	۱۰-۴-۱-
۱۷۵	درجه سیلیسیوس به فارنهایت	۱۰-۴-۲-
۱۷۵	میکرون به میلیمتر	۱۰-۴-۳-

صفحه	موضوع	فصل
۱۷۶	محاسبه وزن فولاد	۵-۱۰-
۱۷۶	مقدمه	۱-۵-۱۰-
۱۷۷	تسمه تخت	۲-۵-۱۰-
۱۸۲	مقاطع دایره و مربع	۳-۵-۱۰-
۱۸۵	نمودار آهن کربن	۶-۱۰-
۱۸۵	فازهای تعادلی دیاگرام فازی آهن-کربن	۷-۱۰-
۱۸۵	فریت α	۱-۷-۱۰-
۱۸۵	آستنیت γ	۲-۷-۱۰-
۱۸۶	سمانتیت Fe_3C	۳-۷-۱۰-
۱۸۶	فریت δ	۴-۷-۱۰-
۱۸۶	لدبوریت	۵-۷-۱۰-
۱۸۶	پرلیت	۶-۷-۱۰-
۱۸۷	منابع و مراجع	۱۱-

پیشگفتار

فولاد، بخش مهمی از خانواده بزرگ فلزات است و فولادهای صنعتی جایگاه مهمی در بین انواع مختلف فولادهای تولید شده در جهان دارد. هر چند میزان تولید فولادهای صنعتی در مقایسه با فولادهای ساختمانی بسیار کمتر است، اما چه به لحاظ ارزش اقتصادی و چه به لحاظ نقش مهمی که در گردش چرخهای اقتصادی جامعه دارد، این فولادها از اهمیت بالایی برخوردار هستند.

اغلب این فولادها عملیات حرارتی پذیر بوده و کتابهای بسیاری نیز در این زمینه منتشر شده است که تعدادی از آنها در قسمت منابع و مراجع آمده است. شرکتهای بزرگ فولادسازی داخلی و خارجی نیز در زمینه مشخصات فنی و روش عملیات حرارتی این فولادها اطلاعات کاربردی فراوانی منتشر نموده اند و کتاب و نرم افزار کلید فولاد نیز حاوی اطلاعات ارزشمندی در مورد آنالیز، کاربرد و عملیات حرارتی کلیه فولادها می باشد.

آنچه در این میان کمبودش احساس می شود، مجموعه ای بود کاربردی که فولادها و به ویژه فولادهای صنعتی موجود و مرسوم در بازار ایران را به صورت مختصر و مفید پوشش داده و سایر اطلاعات کاربردی و مورد نیاز در این زمینه مانند آشنایی با کلید فولاد، روشهای سختکاری سطحی و ... را فراهم آورد.

مجموعه حاضر گامی است کوچک در این راستا و به قول ابوسعید ابوالخیر، «خدا بیامرزد آن کس را که برخیزد و گامی به جلو نهد». به نقضهای فراوان آن معترفیم و خود را بسیار محتاج نقدها و نظرات راه گشای مخاطبین فرهیخته این مجموعه می دانیم.

لازم به ذکر است در گردآوری این مجموعه هر جا منابع مورد استفاده، اشاره مشخصی نداشته اند، از نتایج تجربیات عملی موجود در شرکت عملیات حرارتی مبتکران استفاده شده است.

نکته دیگری که باید در استفاده از این مجموعه رعایت شود این است که بایستی تمامی شرایط از جمله شکل قطعه، ابزارآلات موجود، ملاحظات فنی و خواص مورد انتظار در انتخاب روش عملیات حرارتی لحاظ گردد. در حقیقت این مجموعه بر آن است تا یک ایده کلی نسبت به موضوع فراهم نماید و پس از آن هنر عملیات حرارتی کار است تا از دل دما و زمان و روش کوئنچ و نحوه رفتار با قطعه، بهترین نتیجه را به دست آورد. اگر چه هدف اصلی این کتاب، کاربردی بودن آن بوده است اما سعی شده است محتوای علمی آن نیز قابلیت استناد داشته و بر اساس مراجع علمی، مورد بررسی چندباره قرار گرفته است.

در پایان دوباره یادآوری می شود که این مجموعه گام نخست است و قطعاً ویرایش های بعدی آن کیفیتی مناسب تر خواهد داشت، لذا منت نهاد و خواهش تیم گردآورنده این مجموعه را برآورده ساخته و چنانچه اصلاحی در محتوا لازم

دیدید و یا اضافه شدن مطلبی را باعث کامل تر شدن آن دانستید، ما را از نظرات خود بهره‌مند سازید.

نگارنده نیز چون شما اذعان دارد که عنوان کتاب از محتوای آن بزرگتر است، اما قطعاً با حمایت خوانندگان عزیز و اساتید گرامی، برخی قسمتهای کتاب از جمله قسمت انتخاب فولاد، مبانی عملیات حرارتی و سختکاری سطحی به لطف پروردگار در آینده‌ای نزدیک و در قالب کتابی جداگانه و یا به صورت ویرایش جدید این کتاب منتشر خواهد شد.

تعدادی از همکاران صنعتگر منت نهاده و پیش‌نویس اولیه کتاب را که در پاییز ۹۳ منتشر شد را بررسی کردند و پیشنهادهای ارزشمندی برای افزایش غنای آن ارائه نمودند که در تدوین نهایی مورد استفاده قرار گرفت، از همین روی بر خود لازم می‌دانم از لطف بی‌اندازه این عزیزان در همین جا سپاسگزاری نمایم.

لازم می‌دانم از همکاران عزیزم در گروه صنعتی مبتکران آقایان مهندس نوید عسگریان (مدیرعامل فولاد مبتکران) و مهندس محمدرضا پاشایی (مدیرعامل ساخت مبتکران) و به‌ویژه یاران و همراهانم در شرکت عملیات حرارتی مبتکران، آقایان مهندس سهراب رضایی، مهندس امیر محمدی نژاد و مهندس بهنام مجتبیایی، و خانمها مهندس فرزانه علی محمدی و مهندس پروین رحیمی، و همکاران قدیمی مجموعه خانمها مهندس صادق پور و مهندس خاتمی که در بازخوانی و ویرایش این مجموعه بنده را همراهی و اصلاحات ارزشمندی را پیشنهاد نمودند، سپاسگزاری نمایم.

همواره خود را قدردان محبتها و حمایتهای بی‌پایان پدر و مادر عزیزم و همدلی و همراهی همسر و دختر مهربانم می‌دانم و چشم انتظار روزی هستم که بتوانم گوشه‌ای از این محبتها و حمایتها و همدلی‌ها و همراهی‌ها را پاسخ گویم.

مهندس مجتبی چنارانی

مدیرعامل عملیات حرارتی مبتکران

زمستان ۱۳۹۶

@mojtabachenarani

<https://t.me/Industrialsteelbook>

mojtaba.chenarani@gmail.com

info@mobtakeranindg.com

نام فولاد:

1.2344

سایر اسامی معادل:

H13, W302, SKD61

ترکیب شیمیایی:

C	Si	Mn	Cr	Mo	V
0.37-0.43	0.9-1.2	0.3-0.5	4.8-5.5	1.2-1.5	0.9-1.1

خواص:

این فولاد مرسومترین گرید فولاد ابزار گرمکار می باشد و از لحاظ خواص مشابه فولاد 1.2343 است با این تفاوت که میزان تمامی عناصر آلیاژی آن بالاتر بوده و مقدار قابل توجهی وانادیوم دارد که به حفظ خواص مکانیکی در دمای بالا کمک می کند.

این فولاد خواص استحکامی گرم بسیار خوب داشته و مقاومت به سایش خود را در دمای بالا به خوبی حفظ می نماید. چقرمگی مناسبی داشته و در برابر تشکیل رگه های ریز در دمای بالا (heat Check) به ویژه در قالبهای دایکست مقاوم است. همچنین امکان خنک کاری حین کار با آب را نیز دارد.

کاربرد:

مشابه فولاد 1.2343 است، با این تفاوت که به دلیل خواص مکانیکی بالاتر در دمای بالا، عملکرد بهتری دارد. اکستروژنهای سرد شونده با روغن یا هوا و ماندلرهای سوراخ کن شمش پرسهای اکستروژن از جمله کاربردهای این فولاد است. سایر کاربردهای آن عبارتند از: تجهیزات دایکست، قالبهای فرم دهی، اینسرتهای قالب، تیغه های برش داغ، و قالب ذوب پلاستیک.

نکته: از بین روشهای مختلف عملیات حرارتی، روش عملیات حرارتی تحت خلاء بهترین خواص را برای این فولاد ایجاد می کند.

آنیل:

نگهداری در دمای 750°C تا 800 به مدت ۲ ساعت، سردکردن آهسته در کوره تا 600°C با سرعت 10°C/h تا 20 ، سردکردن در هوا، سختی پس از آنیل تا 205 HB .

تنش زدایی:

نگهداری در دمای 600°C تا 650 به مدت یک تا ۲ ساعت، سردکردن آهسته در کوره تا 450°C و سپس خنک کردن در هوا.

سختکاری:

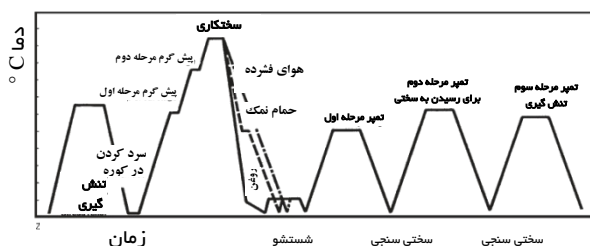
۱ - آستینیته کردن :

قطعات در 600°C به مدت ۱۵ دقیقه و در دمای 840°C به مدت ۱۵ دقیقه همدمای شده و سپس در دمای 1020°C تا 1080°C به مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقه آستینیته می‌شوند.

۲ - کوئنچ:

سختی HRC ۵۱ تا ۵۴: هوای فشرده یا خلاء

سختی HRC ۵۲ تا ۵۶: روغن، حمام نمک (500°C تا 550°C).



نکته:

چنانچه از روش کوئنچ در نمک استفاده شود، بایستی قطعات در حمام نمک به مدت ۱۵ دقیقه به منظور همدمایی نگه‌داشته شود و سپس در هوا خنک گردد.

۳ - تمپر تنش گیری:

نگهداری در دمای 120°C و سرد شدن در هوا. زمان نگهداری تابع روش کوئنچ است. روغن: ۴ ساعت، نمک 500°C : ۲ ساعت، هوای فشرده یا خلاء: ۱ ساعت

نکته:

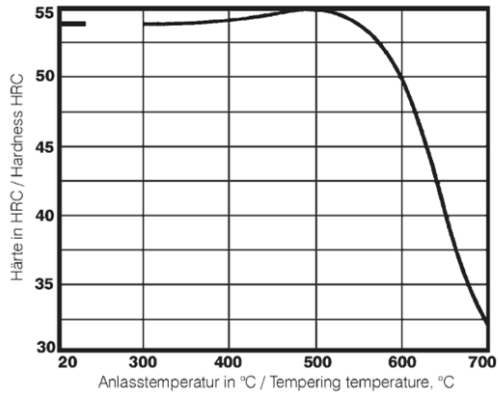
به منظور پایدار سازی می‌توان قطعات را به مدت ۲ ساعت در دمای 100°C تا 195°C نگهداری نمود.

۴ - تمپر نهایی:

تمپر اول: نگهداری حداقل ۲ ساعت در دمای 530°C (30°C درجه سانتیگراد بالای دمای تشکیل سختی ثانویه).

تمپر دوم: نگهداری حداقل ۲ ساعت در دمای حدود 600°C متناسب با سختی مورد نظر (برای تعیین دقیق دمای تمپر از گراف زیر استفاده شود).

تمپر سوم: نگهداری حداقل ۲ ساعت در 30°C تا 50°C زیر دمای تمپر مرحله دوم برای تنش‌زدایی حاصل از سختی ثانویه.



نمونه قطر ۵۰mm آستنیت‌ه شده در دمای ۱۰۵۰ °C

نیتراسیون:

امکان انجام انواع روشهای نیتراسیون بر روی این فولاد وجود دارد.
نمودار TTT: دمای Ms: ۳۰۰ °C، دماغه پرلایت: ۲۴، ۷۵۰ °C دقیقه،
دماغه بینیت: ۳۱۵، ۱۵ دقیقه



روش‌های خرید کتاب

۱- لینک خرید اینترنتی کتاب به ادرس -<https://goo.gl/a3VQt9>

لازم به ذکر است هزینه ارسال هر سفارش (به هر تعداد) به هر نقطه ایران ۵ هزار تومان می باشد.

۲- خرید مستقیم از کتابفروشی محسن به ادرس: تهران، خیابان انقلاب، روبروی تربیت بدنی -
: دانشگاه تهران، جنب بانک صادرات پلاک ۱۳۵۶. تلفن. ۰۲۱۶۶۴۹۲۶۶۲

۳- واریز قیمت کتاب (۱۵ هزار تومان به ازای هر جلد) و هزینه ارسال (۵ هزار تومان به ازای هر سفارش، به هر تعداد) به شماره کارت :

۶۲۱۹۸۶۱۰۲۷۰۲۱۰۵۳

بانک سامان

به نام مجتبی چنارانی

سامانه اطلاعات جامع
و ارسال فیش واریز و ادرس و کد پستی به ادرس تلگرامی زیر @mojtabachenarani

فعالیت‌های اقتصادی