جدول۳۱ ـ۳ انواع کوره‌های ذوب

نام سوخت	شکل سوخت	فلزی که ذوب می گردد	نوع کوره
زغال	پودر زغال نوع بیتومینی یا انتراسیت به صورت بریکت و تکه	چدن	شعله ای (رودباد ده)
کک	به صورت تکه	چدن	کوپل
مواد نفتی	مایع	فلزات غیر آهنی	کوره بوته‌ای
(گازوئیل یا مازوت)		فلزات غیر آهنی	بوته‌ای
		چدن، فولاد	زیمنس ـ مارتین
		فلزات غیر آهنی	بوته‌ای
گاز		چدن، فولاد	زیمنس ـ مارتین
		چدن	کوپل
	قوس مستقیم	فولاد، چدن	کورهٔ قوس الکتریکی یک، دو و سه فازی
الکتریسیته	قوس غیر مستقیم	فلزات غیر آهنی	کورهٔ قوس تشعشعی
		چدن	
	مقاومتی	فلزات غیر آهنی	کورهٔ قوس مقاومتی
	القائی	تمام فلزات	بوته‌ای و نوع گردان

جدول۳۲ ـ۳ تأثیر گرم کردن مواد شارژ در شرایط ذوب

شارژ گرم شده تا درجهٔ حرارت ۴۰۰ °C	شارژ در درجهٔ حرارت محیط	شرایط ذوب
۱۴۵	۹۰	سرعت ذوب (کیلوگرم بر ساعت)
۶۰	...	درصد افزایش سرعت ذوب
۵	۳۵	افت درجه حرارت با شارژ ۱۰٪ ظرفیت بوته
۴/۵	۶/۷	مصرف سوخت برای ۱۰۰ کیلو مذاب
۳۲/۸	...	برحسب کیلوگرم
۵۵۵	۱۰۵۵	درصد تقلیل مصرف سوخت
		درجه حرارت سوخت

جدول۳۳ـ۳ درصد اتلافات عناصر مختلف در تحت شرایط نوع شارژ و کوره

عنصر	شمش های اولیه			برگشتی ها و قراضه ها		
	کورهٔ الکتریکی	کورهٔ شعله ای	کورهٔ بوته‌ای	کورهٔ الکتریکی	کورهٔ شعله ای	کورهٔ بوته‌ای
آلومینیوم	۱ ـ۱/۲	۱ ـ۲	۱ ـ۱/۵	۱ ـ۲	۲/۵ ـ۳	۱/۵ ـ۲
منیزیم	۲ ـ۳	۳ ـ۵	۲/۵ ـ۳/۵	۳ ـ۵	۳ ـ۱۰	۳ ـ۶
برلیم	۲ ـ۳	۳ ـ۵	۲/۵ ـ۳/۵	۳ ـ۵	۵ ـ۱۰	۳ ـ۶
سدیم	۲ ـ۳	۳ ـ۵	۲/۵ ـ۳/۵	۳ ـ۵	۵ ـ۱۰	۴ ـ۷
روی	۱ ـ۳	۲ ـ۴	۱ ـ۳	۲ ـ۳	۳ ـ۵	۲ ـ۴
منگنز	۰/۵	۱ ـ۲	۰/۵ ـ۱	۱ ـ۲	۲ ـ۳	۱ ـ۲
قلع	۰/۵	۱ ـ۱/۵	۰/۵ ـ۱	۱ ـ۱/۵	۱/۵ ـ۲	۱/۵ ـ۲
آهن	۰/۵	۰/۵ ـ۱	۰/۵	۰/۵	۰/۵ ـ۱	۰/۵
نیکل	۰/۵	۰/۵ ـ۱	۰/۵	۰/۵	۰/۵ ـ۱	۰/۵
سیلیسیم	۰/۵	۱ ـ۱/۵	۰/۵ ـ۱	۱ ـ۱/۵	۱/۵ ـ۲	۱ ـ۲
مس	۰/۵	۱ ـ۲	۰/۵ ـ۱	۱ ـ۲	۲ ـ۳	۱ ـ۲
سرب	۰/۵ ـ۲	۱ ـ۲	۱ ـ۲	۱ ـ۲	۱/۵ ـ۲/۵	۱ ـ۲

جدول۳۴ـ۳ قابلیت انحلال هیدروژن در آلومینیوم و چند آلیاژ آن

آلیاژ	قابلیت انحلال PPM
آلومینیوم خالص	۱/۲
آلیاژ آلومینیوم با ۷درصد سیلیسیم و ۳ درصد منیزیم	۰/۸۱
آلیاژ آلومینیوم با ۴/۵درصد مس	۰/۸۸
آلیاژ آلومینیوم با ۱۶ درصد سیلیسیم و ۳/۵ درصد مس	۰/۶۷
آلیاژ آلومینیوم با ۴ درصد منیزیم و ۲ درصد سیلیسیم	۱/۱۵

جدول۳۵ـ۳ مقایسه خواص مواد گاز زدا

ازت N_2	کلرور آلومینیوم $AlCl_3$	هگزا کلرو اتان C_2Cl_6	کلر Cl_2	
تقریباً خوب	خوب	خوب	خیلی خوب	حذف هیدروژن
کم	خوب	خوب	خیلی خوب	حذف اکسید آلومینیوم
کم	خوب	خوب	خوب	القاء گاز پوششی در سطح مذاب
تر	خشک	خشک	خشک	نوع سرباره
زیاد	کم	کم	خیلی کم	مقدار فلز در سرباره
				استفاده برای
بله	بله	بله	بله	گاز زدایی تکباری (پاتیل)
بله	نه	نه	بله	گاز زدایی مداوم
خیلی خوب	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	کنترل مقدار گاز
پائین	نسبتاً پائین	نسبتاً پائین	پائین	قیمت نسبی
تعداد زیاد فلز در سرباره	رطوبت‌گیر	نسبتاً خورنده	سمی و خورنده	عیوب عمده

جدول ۳۶ـ۳ وزن مخصوص چند ترکیب در مقایسه با فلز مذاب

فلزات	وزن مخصوص در حالت مایع g/cm^3	ترکیبات	وزن مخصوص ترکیبات g/cm^3
Cu	۸/۲۲	$CuCl_2$ CuO	۳/۰۵ ۵/۶
Al	۲/۳	Al_2O_3 $AlCl_3$ سرباره‌های اکسیدی	۴ ۱/۵۲ ۱/۸
Fe	۶/۹	FeO Fe_2O_3 Fe_2O_4 $FeCl_2$ $FeCl_3$ سرباره آهنی	۵/۱ ۲/۵۲ ۲/۸۰ ۳ ـ۴/۲
Mg	۱/۵	MgO $MgCl_2$	۳/۶ ۲/۳
Zn	۶/۵	ZnS $ZnCl_2$ ZnO	۳/۹ ۲/۷۵ ۵/۶
		خاک نسوز و Sio_2	۲

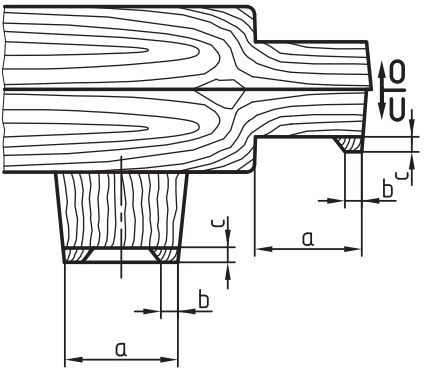
جدول ۳۷ـ۳ استاندارد شیب مدل بر اساس دین ۱۵۱۱

ارتفاع برحسب میلی‌متر	شیب برحسب درجه	ارتفاع برحسب میلی‌متر	شیب برحسب میلی‌متر
تا ۱۰	۳	تا ۲۵۰	۱/۵
۱۸-۱۰	۲	۳۲۰-۲۵۰	۲
۳۰-۱۸	۱ و ´۳۰	۵۰۰-۳۲۰	۳
۵۰-۳۰	۱	۸۰۰-۵۰۰	۴/۵
۸۰-۵۰	´۴۵	۱۲۰۰-۸۰۰	۷
۱۸۰-۸۰	´۳۰	۲۰۰۰-۱۲۰۰	۱۱
—	—	۴۰۰۰-۲۰۰۰	۲۱

جدول ۳۸ـ۳ شیب مدل براساس روش‌های قالب‌گیری دین ۱۵۱۱ آلمان

شرح	ارتفاع بر حسب میلی‌متر	نسبت شیب به ارتفاع
حالت اول: مدل از قالب جدا می‌شود.	تا ۱۰	$\frac{۱}{۲۰}$
	تا ۱۰۰۰	$\frac{۱}{۲۰۰}$
حالت دوم: قالب از مدل جدا می‌شود و مدل در قالب زیری باقی می‌ماند و یا قالب رویی همراه با مدل از قالب زیری جدا می‌شود.	تا ۱۰	$\frac{۱}{۱۵}$
	تا ۱۰۰۰	$\frac{۱}{۱۰۰}$
حالت سوم: ماسه از ماسه و یا قالب از قالب جدا می‌شود و مدلی در قالب وجود ندارد (مانند قالب‌گیری شابلونی).	تا ۱۰	$\frac{۱}{۵}$
	تا ۱۰۰۰	$\frac{۱}{۱۵}$

جدول ۳۹ـ۳ جدول ابعاد زه ریزش ماسه در ساختمان مدل



جدول زه ریزش ماسه	یک طرفه		دو طرفه	
پهنای تکیه‌گاه= a	c	b	c	b
تا ۵۰ میلی‌متر	۴	۸	۳	۶
تا ۱۰۰ میلی‌متر	۷	۱۴	۵	۱۱
تا ۲۰۰ میلی‌متر	۱۰	۲۲	۷	۱۸

جدول ۴۰ـ۳ کاستن برخی از چوب‌ها در جهات مختلف

نوع چوب	L٪	R٪	S٪	نوع چوب	L٪	R٪	S٪
افرا	۰/۱۱	۲/۰۶	۴/۱۳	داغداغان	۰/۱۰	۵/۳۷	۷/۱۷
بلوط	۰/۰۳	۲/۶۵	۴/۱۳	گردو	۰/۴۴	۵/۴۰	۱۰/۳۰
توسکا	۰/۳۰	۳/۱۶	۴/۱۵	جنگلی قرمز	۰/۲۰	۵/۲۵	۷/۰۳
زبان گنجشک	۰/۲۶	۵/۳۵	۶/۹۰	سرو	۰/۱۰	۳/۲۵	۶/۱۱
نوعی کاج	۰/۰۹	۲/۰۸	۲/۶۲	نارون	۰/۰۵	۳/۸۵	۴/۱۰
نوعی کاج	۰/۰۱	۲/۴۹	۲/۸۷	جنگلی سفید	۰/۲۱	۶/۸۲	۸

جدول۴۱ـ۳ تعداد قطاع‌های چوب برحسب قطر اسمی

قطر اسمی مدل برحسب میلی‌متر	حداقل تعداد قطاع
تا ۲۰۰	۳
۲۰۰ تا ۶۰۰	۵
۶۰۰ تا ۱۰۰۰	۷
۱۰۰۰ تا ۱۶۰۰	۹
۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰	۱۱
بالاتر از ۲۰۰۰	۱۳

جدول ۴۲ـ۳ درصد تلفات عناصر مختلف تحت شرایط نوع شارژ و کوره

عنصر	شمش‌های اولیه			قراضه‌ها و برگشتی‌ها		
	کوره الکتریکی	کوره شعله‌ای	کوره بوته‌ای	کوره الکتریکی	کوره شعله‌ای	کوره بوته‌ای
آلومینیوم	۱ـ۱/۲	۲ـ۱	۱ـ۱/۵	۲ـ۱	۲/۳ـ۵	۱/۲ـ۵
منیزیم	۳ـ۲	۵ـ۳	۲/۳ـ۵/۵	۵ـ۳	۱۰ـ۳	۶ـ۳
مس	۰/۵	۲ـ۱	۰/۱ـ۵	۲ـ۱	۳ـ۲	۲ـ۱
سیلیسیم	۵	۱ـ۱/۵	۰/۱ـ۵	۱ـ۱/۵	۱/۲ـ۵	۲ـ۱
آهن	۰/۵	۰/۱ـ۵	۰/۵	۰/۵	۰/۱ـ۵	۰/۵

جدول ۴۳ـ۳ شمش‌های اولیه مورد استفاده در آلیاژهای مس

نام عنصر	نقطه ذوب C°	چگال gr / cm^3	درصد خلوص	نحوه عرضه در بازار
مس	۱۰۸۵	۸/۹	۹۹/۵ـ۹۹/۹	ورق‌ها و مفتول‌ها
قلع	۲۳۲	۷/۳	۹۹/۵ـ۹۹/۹	شمش و مفتول
سیلسیم	۱۴۰۰	۲/۴	۹۹/۵ـ۹۹/۸	شمش و سیلیسیم کریستالیزه
روی	۴۱۹	۷/۱	۹۹/۵ـ۹۹/۹	شمش با جرم‌های مختلف
سرب	۳۲۷	۱۱/۳	۹۹/۵ـ۹۹/۸	شمش‌های قابل برش
نیکل	۱۴۵۳	۸/۹	۹۹/۵ـ۹۹/۹	انواع شمش‌های کاتدی و ساچمه

جدول ۴۴ـ۳ مشخصات برنج‌ها نسبت به رنگ

رنگ	درصد مس
مسی	بیش از ۹۸
زرد تیره	۹۰
قرمز	۸۰ـ۸۵
زرد روشن	۶۵ـ۷۰
زرد متمایل به سفید	۶۰

جدول ۴۵ـ۳ فشار بخار روی در برنج مذاب (میلی‌متر جیوه)

درجه حرارت °C	٪ ۴۰	٪ ۳۵	٪ ۳۰	٪۲۰
۹۰۰	۱۶۰	۱۲۵	۹۰	۳۰
۱۰۰۰	۴۳۰	۳۳۰	۲۳۰	۸۰
۱۱۰۰	۹۸۰	۷۶۰	۵۴۰	۱۸۰
۱۲۰۰	۲۰۰۰	۱۵۵۰	۱۱۰۰	۳۷۰

جدول ۴۶ـ۳ ترتیب افزودن عناصر در آلیاژسازی مس

نام آلیاژ	مس	قلع	روی	سرب	نیکل	فسفر	مشخصات
برنج	۱	ـ	۲	ـ	ـ	ـ	بعد از افزایش روی به‌هم زده شود
برنج قلع	۱	۲	۳	ـ	ـ	ـ	بعد از افزایش روی به‌هم زده شود
آلیاژ توپ ۲ـ۱۰ـ۸۸	۱	۲	۳	ـ	ـ	ـ	قبل از ریختن خوب مخلوط شود
آلیاژ توپ ۵ـ۵ـ۵ـ۸۸	۱	۲	۴	۳	ـ	ـ	قبل از ریختن خوب مخلوط شود
فسفر برنز	۱	ـ	۳			۲ و ۴	قبل از ریختن خوب مخلوط شود
ورشو	۱ و ۲	۳	۵	۴	۱ و ۲	ـ	قبل از ریختن خوب مخلوط شود
نیکل و برنز	۱ و ۲	ـ	ـ	ـ	۱ و ۲	ـ	قبل از ریختن خوب مخلوط شود

نحوه استفاده از جدول:

مثال آلیاژ ورشو ابتدا مس و نیکل را با هم اضافه می‌کنیم سپس قلع را اضافه می‌کنیم بعد از آن سرب اضافه می‌شود و آخرین مرحله روی اضافه می‌گردد.

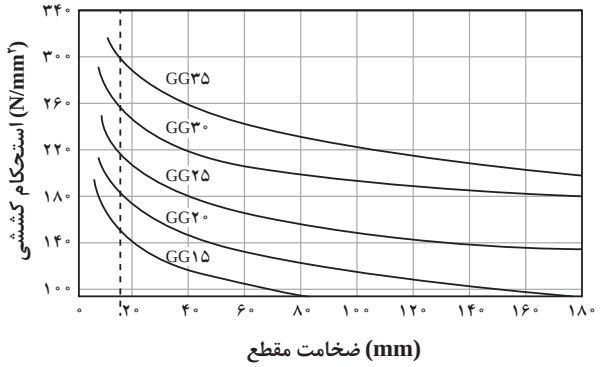
جدول ۴۷ـ۳ گرافیت‌های ورقه‌ای از نظر شکل

نوع گرافیک	خواص مکانیکی	جوانه‌زایی	کربن معادل	سرعت انجماد	کیفیت سطح براده‌برداری شده
A	خوب	به‌خوبی انجام شده	در حد یوتکتیک	مناسب	مناسب
B	ضعیف	نامناسب	نزدیک به یوتکتیک	مناسب	نامناسب
C	بسیار ضعیف	انجام شده	بالای یوتکتیک	آهسته	کاملاً مناسب
D	بهتر از نوع A	انجام شده	در حد یوتکتیک	بالا (قالب فلزی)	عالی
E	بهتر از نوع A	انجام شده	پایین نقطه یوتکتیک	نسبتاً بالا	مناسب

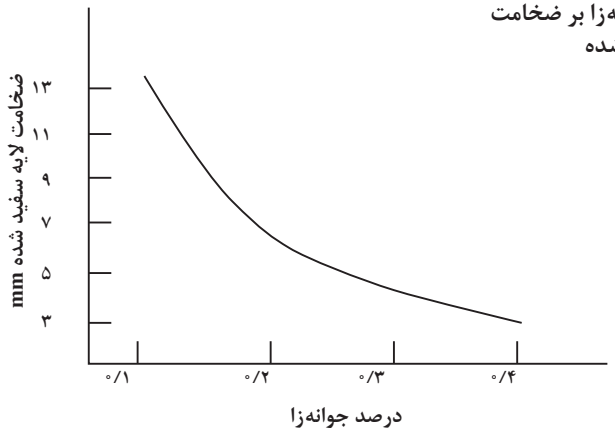
جدول ۴۸ـ۳ تقسیم‌بندی گرافیت‌ها از نظر اندازه

شماره اندازه	طول گرافیت (mm)
I	بزرگ‌تر از ۱
II	۰/۵ـ۱
III	۰/۲۵ـ۰/۵
IV	۰/۱۲ـ۰/۲۵
V	۰/۰۶ـ۰/۱۲
VI	۰/۰۳ـ۰/۰۶
VII	۰/۰۱۵ـ۰/۰۳
VIII	کمتر از ۰/۰۱۵

جدول ۴۹ـ۳ تغییرات مقاومت کششی بر حسب ضخامت مقطع برای چدن خاکستری



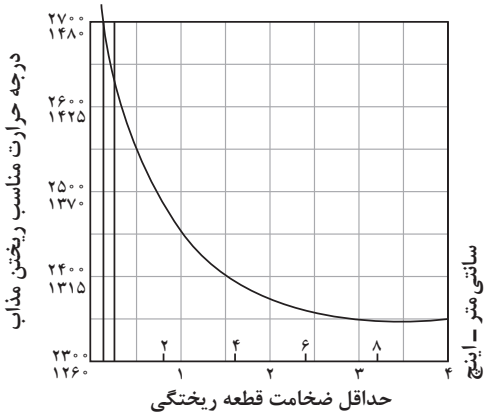
تأثیر مواد جوانه‌زا بر ضخامت قسمت سفید شده



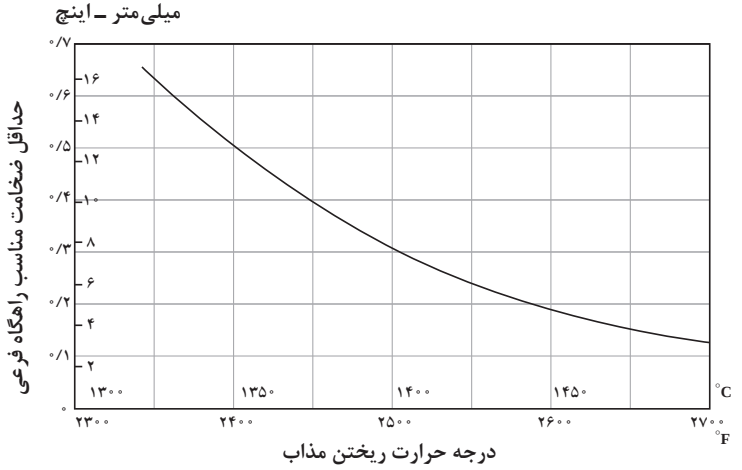
جدول ۵۰ـ۳

وزن قطعه ریختگی (کیلوگرم)	مجموع سطوح مقاطع فرعی (سانتی‌متر مربع)	
	راهگاه بارریز بلند	راهگاه بارریز کوتاه
۱۰	۲/۵	۳/۲
۳۰	۳	۳/۸
۵۰	۳/۵	۴/۵
۱۰۰	۴	۶
۵۰۰	۶	۱۰
۱۰۰۰	۹	۱۵

نمودار دمای مذاب‌ریزی بر حسب حداقل ضخامت قطعه



نمودار حداقل ضخامت نسبت راهگاهی براساس دمای مذاب‌ریزی

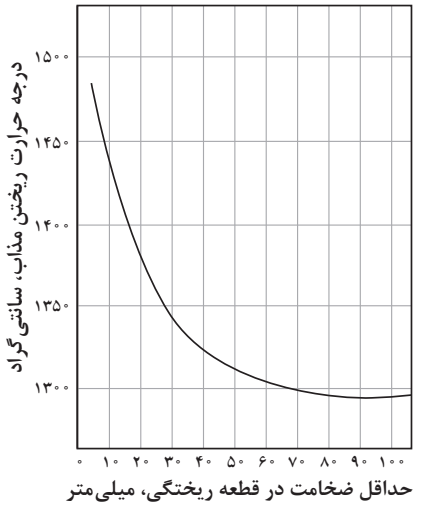


جدول ۵۱ـ۳

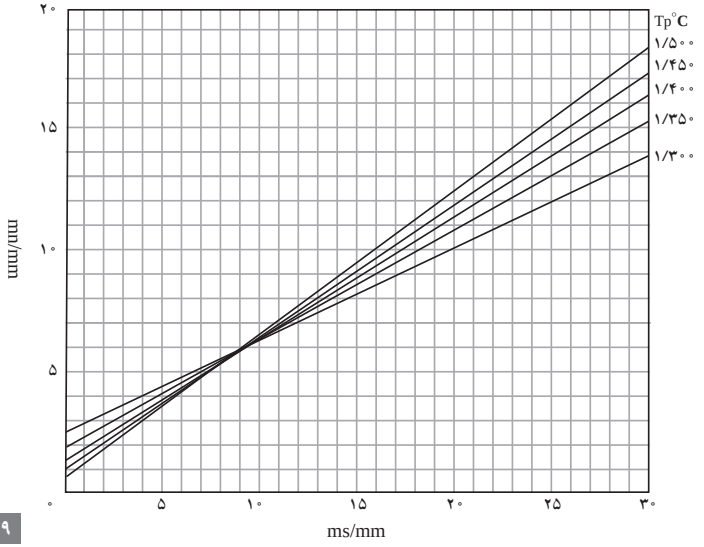
جرم قطعه ریختگی کیلوگرم	حداکثر عرض راهگاه فرعی متر	حداقل فاصله بین دو راهگاه فرعی مجاور متر
۵	۰/۰۱۹	۰/۰۳۷
۵۰	۰/۰۳۲	۰/۰۶۲
۵۰۰	۰/۰۵	۰/۰۷۵
۵۰۰۰	۰/۰۷۵	۰/۱۲۵
۵۰۰۰۰	۰/۱۲۵	۰/۲۰

تغذیه‌گذاری چدن‌ها خاکستری

نمودار دمای مذاب‌ریزی براساس حداقل ضخامت قطعه



تعیین مدول گلویی براساس دمای مذاب‌ریزی و حداقل مدول قطعه



جدول ۵۲ـ۳ انواع روش‌های سختی‌سنجی رایج با مشخصات آنها

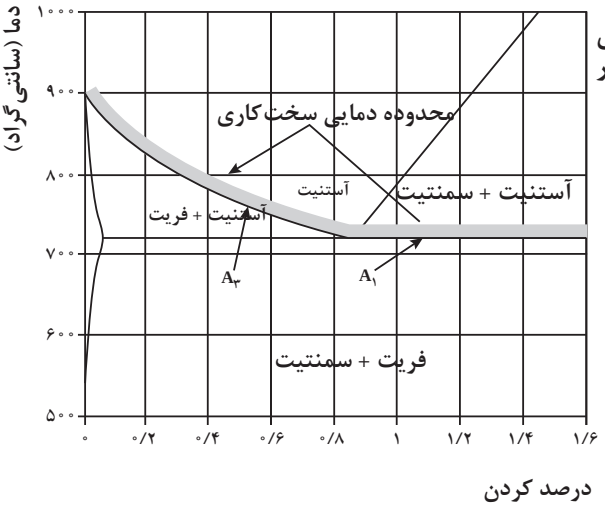
روش‌های سختی‌سنجی		نماد	شکل و جنس فرورونده	میزان بار اعمالی (کیلوگرم نیرو)	محدوده سختی قابل قبول	کاربردها
راکول	راکول A	HRA	مخروطی الماسی	۶۰	HRA ۲۰ـ۸۸	فولاد نازک و فولادهای سخت شده سطحی، کارپیدها
	راکول B	HRB	ساچمه فولادی	۱۰۰	HRB ۲۰ـ۱۰۰	آلومینیوم و آلیاژهای آن، مس و آلیاژهای آن، فولادهای نرم و چدن مالیبل
	راکول C	HRC	مخروطی الماسی	۱۵۰	HRC ۲۰ـ۷۰	انواع فولادها و چدن‌ها و آلیاژهای غیرآهنی سخت
برینل		HB	ساچمه: فولاد / کاربید تنگستن	۱ـ۳۰۰۰	HB ۲۰ـ۷۳۹	کلیه فلزات با سختی کم و متوسط (برای فلزات با سختی بالا کاربرد ندارد)
ویکرز		HV	هرم الماسی	۱ـ۱۲۰	HV ۸۰ـ۱۰۷۶	تمامی فلزات آهنی و غیرآهنی، ورق‌های فولادی، پوشش‌های سطحی

جدول ۵۳ ـ۳ انتخاب نیرو و قطر ساچمه برای آزمایش سختی برینل با توجه نوع فلز یا آلیاژ

ضخامت قطعه مورد آزمایش (mm)	قطر ساچمه (mm)	نیرو بر حسب کیلوگرم نیرو برای آلیاژهای مختلف			
		فولاد و چدن	آلیاژهای مس	آلیاژهای آلومینیوم	آلیاژهای سرب
> ۶	۱۰	۳۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰
> ۳	۵	۷۵۰	۲۵۰	۱۲۵	۶۲/۵
> ۱/۲	۲/۵	۱۸۷/۵	۶۲/۵	۳۱/۲۵	۱۵/۶۲۵
	علامت اختصاری	$HBN_{۳۰}$	$HBN_{۱۰}$	$HBN_{۵}$	$HBN_{۲/۵}$

جدول ۵۴ـ۴ انتخاب روش سختی‌سنجی

	مواد نرم	مواد نسبتاً سخت	مواد با سختی بالا
برینل	●	●	
ویکرز	●	●	●
راکول B	●	●	
راکول C		●	●



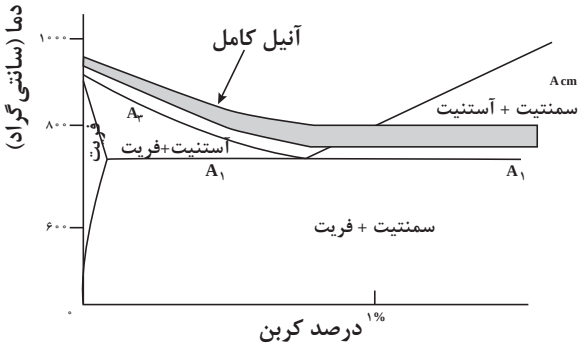
محدوده دمایی سخت کاری برای فولادهای هیپو و هیپر یوتکتوئید

جدول ۵۵ـ۳ مدت زمان نگهداری قطعات در ناحیه آستنیت بر حسب قطر یا ضخامت

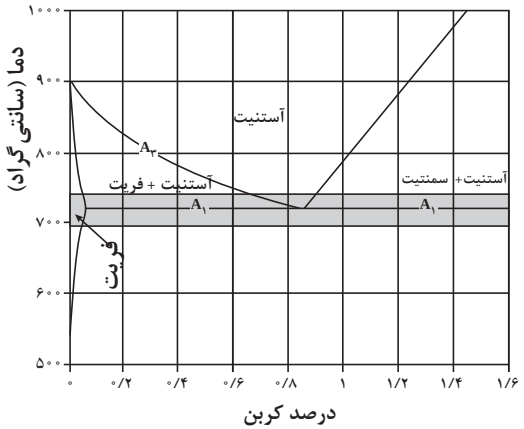
قطر یا ضخامت فلز (اینچ)	زمان نگهداری در منطقه آستنیت (دقیقه)
۱	۳۰
۱ـ۲	۳۰
۲ـ۳	۴۵
۳ـ۴	۶۰
۴ـ۵	۶۰
۵ـ۸	۹۰

جدول ۵۶ـ۳ ترکیب مواد کربوره‌کننده در سمانتاسیون جامد

ردیف	زغال چوب	کربنات باریم	کربنات کلسیم	سود خشک	کک	کربنات سدیم
۱	۸۷	ـ	۳	۱۰	ـ	ـ
۲	۹۰ـ۸۵	ـ	ـ	۱۵ـ۱۰	ـ	ـ
۳	۹۰	۱۰	ـ	ـ	ـ	ـ
۴	۶۰	۴۰	ـ	ـ	ـ	ـ
۵	۴۵	۱۲	ـ	ـ	۴۳	ـ
۶	۵۵	۱۲ـ۱۰	ـ	ـ	۳۰	۵ـ۳
۷	۸۷	۱۰	۲	ـ	ـ	۱



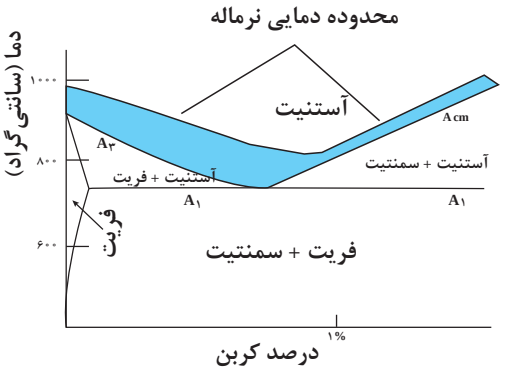
شکل محدودهٔ دمایی آنیل کامل در فولادها (منطقه خاکستری رنگ)



شکل محدوده عملیات حرارتی آنیل کروی کردن

جدول۵۷ـ۳ دما و زمان‌های توصیه شده جهت تنش‌گیری چدن‌های خاکستری و نشکن

نوع چدن	محدوده ضخامت مقطع	سیکل تنش‌گیری توصیه شده
چدن خاکستری غیرآلیاژی	تا ۵۰ میلی‌متر ۵۰ـ۱۰۰ میلی‌متر بیش از ۱۰۰ میلی‌متر	۲ ساعت در دمای ۵۶۵ـ۵۷۹°C ۱/۵ ساعات برای هر ۲۵ میلی‌متر ضخامت در دمای ۵۶۵ـ۵۷۹°C ۶ ساعت در دمای ۵۶۵ـ۵۷۹°C
چدن خاکستری کم آلیاژ، با استحکام بالا چدن با گرافیت ورقه‌ای	تا ۵۰ میلی‌متر ۵۰ـ۱۰۰ میلی‌متر بیش از ۱۰۰ میلی‌متر	۲ ساعت در دمای ۵۶۵ـ۵۹۵°C ۱/۵ ساعات برای هر ۲۵ میلی‌متر ضخامت در دمای ۵۶۵ـ۵۹۵°C ۶ ساعت در دمای ۵۶۵ـ۵۹۵°C
چدن‌های پر آلیاژ	تا ۵۰ میلی‌متر ۵۰ـ۱۰۰ میلی‌متر بیش از ۱۰۰ میلی‌متر	۲ ساعت در دمای ۵۹۵ـ۶۹۴°C ۱/۵ ساعات برای هر ۲۵ میلی‌متر ضخامت در دمای ۵۹۵ـ۶۹۴°C ۶ ساعت در دمای ۵۹۵ـ۶۹۴°C

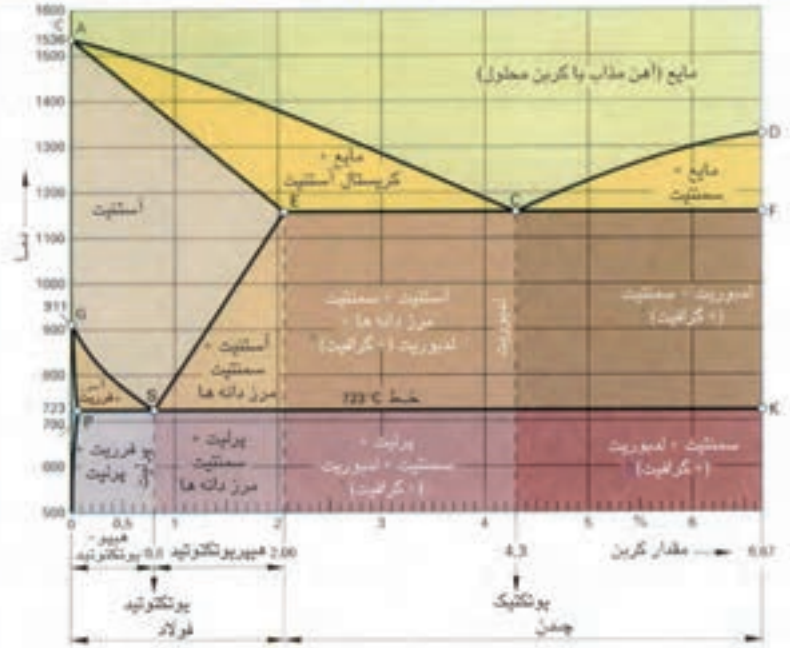


شکل محدوده نرماله کردن فولادها بر روی منحنی آهن ـ کربن که با رنگ آبی مشخص شده است.

جدول ۵۸ـ۳ دمای آستنیته کردن فولادهای کربنی

نوع فولاد کربنی	دما	
	سانتی‌گراد	فارنهایت
۱۰۱۵	۹۱۵	۱۰۱۵
۱۰۲۵	۹۰۰	۱۶۵۰
۱۰۴۰	۸۶۰	۱۵۷۵
۱۰۶۰	۸۳۰	۱۵۲۵
۱۰۸۰	۸۳۰	۱۵۲۵

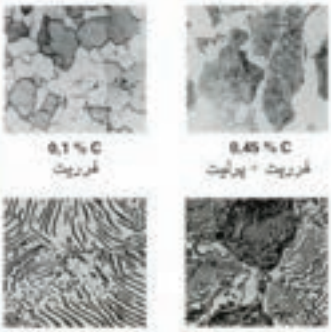
عملیات حرارتی فولادها- نگاه کلی



در آهن با مقدار کربن بالای 2,06% (چدن) و مقدار اضافی سیلیسیم، قسمتی از کربن به شکل گرافیت جدا می شود.

زمینه فولادهای غیرآلیاژی

مقدار کربن و شکل زمینه
اچ کردن : اسید نیتریک الکلی 3%
بزرگنمایی حدود 1 : 500



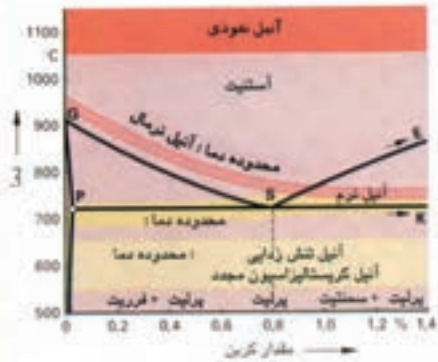
0,1 % C
فریت

0,45 % C
فریت + پرلیت

0,8 % C
پرلیت

1,3 % C
فریت + سمنتیت مرز دانه ها

عملیات حرارتی فولادها



جدول ۵۹ـ۳ خواص مواد مانت کردن سرد

خواص	اپوکسی	اکریلیک	پلی‌استر
پیک درجه حرارت	۳۸ ـ ۱۹۰°C	۶۵ ـ ۷۰°C	۳۵ ـ ۴۰°C
سختی شور D	۸۲	۸۰	۷۶
زمان خودگیری	۳۰ دقیقه تا ۸ ساعت	۸ ـ ۵ دقیقه	۸ ـ ۶ ساعت
توضیحات	سختی متوسط، کشیدگی کمتر، شفاف	خودگیری سریع، نیمه‌شفاف، کشیدگی کم	شفاف، ضد آب

جدول ۶۰ ـ۳ مشخصات رزین‌های مانت گرم

ویژگی مواد مانت	فنولیک‌ها	اکریلیک‌ها	اپوکسی(شیشه‌ای)	دیالیل فتالات‌ها
شکل	دانه‌ای	پودر	دانه‌ای	دانه‌ای
جرم مخصوص(gr/cm^3)	۱/۴	۰/۹۵	۱/۷۵ ـ ۲/۰۵	۱/۷ ـ ۱/۹
رنگ‌ها	سیاه، قرمز، سبز	شفاف	سیاه	آبی، سیاه
کشیدگی (فشردگی) (in/in)	۰/۰۰۶	N/A	۰/۰۰۱ ـ ۰/۰۰۳	۰/۰۰۱ ـ ۰/۰۰۳
ضریب انبساط خطی ($in/in/^\circ C \times 10^{-6}$)	۵۰	N/A	۲۸	۱۹
مقاومت شیمیایی	گلیکول، پتروشیمی‌ها، حلال، تعدادی اسیدها و بازها	الکل، اسید و قلیای رقیق، و اکسیدکننده‌ها	حلال‌ها، اسیدها، قلیاها	حلال‌ها، اسیدها، قلیاها
درجه حرارت مانت کردن (درجه سانتی‌گراد)	۱۵۰ ـ ۲۰۰	۱۸۵ ـ ۲۰۰	۱۴۳ ـ ۲۰۰	۱۶۰ ـ ۲۰۰
سختی	N/A	راکول M۶۳	بارکول ۷۲	N/A
زمان خودگیری (دقیقه)	۳ ـ ۵	۵ ـ ۷	۵	۵

جدول ۶۱ ـ ۳ محلول‌های اچ ماکروسکوپی برای فلزات غیر آهنی

نوع آلیاژ	معرف (محلول اچ)	ترکیب شیمیایی معرف	موارد مصرف
مس	۱ـ اسید نیتریک	(اسید نیتریک ۱۰ـ۵۰ cc) + (آب ۵۰ـ۹۰ cc)	اغلب آلیاژهای مس
	۲ـ کلروفریک اسیدی	(کلروفریک ۱۰ gr) + (اسید کلریدریک ۲۵ cc) + (آب ۱۰۰ cc)	آلیاژهای برنز قلع
	۳ـ اسید نیتریک و استیک	(اسید نیتریک ۴۰ cc) + (اسید استیک ۱۰ cc) + (آب ۵۰ cc)	برنج‌ها
آلومینیوم	Keller's reagent	(اسید نیتریک ۲۰ cc) + (اسید کلریدریک ۲۰ cc) + (اسید فلوریدریک ۵ cc) + (آب ۶۰ cc)	تمام آلیاژها
منیزیوم	نایتال	اسید نیتریک ۵ـ۱۰ cc + الکل متیلیک یا اتیلیک تا ۱۰۰ cc	تمام آلیاژها
روی و قلع	نایتال	اسید نیتریک ۲ـ۵ cc + الکل متیلیک یا اتیلیک تا ۱۰۰ cc	جهت درشت ساختارها

جدول ۶۲ ـ ۳ محلول‌های اچ ماکروسکوپی برای فلزات غیر آهنی

نوع آلیاژ	معرف (محلول اچ)	ترکیب شیمیایی معرف	موارد مصرف
مس	۱ـ پراکسید آمونیوم	(هیدروکسید آمونیوم ۲۰ cc) + (آب ۸ـ۲۰ cc)	اغلب آلیاژها و ساختارها (ساختار هسته‌دار نشده برنزها)
	۲ـ سولفات آمونیوم	(پر سولفات آمونیوم ۱۰ gr) + (آب ۹۰ cc)	مشابه بالا
	۳ـ اسید فریک کلراید	(کلروفریک ۵ـ۲۰ gr) + (آب یا الکل ۱۰۰ cc) + (اسید کلریدریک ۵ ـ ۵۰ cc)	برنج ـ هسته‌دار
	۴ـ alexander's reagent	(اسید استیک ۷۵٪ ۳۰ cc) + (استن ۳۰ cc) + (اسید نیتریک ۲۰ cc)	آلیاژهای برنز آلومینیوم (تمامی فازها)
آلومینیوم	۱ـ اسید فلوریدریک	(اسید فلوریدریک ۴۸٪ ۰/۵ـ۱ cc) + (آب ۱۰۰ cc)	تشخیص فازهای $NiAl_3$، Mg_2Si $FeAl_2$ و ریزساختارهای دیگر
	۲ـ Keller's reagent	(اسید فلوریدریک ۱ cc) + (اسید کلریدریک ۱/۵ cc) + (اسید نیتریک ۲/۵ cc) + (آب ۱۰۰ cc)	اندازه دانه‌های زمینه در برخی آلیاژها و تشخیص فازهای αAlFeSi، βAlMg ،NiAL۳
	۳ـ اسید سولفوریک	(اسید سولفوریک ۲۰ cc) + (آب ۷۰° ۱۰۰ cc)	سیاه شدن فاز αAlFeSi و خورده شدن فازهای βAlMg و MgSi
	۴ـ نیترات آهن	(نیترات آهن ۱۰ cc) + (آب ۱۰۰ cc)	تیره شدن فاز $CuAl_2$
روی و قلع	نایتال	اسید نیتریک ۲ـ۵ cc + الکل متیلیک یا اتیلیک تا ۱۰۰ cc	اکثر آلیاژهای آنها

جدول ۶۳ ـ ۳ محلول‌های اچ ماکروسکوپی برای چدن‌ها

معرف (محلول اچ)	ترکیب شیمیایی	شرایط کاربردی	موارد مصرف
۱ـ محلول شماره ۱ (Stead's No۱ Reagent)	(کلرور مس ۱۰gr) + (کلرور منیزیم ۴۰gr) + (اسید کلریدریک ۲۰ cc) + (الکل‌اتیلیک‌تا ۱۰۰۰ cc)	حل کلرور مس در ۱۵ـ۱۰ cc آب گرم ـ حل کلرور منیزیم ـ افزودن الکل و هم زدن ـ افزودن اسید کلریدریک با هم زدن (زمان انجام اچ ۳ تا ۴ ساعت در ترکیب سرد)	سل‌های یوتکتیک ـ چدن‌های خاکستری ـ تیره شدن سطح آنها و روشن‌تر شدن مرزدانه‌ها
۲ـ محلول اصلاح شده (Modified Fry's reagen)	(کلرور مس ۱۰gr) + (آب ۵۰ cc) + (اسید کلریدریک تا ۱۰۰ cc)	زمان ۶۰ ثانیه	مشابه بالا
۳ـ اسید کلریدریک ۱۰٪	(اسید کلریدریک ۱۰٪ ۱۰ cc) + (الکل اتیلیک تا ۱۰۰ cc)	زمان ۱ تا ۲۴ ساعت درجه حرارت نسبتاً بالا	بی‌اثر بر گرافیت‌ها و فسفیدها (تشخیص sterea)
۴ـ محلول آمونیاک پرسولفات	(آمونیوم پرسولفات ۱۰gr) + (آب تا ۱۰۰ cc)	افزودن چند قطره اسید سولفوریک قبل از مصرف	چدن‌های خاکستری ـ تمامی ساختارها ـ تیره شدن فسفیدها ـ تیره شدن سطح نمونه

جدول ۶۴ ـ ۳ محلول‌های اچ میکروسکوپی برای چدن‌ها

معرف (محلول اچ)	ترکیب شیمیایی	شرایط کاربردی	موارد مصرف
۱ـ پیکرال	(اسید پیکریک ۴gr) + (الکل اتیلیک ۱۰۰ cc)	زمان ۲ الی ۱۰ ثانیه	مصارف عمومی ـ اچ پرلیت ـ چدن‌های کم آلیاژ آستنیتی
۲ـ نایتال	(اسید نیتریک ۲ـ۵ cc) + (الکل اتیلیک تا ۱۰۰ cc)	زمان ۲ الی ۱۰ ثانیه (غوطه‌ورسازی)	چدن‌های خاکستری ـ تورم گرافیت ـ گاهی برای چدن‌های آستنیتی جهت نمایان شدن مرزدانه‌ها
۳ـ پیکرات سدیم قلیایی	(اسید پیکریک ۲gr) + (هیدروکسید سدیم ۲۵gr) + (آب تا ۱۰۰ cc)	غوطه‌ورسازی در حالت سرد ـ ولتاژ ۶v ـ چگالی ۲ـ۰/۵ A بر دسی‌متر مربع ـ ۲ ثانیه الی ۲۰ دقیقه	تیرگی کاربید آهن ـ روشن شدن فریت و فسفید ـ ادامه اچ تیرگی فسفید
۴ـ Murakami's reagent	(هیدروکسید پتاسیم ۱۰gr) + (فری سیانید پتاسیم ۱۰gr) + (آب تا ۱۰۰ cc)	۳ـ۲ ثانیه غوطه‌ورسازی ـ ادامه اچ با پیکرال در ۸۰°C در ۳۰ ثانیه	چدن‌های پر کرم ـ تیرگی فسفید (قرمز تیره) ـ روشن شدن فریت و سمنتیت ـ رنگ نارنجی سمنتیت
۵ـ اسید کلریدریک جوشان	(اسید کلریدریک ۱۰ cc) + (آب تا ۱۰۰ cc)	غوطه‌ورسازی در محلول جوشان	چدن های آستنیتی پر سیلیس ـ نمایان شدن ساختارها ـ مشاهده کاربیدها
۶ـ Corson's reagent	(اسید فلوریدریک ۱۰ cc) + (آب ۶۰ cc) + (اسید نیتریک ۱۰ cc)	غوطه‌ورسازی	چدن‌های پرسیلیس ـ نمایان شدن ترکیبات محلول
۷ـ اسید اکسالیک (الکترولیتی)	(اسید اکسالیک ۱۰gr) + (آب ۱۰۰ cc)	روش الکترولیتی ـ ولتاژ ۶v ـ چگالی ۲ـ۰/۵ A بر دسی‌متر مربع ـ زمان ۱۵ تا ۳۰ ثانیه	نمایان شدن کاربیدها (ترکیب شدید با کاربیدها باعث تیره رنگ شدن کاربیدها می‌گردد.)

جدول ۶۵ ـ ۳ محلول‌های اچ برای فولادهای ساده کربنی

معرف (محلول اچ)	ترکیب شیمیایی معرف	شرایط کاربردی	موارد مصرف
۱ـ نایتال	اسید نیتریک ۲cc + (الکل اتیلیک یا متیلیک (۹۵٪) تا ۱۰۰ cc	زمان از چند ثانیه تا ۱ دقیقه ـ برای قطعات عملیات حرارتی شده محلول پیکرال مناسب‌تر است.	تفاوت بین پرلیت، فریت و سمنتیت تفکیک مابین فریت و مارتنزیت ـ مشاهده مرزدانه‌های فریت
۲ـ پیکرال	اسید پیکریک ۴gr + (الکل اتیلیک یا متیلیک (۹۵٪) تا ۱۰۰ cc	زمان از چند ثانیه تا ۱ دقیقه یا بیشتر ـ (مصرف الکل خالص وقتی رطوبت اسید بیش از ۱۰٪ باشد) ـ (ظاهر شدن مرزدانه‌های فریت به خوبی محلول نایتال نیست)	مشاهده پرلیت ریز ـ مارتنزیت، مارتنزیت تمپر شده و بینیت ـ کاربیدها ـ انواع فولادهای کربنی عملیات حرارتی شده
۳ـ Vilella's reagent	اسید کلریدریک ۵cc + اسید پیکریک ۱gr + الکل اتیلیک یا متیلیک ۱۰۰ cc	کسب بهترین نتیجه در ساختارهای مارتنزیت تمپر شده	نمایان شدن اندازه دانه‌های آستنیتی
۴ـ اسید پیکریک	اسید پیکریک ۱cc + اسید کلریدریک ۲cc + الکل اتیلیک یا متیلیک ۱۰۰ cc	غوطه‌ورسازی ـ کسب بهترین نتیجه در ساختارهای: فولادهای کوئنچ و تمپر	اچ آستنیت باقی‌مانده ـ اندازه‌گیری دانه‌های آستنیت

جدول۶۶ـ۳جدول محلول‌های اچ برای فولادهای آلیاژی و مقاوم به حرارت

معرف (محلول اچ)	ترکیب شیمیایی معرف	شرایط کاربردی	موارد مصرف
۱ـ کلروفریک و اسید کلریدریک	کلروفریک ۵gr + اسید کلریدریک ۵۰ cc + آب مقطر ۱۰۰ cc	غوطه‌ورسازی	نمایان شدن ساختار فولادهای آستنیتی زنگ‌نزن نیکل‌دار ـ نمایان شدن ریزساختارها
۲ـ glycegia reagent	اسید نیتریک ۱۰ cc + اسید کلریدریک ۲۰ cc + گلیسیرین ۳۰ cc	تکرار اچ و پولیش‌کاری ـ قبل از افزودن اسید نیتریک، کلریدریک و اسید گلیسیرین مخلوط شوند (نمونه داخل آب داغ گرم شود)	فولاد تندبر، آستنیتی و منگنزی ـ آلیاژهای آهن و کرم و آستینتی
۳ـ کلرور مس و اسید کلریدریک	کلرور مس ۵gr + اسید کلریدریک ۱۰۰ cc + الکل اتیلیک ۱۰۰ cc + آب مقطر ۱۰۰ cc	در حال سرد	فولادهای آستنیتی و فریتی ـ تأثیر بر روی فریت (بر کاربیدها و آستینت بی‌اثر)
۴ـ محلول فری سیانید پتاسیم و هیدروکسید پتاسیم	فری سیانیپتاسیم ۵۰gr + هیدروکسیدپتاسیم ۵۰gr + آب مقطر ۱۰۰ cc	در حالت جوش ـ استفاده از محلول تازه ـ زمان ۲ ـ ۵ دقیقه ـ (بدون آغشته شدن با هر اسید چون HCN ایجاد می‌گردد).	آلیاژهای آهن کرم نیکل، آهن کرم منگنز و آلیاژهای وابسته ـ تشخیص فریت و فاز سیگما ـ شمارش کاربیدها در آلیاژهای نیکل
۵ـ Vilella's reagent	اسید کلریدریک ۵۰ cc + اسید پیکریک ۱gr + الکل اتیلیک یا متیلیک ۱۰۰ cc	غوطه‌ورسازی	فولادهای آلیاژی حاوی کرم، کرم ـ منگنز و کرم نیکل. تشخیص مرزدانه‌ها در فولادهای آستنیتی
۶ـ سولفات مس و اسید پرکلریک	سولفات مس ۱۰gr + اسید پرکلریک (۷۰٪) ۴۵cc	در حالت جوش ـ زمان ۱۵ دقیقه	فولادهای زنگ‌نزن، نمایان شدن پراکندگی کرم در مناطق کم کرم.

جدول ۶۷ ـ ۳ گروه فولادهای قابل عملیات حرارتی

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	آلمان (DIN)	آمریکا (AISI)	بهلر BOHLER		پلدی (POLDY)	روشلینگ (ROSHLING)	سوئد (آساب) (ASSAB)	بریتانیا (B.S)
			قدیم	جدید				
CK۲۲	۱/۱۱۵۱	۱۰۲۰		V۹۲۰	۰۷۰M۲۰			
CK۴۵	۱/۱۱۹۱	۱۰۴۵	H	V۹۴۵	W۶H	RM۴	SM۴	۰۸۰M۴۶
CK۶۰	۱/۱۲۲۱	۱۰۶۰	HH	V۹۶۰	W۵H			۰۶۰A۶۲
۳۰CrNiMo۸	۱/۶۵۸۰		VCN۲۰۰	V۱۴۵	BOZ-S	Monix۲		۸۲۳M۳۰
۳۴CrNiMo۶	۱/۶۵۸۲	۴۳۴۰	VCN۱۵۰	V۱۵۵		Monix۱۵	۷۰۵	۸۱۷M۴۰
۴۱Cr۴	۱/۷۰۳۵	۵۱۴۰	VC۱۴۰	V۵۰۰	AUTO D	VC۱۳۵		۵۳۰M۴۰
۴۲CrMo۴	۱/۷۲۲۵	۴۱۴۰	VCL۱۴۰	V۳۲۰	CM۵	MO۴۰	۷۰۹	۷۰۹M۴۰

جدول ۶۸ ـ ۳ گروه فولادهای قابل عملیات حرارتی

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	درصد متوسط ترکیب شیمیایی عناصر								دمای عملیات حرارتی مختلف (°C)				
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	آهنگری	آنیل	سخت‌کاری	محیط خنک‌کننده	برگشت
CK۲۲	۰/۲۲	۰/۴۰	۰/۵۵						۹۰۰_ ۱۱۰۰	۶۵۰_ ۷۰۰	۸۶۰_ ۹۰۰	آب	۵۵۰_ ۶۵۰
CK۴۵	۰/۴۵	۰/۴	۰/۶۵						۸۵۰_ ۱۱۰۰	۶۵۰_ ۷۰۰	۸۲۰_ ۸۶۰	آب، روغن	۵۵۰_ ۶۶۰
CK۶۰	۰/۶	۰/۴	۰/۷۵						۸۵۰_ ۱۰۵۰	۶۵۰_ ۷۰۰	۸۰۰_ ۸۴۰	آب، روغن	۵۵۰_ ۶۶۰
۳۰CrNiMo۸	۰/۳	۰/۴	۰/۴۵	۲/۰۰	۰/۴	۲/۰۰			۸۵۰_ ۱۰۵۰	۶۵۰_ ۷۰۰	۸۳۰_ ۸۶۰	روغن	۵۴۰_ ۶۸۰
۳۴CrNiMo۶	۰/۳۴	۰/۴	۰/۶۵	۱/۵۰	۰/۲۲	۱/۵۰			۸۵۰_ ۱۰۵۰	۶۵۰_ ۷۰۰	۸۳۰_ ۸۶۰	روغن	۵۴۰_ ۶۸۰
۴۱Cr۴	۰/۴۱	۰/۴	۰/۷۵	۱/۰۵					۸۵۰_ ۱۰۵۰	۶۸۰_ ۷۲۰	۸۲۰_ ۸۶۰	آب، روغن	۵۴۰_ ۶۸۰
۴۲CrMo۴	۰/۴۲	۰/۴۰	۰/۷۵	۱/۰۵	۰/۲۲				۸۵۰_ ۱۰۵۰	۶۸۰_ ۷۲۰	۸۲۰_ ۸۶۰	آب، روغن	۵۴۰_ ۶۸۰

جدول ۶۹ـ۳ گروه فولادهای سمانتاسیون

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	آلمان (DIN)	آمریکا (AISI)	بهلر BOHLER		پلدی (POLDY)	روشلینگ (ROSHLING)	سوئد (آساب) (ASSAB)	بریتانیا (B.S)
			قدیم	جدید				
CK۱۵	۱/۱۱۴۱	۱۰۱۵						
۱۴NiCr۱۴	۱/۵۷۵۲	۳۴۱۵	ECN۳۴	E۲۰۰				۶۵۵M۱۳
۱۵CrNi۶	۱/۵۹۱۹	۳۱۱۵	ECN۱۵۰	E۲۳۰	CNI			S۱۰۷
۱۸CrNi۸	۱/۵۹۲۰	۳۲۱۵	ECN۲۰۰	E۲۲۰		RECN	۷۲۱۰	EN۳۲۰
۲۱CrNiMo۲	۱/۶۵۲۳	۸۶۲۰		E۱۱۶	NCA			
۱۶MnCr۵	۱/۷۱۳۱	۵۱۱۵	ECN۸۰	E۴۱۰	EC۸۰	EC۸۰		۵۲۷M۱۷
۲۰MnCr۵	۱/۷۱۴۷	۵۱۲۰	ECN۲۰۰		EC۲۰۰			

جدول ۷۰ـ۳ گروه فولادهای سمانتاسیون

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	درصد متوسط ترکیب شیمیایی عناصر								دمای عملیات حرارتی مختلف (°C)				
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	آهنگری	آنیل	سخت‌کاری	محیط خنک‌کننده	برگشت
CK۱۵	۰/۱۵	۰/۴۰	۰/۴۵						۸۵۰_۱۱۵۰	۶۵۰_۷۰۰	۷۸۰_۸۲۰	آب، روغن، هوا	۱۵۰_۲۰۰
۱۴NiCr۱۴	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۵۵	۰/۷۵		۳/۵۰			۸۵۰_۱۱۵۰	۶۱۰_۶۵۰	۷۸۰_۸۰۰	آب، روغن	۱۷۰_۲۱۰
۱۵CrNi۶	۰/۱۷	۰/۴	۰/۵۰	۱/۵۵		۱/۵۵			۸۵۰_۱۱۵۰	۶۵۰_۷۰۰	۷۸۰_۸۲۰	آب، روغن، هوا	۱۵۰_۲۰۰
۱۸CrNi۸	۰/۱۸	۰/۲۷	۰/۵۰	۲/۰۰		۲/۰۰			۸۵۰_۱۱۵۰	۶۵۰_۷۰۰	۸۰۰_۸۳۰	آب، روغن	۱۷۰_۲۱۰
۲۱CrNiMo۲	۰/۲۱	۰/۲۵	۰/۸	۰/۵۵	۰/۲	۰/۵۵			۸۵۰_۱۱۵۰	۶۵۰_۷۰۰	۷۸۰_۸۲۰	آب، روغن، هوا	۱۵۰_۲۰۰
۱۶MnCr۵	۰/۱۶	۰/۴	۱/۲	۰/۹۵					۸۵۰_۱۱۵۰	۶۵۰_۷۰۰	۷۸۰_۸۲۰	آب، روغن	۱۵۰_۲۰۰
۲۰MnCr۵	۰/۲	۰/۴	۱/۱۵	۱/۱۵					۸۵۰_۱۱۵۰	۶۵۰_۷۰۰	۷۸۰_۸۲۰	آب، روغن	۱۵۰_۲۰۰

جدول۷۱ـ۳ گروه فولادهای فنر

بریتانیا (B.S)	سوئد (آساب) (ASSAB)	روشلینگ (ROSHLING)	پلدی (POLDY)	بهلر BOHLER		آمریکا (AISI)	آلمان (DIN)	مشخصه فولاد Symbol (DIN)
				جدید	قدیم			
۰۶۰A۶۷				V۹۶۹		۱۰۷۰	۱/۱۲۳۱	CK۶۷
۵۲۷A۶۰			AUTO P	F۳۰۰		۵۱۵۵	۱/۷۱۷۶	۵۵Cr۳
۰۶۰A۷۸				F۶۰۸		۱۰۷۸	۱/۱۲۴۸	CK۷۵
۷۳۵A۵۰	۷۲۱۰	F۲K	CV۴	F۵۵۰	CRV	۶۱۵۰	۱/۸۱۹۵	۵۰CrV۴

جدول۷۱ـ۳ گروه فولادهای فنر

دمای عملیات حرارتی مختلف (°C)				درصد متوسط ترکیب شیمیایی عناصر								مشخصه فولاد Symbol (DIN)
برگشت	محیط خنک‌کننده	سخت‌کاری	آنیل	آهنگری	W	V	Ni	Mo	Cr	Mn	Si	C
۳۰۰_ ۵۰۰	روغن	۸۱۵_ ۸۴۵	۶۵۰_ ۶۹۰	۸۵۰_ ۱۰۵۰						۰/۸	۰/۳۵	۰/۷	CK۶۷
۴۳۰_ ۵۰۰	روغن	۷۸۰_ ۸۱۰	۶۴۰_ ۶۸۰	۸۵۰_ ۱۰۵۰					۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۴	۰/۵۵	۵۵Cr۳
۳۰۰_ ۵۰۰	روغن	۸۱۰_ ۸۴۰	۶۵۰_ ۶۹۰	۸۵۰_ ۱۰۵۰						۰/۷	۰/۲۵	۰/۷۵	CK۷۵
۳۵۰_ ۵۵۰	روغن	۸۳۰_ ۸۶۰	۶۴۰_ ۶۸۰	۸۵۰_ ۱۰۵۰	۰/۱۷			۱/۰۵	۰/۹۰	۰/۴	۰/۵۱	۰/۳	۵۰CrV۴

جدول۷۲ـ۳ گروه فولادهای ابزار گرم کار

بریتانیا (B.S)	سوئد (آساب) (ASSAB)	روشلینگ (ROSHLING)	پلدی (POLDY)	بهلر BOHLER		آمریکا (AISI)	آلمان (DIN)	مشخصه فولاد Symbol (DIN)
				جدید	قدیم			
BH۱۳	۸۴۰۷		TL۱	W۳۰۲	USUL TRA۲	H۱۳	۱/۲۳۴۴	X۴۰CrMoV۵_۱
BH۲۲۴/۵	ALVAR۱۴	RGS۱		W۵۰۱	GNM	L۶	۱/۲۷۱۳	۵۶NiCrMoV۷
BH۱۲			TLW	W۳۰۴		H۱۲	۱/۲۳۴۳	X۳۷CrMoW۵_۱

جدول ۷۳ـ۳ گروه فولادهای ابزار گرم کار

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	درصد متوسط ترکیب شیمیایی عناصر								دمای عملیات حرارتی مختلف (°C)				
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	آهنگری	آنیل	سخت‌کاری	محیط خنک‌کننده	برگشت
X۴۰CrMoV۵_۱	۰/۴	۱/۰۵	۰/۴	۵/۱۵	۱/۳۰		۱/۰۰		۹۰۰_ ۱۱۰۰	۷۵۰_ ۸۰۰	۱۰۲۰_ ۱۰۶۰	روغن، آب	۵۵۰_ ۶۵۰
۵۶NiCrMoV۷	۰/۵۵	۰/۲۵	۰/۸۰	۱/۱۰	۰/۵	۱/۶۵	۰/۱۰		۸۵۰_ ۱۰۵۰	۶۸۰_ ۷۱۰	۸۷۰_ ۸۴۰	روغن	۴۰۰_ ۶۵۰
X۳۷CrMoW۵_۱	۰/۴	۱/۲۰	۰/۶	۵/۱	۱/۴		۰/۳	۱/۲۵	۹۰۰_ ۱۱۰۰	۷۵۰_ ۷۹۰	۱۰۲۰_ ۱۰۵۰	روغن، هوا	۵۵۰_ ۶۵۰

جدول ۷۴ـ۳ گروه فولادهای ابزار سرد کار

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	آلمان (DIN)	آمریکا (AISI)	بهلر BOHLER		پلدی (POLDY)	روشلینگ (ROSHLING)	سوئد (آساب) (ASSAB)	بریتانیا (B.S)
			قدیم	جدید				
X۲۱۰Cr۱۲	۱/۲۰۸۲	D۳	SPK	K۱۰۰	۲۰۰۲	RCC		BD۳
۱۱۵CrV۳	۱/۲۲۱۰	L۲	C.V	K۵۱۰	DC SPECIAL	RTS		BL۲
X۱۵۵CrVMo۱۲۱	۱/۲۳۷۹	D۲	SPKNL	K۱۱۰	۲۰۰۲R		XW۴۱	BD۲
۱۰۵WCr۶	۱/۲۴۱۹		AMUTITR	K۴۶۵				
X۲۱۰CrW۱۲	۱/۲۴۳۶	D۶	SPKR	K۱۰۷	۲۰۰SP		XW۵	
۱۰۰MnCrW۴	۱/۲۵۱۰	O۱	AMUTITS	K۴۶۰	STABILK	RUS۳	DF۲	BO۱

جدول ۷۵ـ۳ گروه فولادهای ابزار سرد کار

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	درصد متوسط ترکیب شیمیایی عناصر							دمای عملیات حرارتی مختلف (°C)				
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	آهنگری	آنیل	سخت‌کاری	محیط خنک‌کننده	برگشت
X۲۱۰Cr۱۲	۲/۱۰	۰/۲۵	۰/۳۰	۱۱/۵				۸۵۰_ ۱۰۵۰	۸۰۰_ ۸۳۰	۹۳۰_ ۹۸۰	روغن، هوا	۱۸۰_ ۲۵۰
۱۱۵CrV۳	۱/۱۵	۰/۲۲	۰/۳	۰/۷۰		۰/۱۰		۸۰۰_ ۱۰۵۰	۷۱۰_ ۷۵۰	۸۰۰_ ۸۳۰	آب، روغن	۱۸۰_ ۲۵۰
X۱۵۵CrVMo۱۲۱	۱/۵۵	۰/۲۵	۰/۳۰	۱۱/۵	۰/۷۰	۰/۱۰		۸۵۰_ ۱۰۵۰	۸۴۰_ ۸۶۰	۱۰۲۰_ ۱۰۴۰	هوا، روغن	۱۸۰_ ۲۵۰
۱۰۵WCr۶	۱/۰۵	۰/۲۵	۰/۹۵	۱/۰۰			۱/۱۵	۸۵۰_ ۱۰۵۰	۷۲۰_ ۷۵۰	۸۰۰_ ۸۳۰	روغن	۱۵۰_ ۲۵۰
X۲۱۰CrW۱۲	۲/۱۰	۰/۲۵	۰/۳۰	۱۱/۵			۰/۷۰	۸۵۰_ ۱۰۵۰	۸۰۰_ ۸۳۰	۹۳۰_ ۹۸۰	آب، روغن، هوا	۱۸۰_ ۲۵۰
۱۰۰MnCrW۴	۰/۹۷	۰/۲۵	۱/۱۰	۰/۶۰		۰/۱۰	۰/۶۰	۸۵۰_ ۱۰۵۰	۷۴۰_ ۷۷۰	۷۸۰_ ۸۲۰	روغن	۱۸۰_ ۲۵۰

جدول ۷۶ـ۳ گروه فولادهای ابزار کربنی

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	آلمان (DIN)	آمریکا (AISI)	بهلر BOHLER		پلدی (POLDY)	روشلینگ (ROSHLING)	سوئد (آساب) (ASSAB)	بریتانیا (B.S)
			قدیم	جدید				
C۱۱۰W	۱/۱۵۵۴							
C۶۰W	۱/۱۷۴۰	۱۰۶۰_ W۱	MS۶۰	K۹۶۰	۱۵H_ EXTRA		۷۶۰	

جدول ۷۷ـ۳ گروه فولادهای ابزار کربنی

مشخصه فولاد(Symbol (DIN	درصد متوسط ترکیب شیمیایی عناصر						دمای عملیات حرارتی مختلف (°C)				
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	آهنگری	آنیل	سخت‌کاری	محیط خنک‌کننده	برگشت
C۱۱۰W	۱/۰۵	۰/۲۰	۰/۲۲				۸۰۰_ ۱۰۰۰	۶۸۰_ ۷۱۰	۷۷۰_ ۸۰۰	آب	۱۸۰_ ۳۰۰
C۶۰W	۰/۶	۰/۲۷	۰/۷				۸۰۰_ ۱۰۰۰	۶۸۰_ ۷۱۰	۸۰۰_ ۸۳۰	آب، روغن	۱۸۰_ ۳۰۰

جدول ۷۸ـ۳ گروه فولادهای تندبر

بریتانیا (B.S)	سوئد (آساب) (ASSAB)	روشلینگ (ROSHLING)	پلدی (POLDY)	بهلر BOHLER		آمریکا (AISI)	آلمان (DIN)	مشخصه فولاد Symbol (DIN)
				جدید	قدیم			
BT۴		GIGANT۷۷	MAXPEC ۵۵M	S۳۰۵	EXTRA ۵۰۰	T۴	۱/۳۲۵۵	HS۱۸ ـ۱ـ۲ـ۵
							۱/۳۳۱۸	HS۱۲ـ۱ـ۲
BM۲	HSP ۴۱	GIIGANTM۵	MAXPEC MO ۵۵	S۶۰۰	EXTRA MO	M۲	۱/۳۴۴۳	HS۶ـ۵ـ۲

جدول ۷۹ـ۳ گروه فولادهای تندبر

دمای عملیات حرارتی مختلف (°C)				درصد متوسط ترکیب شیمیایی عناصر								مشخصه فولاد Symbol (DIN)
برگشت	محیط خنک کننده	سخت کاری	آنیل	آهنگری	W	V	Co	Mo	Cr	Mn	Si	C
۵۶۰_ ۵۸۰	روغن، هوا	۱۲۶۰_ ۱۳۰۰	۸۲۰_ ۸۵۰	۹۰۰_ ۱۱۵۰	۱۸	۱/۵۵	۴/۸	۰/۶۵	۴/۱۵	۰/۴۰	۰/۴۵	۰/۷۹	HS۱۸ ـ۱ـ۲ـ۵
۵۵۰_ ۵۷۰	روغن، هوا	۱۲۳۰_ ۱۲۷۰	۷۸۰_ ۸۱۰	۹۰۰_ ۱۰۰۰	۱۲	۲/۴۵		۰/۸۵	۴/۱۵	۰/۴۰	۰/۴۵	۰/۹۵	HS۱۲ـ۱ـ۲
۵۴۰_ ۵۶۰	روغن، هوا	۱۲۰۰_ ۱۲۴۰	۷۹۰_ ۸۲۰	۹۰۰_ ۱۱۰۰	۶/۴	۱/۸۵		۵	۴/۱۵	۰/۴۰	۰/۴۵	۰/۹۰	HS۶ـ۵ـ۲

جدول ۸۰ ـ۳ گروه فولادهای بلبرینگ

بریتانیا (B.S)	سوئد (آساب) (ASSAB)	روشلینگ (ROSHLING)	پلدی (POLDY)	بهلر BOHLER		آمریکا (AISI)	آلمان (DIN)	مشخصه فولاد Symbol (DIN)
				جدید	قدیم			
						۵۱۱۰۰	۱/۳۵۰۳	۱۰۵Cr۴
۲S۱۳۵			KLZ	R۱۰۰		۵۲۱۰۰	۱/۳۵۰۵	۱۰۰Cr۶

جدول ۸۱ ـ۳ گروه فولادهای بلبرینگ

دمای عملیات حرارتی مختلف (°C)				درصد متوسط ترکیب شیمیایی عناصر								مشخصه فولاد Symbol (DIN)
برگشت	محیط خنک کننده	سخت کاری	آنیل	آهنگری	W	V	Ni	Mo	Cr	Mn	Si	C
۱۵۰_ ۱۷۰	آب، روغن	۸۵۰ ـ ۸۲۰	۷۳۰_ ۷۶۰	۸۵۰_ ۱۱۰۰					۱/۰۲	۰/۳۲	۰/۲۵	۱/۰۵	۱۰۵Cr۴
۱۵۰_ ۱۷۰	آب، روغن	۸۷۰ ـ ۸۳۰	۷۸۰_ ۸۰۰	۸۵۰_ ۱۱۰۰			۰/۳۰		۱/۵۰	۰/۳۷	۰/۲۵	۱	۱۰۰Cr۶

جدول ۸۲ـ۳ گروه فولادهای زنگ‌نزن

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	آلمان (DIN)	آمریکا (AISI)	بهلر BOHLER		پلدی (POLDY)	روشلینگ (ROSHLING)	سوئد (آساب) (ASSAB)	بریتانیا (B.S)
			قدیم	جدید				
X۲۰Cr۱۳	۱/۴۰۲۱	۴۲۰	KW۲۰	N۳۲۰	AK۲۵	RNO		۴۲۰S۳۷
XCrNi۱۸_۱۰	۱/۴۳۰۱	۳۰۴	ANTINIT AS۲W	A۵۰۰	AKV۷	ANOXIN ۲P		۳۰۴S۱۵
X۵CrNiMo ۱۷_۱۲_۲	۱/۴۴۰۱	۳۱۶	AS۴W	A۱۲۰				۳۱۶S۱۳
X۶CrNiTi۱۸_۱۰	۱/۴۵۴۱	۳۲۱		A۷۰۰				۳۲۱S۳۱

جدول ۸۳ـ۳ گروه فولادهای زنگ‌نزن

مشخصه فولاد Symbol (DIN)								دمای عملیات حرارتی مختلف (°C)				
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Ti	آهنگری	آنیل	سخت‌کاری	محیط خنک‌کننده	برگشت
X۲۰Cr۱۳	۰/۲	۱/۰	۱/۵۰	۱۳/۰				۸۰۰_ ۱۱۰۰	۷۳۰_ ۷۸۰	۹۸۰_ ۱۰۳۰	روغن، هوا	۶۵۰_ ۷۵۰
XCrNi۱۸_۱۰	۰/۰۷	۱/۰	۲/۰	۱۸/۰		۹/۵۰		۹۰۰_ ۱۲۰۰		۱۰۰۰_ ۱۰۸۰	آب، هوا	
X۵CrNiMo ۱۷_۱۲_۲	۰/۰۷	۱/۰	۲/۰	۱۷/۵	۲/۲۵	۱۲/۰		۹۰۰_ ۱۲۰۰		۱۰۲۰_ ۱۱۰۰	آب، هوا	
X۶CrNiTi۱۸_۱۰	۰/۰۸	۱/۰	۲/۰	۱۸/۰		۱۰/۵	۰/۷	۹۰۰_ ۱۲۰۰		۱۰۲۰_ ۱۱۰۰	آب، هوا	

جدول ۸۴ـ۳ گروه فولادهای ساختاری

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	آلمان (DIN)	آمریکا (AISI)	بهلر BOHLER		پلدی (POLDY)	روشلینگ (ROSHLING)	سوئد (آساب) (ASSAB)	بریتانیا (B.S)
			قدیم	جدید				
ST۳۷_۲	۱/۰۰۳۷	۱۰۱۵						Fe۳۶۰B
ST۴۴_۲	۱/۰۰۴۴	۱۰۲۰						Fe۴۳۰BfN
ST۵۲_۳N	۱/۰۵۷۰	۱۰۲۴						Fe۱۰D۱FF
ST۶۰_۲	۱/۰۰۶۰	A۵۷۲GR.۶۵						Fe۵۹۰_۲FN

جدول ۸۵ ـ ۳ گروه فولادهای ساختاری

مشخصه فولاد Symbol (DIN)							دمای عملیات حرارتی مختلف (°C)				
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	آهنگری	آنیل	سخت‌کاری	محیط خنک‌کننده	برگشت
ST۳۷_۲	۰/۱۷	۰/۳۰	۱/۴۰				۸۵۰_۱۱۰۰	۸۵۰_۹۵۰			
ST۴۴_۲	۰/۲۱		۱/۵۰				۸۵۰_۱۱۰۰	۸۵۰_۹۵۰			
ST۵۲_۳N	۰/۲۰	۰/۵۵	۱/۶۰				۹۰۰_۱۱۰۰	۸۵۰_۹۵۰			
ST۶۰_۲	۰/۴۴	۰/۱۰	۰/۶۵				۹۰۰_۱۱۰۰	۸۴۰_۸۷۰			

جدول ۸۶ ـ ۳ گروه فولادهای سمانتاسیون

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	درصد متوسط ترکیب شیمیایی عناصر								دمای عملیات حرارتی مختلف (°C)				
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	آهنگری	آنیل	سخت‌کاری	محیط خنک‌کننده	برگشت
	۰/۲۲	۰/۴۰	۰/۵۵									آب	
	۰/۴۵	۰/۴	۰/۶۵									آب، روغن	
	۰/۶	۰/۴	۰/۷۵									آب، روغن	
	۰/۳	۰/۴	۰/۴۵	۲/۰۰	۰/۴	۲/۰۰						روغن	
	۰/۳۴	۰/۴	۰/۶۵	۱/۵۰	۰/۲۲	۱/۵۰						روغن	
	۰/۴۱	۰/۴	۰/۷۵	۱/۰۵								آب، روغن	
	۰/۴۲	۰/۴۰	۰/۷۵	۱/۰۵	۰/۲۲							آب، روغن	

جدول ۸۷ ـ ۳ فازهای تشکیل‌دهنده فولاد

نام فاز	تعریف فاز	شرایط تشکیل	حدود درجه حرارت پایداری	خواص فیزیکی	سختی (برینل)
آستنیت	محلول جامد کربن در آهن گاما، مقدار کربن حداکثر ۲ درصد	با گرم کردن بالای نقاط بحرانی	بالای خط A_3 و A_{cm} و A_1	نرم،غیرمغناطیسی، چکش‌خوار، با قابلیت شکل‌پذیری ضعیف، دارای مقاومت الکتریکی زیاد	۱۷۰ تا ۲۲۰
فریت	محلول جامد کربن در آهن آلفا، مقدار کربن حداکثر ۰/۴۰ درصد	همراه با کاهش آستنیت هنگام سرد کردن آهسته و زیر درجه حرارت A_3 برای فولاد هیپو	زیر A_3	نرم، با خواص عالی چکش‌خواری، مغناطیسی	۶۰ تا ۱۰۰
سمانتیت	ترکیب شیمیایی آهن و کربن به نام کاربید آهن (Fe_3C) شامل ۶/۶۷ درصد کربن	همراه با کاهش آستنیت هنگام سرد کردن آهسته زیر درجه حرارت A_{cm} برای فولاد هیپر	زیر A_{cm}	سخت، ترد، مغناطیسی تا ۲۱۰ درجه	۸۲۰
پرلیت	ترکیب یوتکتوئیدی از فریت و سمانتیت	همراه با کاهش آستنیت	زیر A_1	سخت‌تر و مقاوم‌تر از فریت اما دارای خواص شکل‌پذیری و مغناطیس کمتر	۱۶۰ تا ۲۳۰
مارتنزیت	محلول جامد آهن در کربن با شبکه تغییر شکل یافته	هنگام سرد کردن سریع آستنیت از درجه حرارت‌های بحرانی	زیر ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد	ترد، سخت، میزان سختی بستگی به مقدار کربن دارد. مغناطیسی، قابلیت هدایت الکتریکی و حرارتی کم	۶۵۰ تا ۷۰۰
بینیت	فریت و کاربید	در ۲۵۰ تا ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد با دگرگونی آستنیت در شرایط ایزوترم به‌دست می‌آید.	تا ۵۰۰	سخت، نسبتاً نرم، مغناطیسی	۳۸۰ ـ ۴۶۰