

### جدول ۳۱- ۳ 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 (گازوئیل یا مازوت)	مایع	فلزات غیر آهنی	کوره بوته‌ای
		فلزات غیر آهنی	بوته‌ای
		چدن، فولاد	زیمنس - مارتین
گاز		فلزات غیر آهنی	بوته‌ای
		چدن، فولاد	زیمنس - مارتین
		چدن	کوپل
	قوس مستقیم	فولاد، چدن	کوره قوس الکتریکی
			یک، دو و سه فاز
الکتریسته	قوس غیر مستقیم	فلزات غیر آهنی	کوره قوس تشعشی
		چدن	
	مقاومتی	فلزات غیر آهنی	کوره قوس مقاومتی
	القائی	تمام فلزات	بوته‌ای و نوع گردان

### جدول ۳۲- ۳ تأثیر گرم کردن مواد شارژ در شرایط ذوب

شارژ گرم شده تا درجه حرارت °C ۴۰۰	شارژ در درجه 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

جدول ۳۳-۳ درصد اتلافات عناصر مختلف در تحت شرایط نوع شارژ و کوره

عنصر	شمش های اولیه			برگشتی ها و قراضه ها		
	کوره الکتریکی	کوره شعله ای	کوره بوتنه ای	کوره الکتریکی	کوره شعله ای	کوره بوتنه ای
آلومینیوم	۱-۱/۲	۱-۲	۱-۱/۵	۱-۲	۲/۵-۳	۱/۵-۲
منیزیم	۲-۳	۳-۵	۲/۵-۳/۵	۳-۵	۳-۱۰	۳-۶
برلیم	۲-۳	۳-۵	۲/۵-۳/۵	۳-۵	۵-۱۰	۳-۶
سدیم	۲-۳	۳-۵	۲/۵-۳/۵	۳-۵	۵-۱۰	۴-۷
روی	۱-۳	۲-۴	۱-۳	۲-۳	۳-۵	۲-۴
منگنز	۰/۵	۱-۲	۰/۵-۱	۱-۲	۲-۳	۱-۲
قلع	۰/۵	۱-۱/۵	۰/۵-۱	۱-۱/۵	۱/۵-۲	۱/۵-۲
آهن	۰/۵	۰/۵-۱	۰/۵	۰/۵	۰/۵-۱	۰/۵
نیکل	۰/۵	۰/۵-۱	۰/۵	۰/۵	۰/۵-۱	۰/۵
سیلیسیم	۰/۵	۱-۱/۵	۰/۵-۱	۱-۱/۵	۱/۵-۲	۱-۲
مس	۰/۵	۱-۲	۰/۵-۱	۱-۲	۲-۳	۱-۲
سرب	۰/۵-۲	۱-۲	۱-۲	۱-۲	۱/۵-۲/۵	۱-۲

جدول ۳۴-۳ قابلیت انحلال هیدروژن در آلومینیوم و چند آلیاژ آن

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

جدول ۳۵-۳ مقایسه خواص مواد گاز زدا

ازت، N <sub>۲</sub>	کلرور آلومینیوم AlCl <sub>۳</sub>	هگزا کلرو اتان C <sub>۶</sub> Cl <sub>۶</sub>	کلر Cl <sub>۲</sub>	حذف هیدروژن
تقریباً خوب	خوب	خوب	خیلی خوب	حذف اکسید آلومینیوم
کم	خوب	خوب	خیلی خوب	القاء گاز پوششی در سطح مذاب
کم	خوب	خوب	خوب	نوع سرباره
تر	خشک	خشک	خشک	مقدار فلز در سرباره
زیاد	کم	کم	خیلی کم	استفاده برای
بله	بله	بله	بله	گاز زدایی تکبازی (باتیل)
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	رطوبت گیر	نسبتاً خورنده	سمی و خورنده	عیوب عمده

جدول ۳-۳۶ 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	$Al_2O_3$ $AlCl_3$ سر باره های اکسیدی	۴ ۱/۵۲ ۱/۸
Fe	۶/۹	$FeO$ $Fe_2O_3$ $Fe_3O_4$ $FeCl_2$ $FeCl_3$ سر باره آهنی	۵/۱ ۲/۵۲ ۲/۸۰ ۳-۴/۲
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

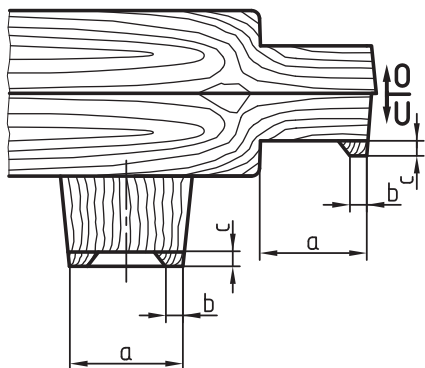
جدول ۳۷-۳ استاندارد شیب مدل بر اساس دین ۱۵۱۱

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

جدول ۳۸-۳ 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	$\frac{1}{20}$
	تا ۱۰۰۰	$\frac{1}{200}$
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	$\frac{1}{15}$
	تا ۱۰۰۰	$\frac{1}{100}$
حالت سوم: ماسه از ماسه و یا قالب از قالب جدا می‌شود و مدلی در قالب وجود ندارد (مانند قالب‌گیری شابلونی).	تا ۱۰	$\frac{1}{5}$
	تا ۱۰۰۰	$\frac{1}{15}$

جدول ۳۹-۳ جدول ابعاد زه ریزش ماسه در ساختمان مدل



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

جدول ۴۰-۳ کاستن برخی از چوب ها 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

جدول ۴۱-۳ تعداد مقاطع های چوب بر حسب قطر اسمی

قطر اسمی مدل بر حسب میلی متر	حداقل تعداد مقطع
تا ۲۰۰	۳
۲۰۰ تا ۶۰۰	۵
۶۰۰ تا ۱۰۰۰	۷
۱۰۰۰ تا ۱۶۰۰	۹
۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰	۱۱
بالاتر از ۲۰۰۰	۱۳

جدول ۴۲-۳ درصد تلفات عناصر مختلف تحت شرایط نوع شارژ و کوره

عناصر	شمش های اولیه			قراضه ها و برگشتی ها		
	کوره الکتریکی	کوره شعله ای	کوره بوته ای	کوره الکتریکی	کوره شعله ای	کوره بوته ای
آلومینیوم	۱-۱/۲	۲-۱	۱-۱/۵	۲-۱	۲/۳-۵	۱/۲-۵
منیزیم	۳-۲	۵-۳	۲/۳-۵/۵	۵-۳	۱۰-۳	۶-۳
مس	۰/۵	۲-۱	۰/۱-۵	۲-۱	۳-۲	۲-۱
سیلیسیم	۵	۱-۱/۵	۰/۱-۵	۱-۱/۵	۱/۲-۵	۲-۱
آهن	۰/۵	۰/۱-۵	۰/۵	۰/۵	۰/۱-۵	۰/۵

جدول ۴۳-۳ شمش های اولیه مورد استفاده در آلیاژهای مس

نام عنصر	نقطه ذوب C°	چگال gr / cm <sup>۳</sup>	درصد خلوص	نحوه عرضه در بازار
مس	۱۰۸۵	۸/۹	۹۹/۵-۹۹/۹	ورق ها و مفتول ها
قلع	۲۳۲	۷/۳	۹۹/۵-۹۹/۹	شمش و مفتول
سیلیسیم	۱۴۰۰	۲/۴	۹۹/۵-۹۹/۸	شمش و سیلیسیم کریستالیزه
روی	۴۱۹	۷/۱	۹۹/۵-۹۹/۹	شمش با جرم های مختلف
سرب	۳۲۷	۱۱/۳	۹۹/۵-۹۹/۸	شمش های قابل برش
نیکل	۱۴۵۳	۸/۹	۹۹/۵-۹۹/۹	انواع شمش های کاتدی و ساچمه

جدول ۴۴-۳ مشخصات برنج ها نسبت به رنگ

رنگ	درصد مس
مسی	بیش از ۹۸
زرد تیره	۹۰
قرمز	۸۵-۸۰
زرد روشن	۶۵-۷۰
زرد متمایل به سفید	۶۰

جدول ۴۵-۳ فشار بخار روی در برنج مذاب (میلی متر 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 ۴۶-۳ ترتیب افزودن عناصر در آلیاژسازی مس

نام آلیاژ	مس	قلع	روی	سرب	نیکل	فسفر	مشخصات
برنج	۱	-	۲	-	-	-	بعد از افزایش روی به هم زده شود
برنج قلع	۱	۲	۳	-	-	-	بعد از افزایش روی به هم زده شود
آلیاژ توپ ۸۸-۱۰-۲	۱	۲	۳	-	-	-	قبل از ریختن خوب مخلوط شود
آلیاژ توپ ۸۸-۵-۵-۵	۱	۲	۴	۳	-	-	قبل از ریختن خوب مخلوط شود
فسفر برنز	۱	-	۳			۲ و ۴	قبل از ریختن خوب مخلوط شود
ورشو	۲ و ۱	۳	۵	۴	۲ و ۱	-	قبل از ریختن خوب مخلوط شود
نیکل و برنز	۲ و ۱	-	-	-	۲ و ۱	-	قبل از ریختن خوب مخلوط شود

نحوه استفاده از جدول:

**مثال آلیاژ ورشو** ابتدا مس و نیکل را با هم اضافه می کنیم سپس قلع را اضافه می کنیم بعد از آن سرب اضافه می شود و آخرین مرحله روی اضافه می گردد.

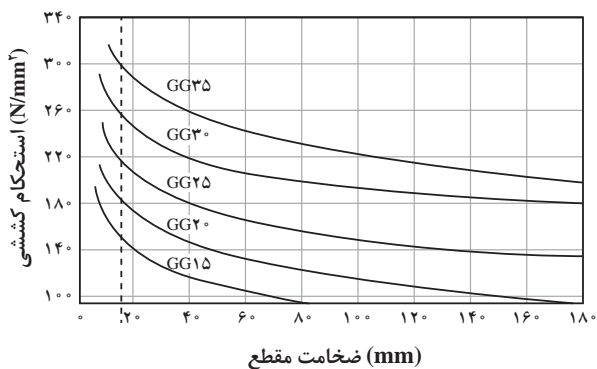
جدول ۴۷-۳ گرافیت های ورقه ای از نظر شکل

نوع گرافیک	خواص مکانیکی	جوانه زایی	کربن معادل	سرعت انجماد	کیفیت سطح براده برداری شده
A	خوب	به خوبی 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

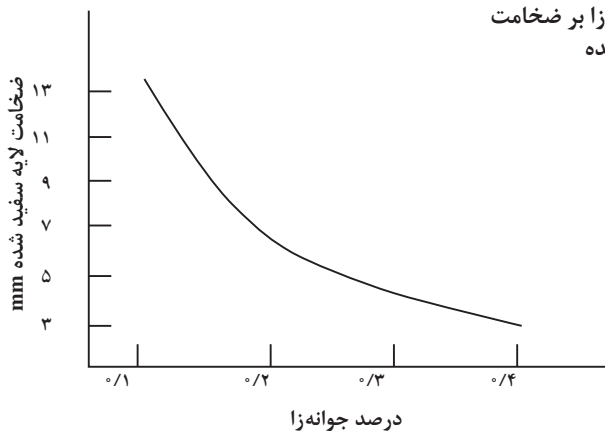
جدول ۳-۴۸ تقسیم‌بندی گرافیت‌ها از نظر اندازه

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

جدول ۳-۴۹ تغییرات مقاومت کششی بر حسب ضخامت مقطع برای چدن خاکستری



تأثیر مواد جوانه‌زا بر ضخامت قسمت سفید شده

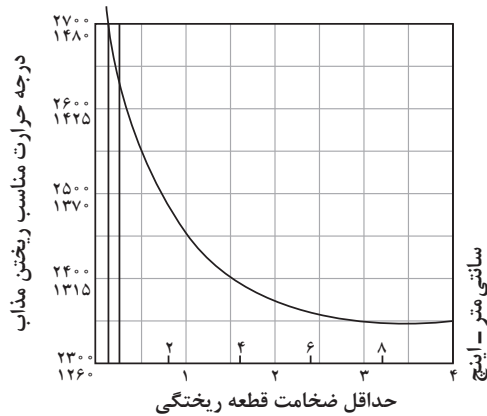




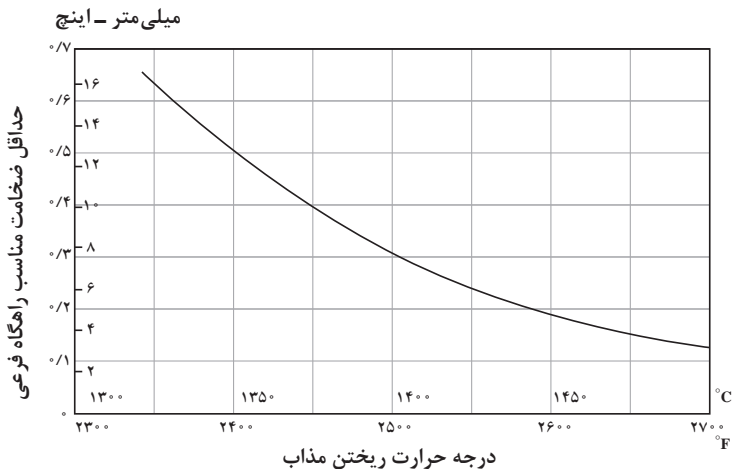
جدول ۵۰-۳

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

نمودار دمای مذاب ریزی بر حسب حداقل ضخامت قطعه

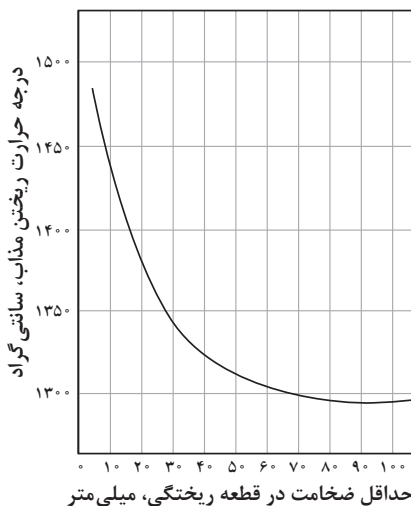


نمودار حداقل ضخامت نسبت راهگاهی براساس دمای مذاب ریزی

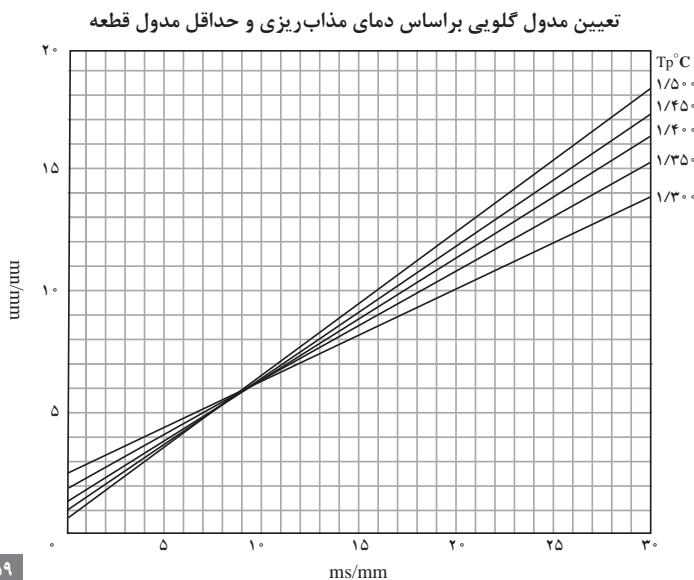


جدول ۵۱-۳

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



تغذیه گذاری چدن ها خاکستری  
نمودار دمای مذاب ریزی براساس حداقل  
ضخامت قطعه



جدول ۳-۵۲ انواع روش های سختی سنجی رایج با مشخصات آنها

روش های سختی سنجی	نماد	شکل و جنس فرورونده	میزان بار اعمالی (کیلوگرم نیرو)	محدوده سختی قابل قبول	کاربردها
راکول	راکول A	HRA	مخروطی الماسی	۶۰	فولاد نازک و فولادهای سخت شده سطحی، کارپیدها
	راکول B	HRB	ساقچه فولادی	۱۰۰	آلومینیوم و آلیاژهای آن، مس و آلیاژهای آن، فولادهای نرم و چدن مالپیل
	راکول C	HRC	مخروطی الماسی	۱۵۰	انواع فولادها و چدن ها و آلیاژهای غیر آهنی سخت
برینل	HB	ساقچه	۳۰۰۰-۱	۷۳۹-۲۰ HB	کلیه فلزات با سختی کم و متوسط (برای فلزات با سختی بالا کاربرد ندارد)
		فولاد			
ویکرز	HV	هرم الماسی	۱۲۰-۱	۱۰۷۶-۸۰ HV	تمامی فلزات آهنی و غیر آهنی، ورق های فولادی، پوشش های سطحی

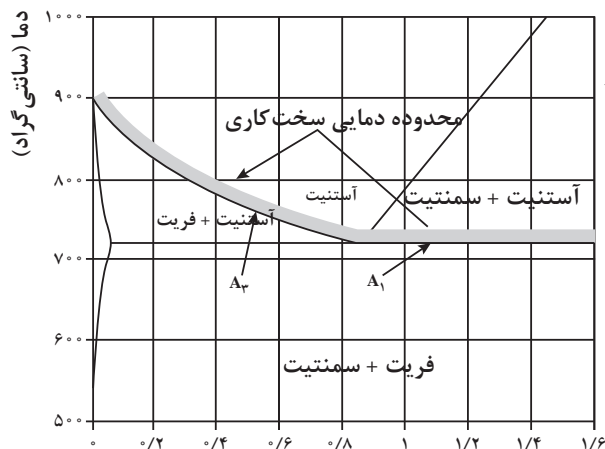
جدول ۳-۵۳ انتخاب نیرو و قطر ساقچه برای آزمایش سختی برینل با توجه نوع فلز یا آلیاژ

ضخامت قطعه مورد آزمایش (mm)	قطر ساقچه (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 <sub>۳۰</sub>	HBN <sub>۱۰</sub>	HBN <sub>۵</sub>	HBN <sub>۲/۵</sub>

جدول ۴-۵۴ انتخاب روش سختی سنجی

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

## محدوده دمایی سخت کاری برای فولادهای هیپو و هیپر یونکتوئید



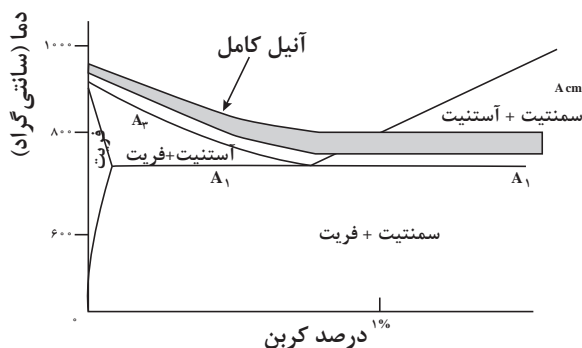
درصد کردن

جدول ۵۵-۳ مدت زمان نگهداری قطعات در ناحیه آستنیت بر حسب قطر یا ضخامت

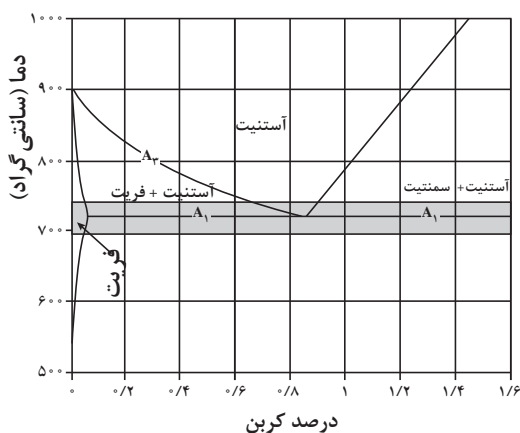
قطر یا ضخامت فلز (اینچ)	زمان نگهداری در منطقه آستنیت (دقیقه)
۱	۳۰
۱-۲	۳۰
۲-۳	۴۵
۳-۴	۶۰
۴-۵	۶۰
۵-۸	۹۰

جدول ۵۶-۳ ترکیب مواد کربوره کننده در سمانتاسیون جامد

ردیف	زغال چوب	کربنات باریم	کربنات کلسیم	سود خشک	کک	کربنات سدیم
۱	۸۷	-	۳	۱۰	-	-
۲	۹۰-۸۵	-	-	۱۵-۱۰	-	-
۳	۹۰	۱۰	-	-	-	-
۴	۶۰	۴۰	-	-	-	-
۵	۴۵	۱۲	-	-	۴۳	-
۶	۵۵	۱۲-۱۰	-	-	۳۰	۵-۳
۷	۸۷	۱۰	۲	-	-	۱



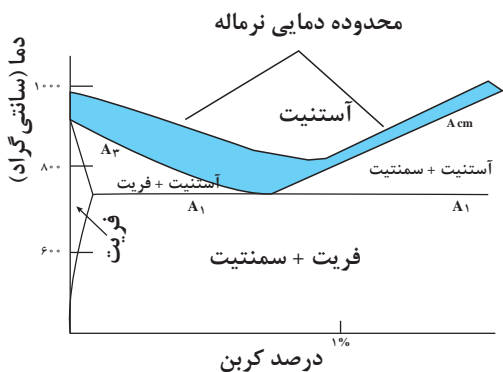
شکل محدوده دمای آئیل کامل در فولادها (منطقه خاکستری رنگ)



شکل محدوده عملیات حرارتی آئیل کروی کردن

جدول ۵۷-۳ دما و زمان های توصیه شده جهت تنش گیری چدن های خاکستری و نشکن

نوع چدن	محدوده ضخامت مقطع	سیکل تنش گیری توصیه شده
چدن خاکستری غیرآلیاژی	تا ۵۰ میلی متر ۵۰-۱۰۰ میلی متر بیش از ۱۰۰ میلی متر	۲ ساعت در دمای $579-565^{\circ}\text{C}$ ۱/۵ ساعات برای هر ۲۵ میلی متر ضخامت در دمای $579-565^{\circ}\text{C}$ ۶ ساعت در دمای $579-565^{\circ}\text{C}$
چدن خاکستری کم آلیاژ، با استحکام بالا چدن با گرافیت ورقه ای	تا ۵۰ میلی متر ۵۰-۱۰۰ میلی متر بیش از ۱۰۰ میلی متر	۲ ساعت در دمای $595-565^{\circ}\text{C}$ ۱/۵ ساعت برای هر ۲۵ میلی متر ضخامت در دمای $595-565^{\circ}\text{C}$ ۶ ساعت در دمای $595-565^{\circ}\text{C}$
چدن های پر آلیاژ	تا ۵۰ میلی متر ۵۰-۱۰۰ میلی متر بیش از ۱۰۰ میلی متر	۲ ساعت در دمای $694-595^{\circ}\text{C}$ ۱/۵ ساعات برای هر ۲۵ میلی متر ضخامت در دمای $694-595^{\circ}\text{C}$ ۶ ساعت در دمای $694-595^{\circ}\text{C}$

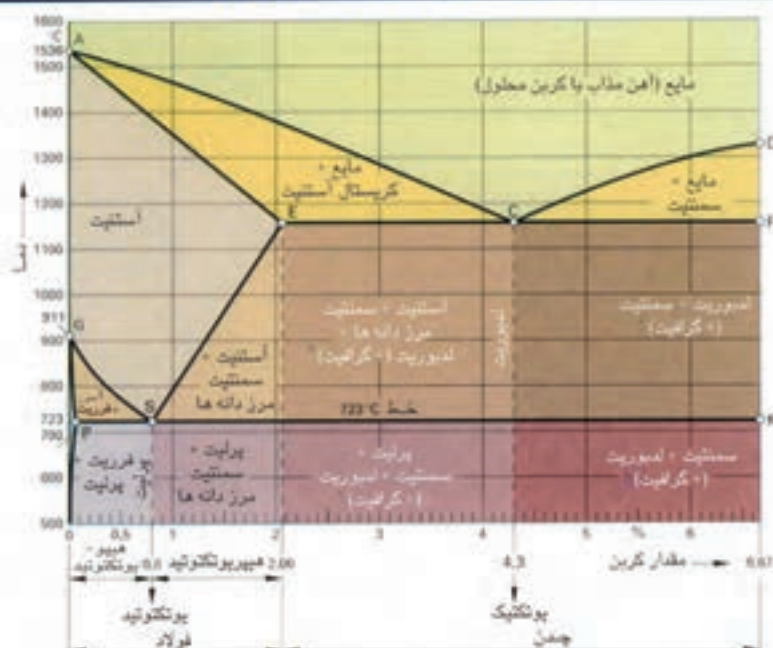


شکل محدوده نرماله کردن فولادها بر روی منحنی آهن - کربن که با رنگ آبی مشخص شده است.

جدول ۵۸-۳ دمای آستنیت کردن فولادهای کربنی

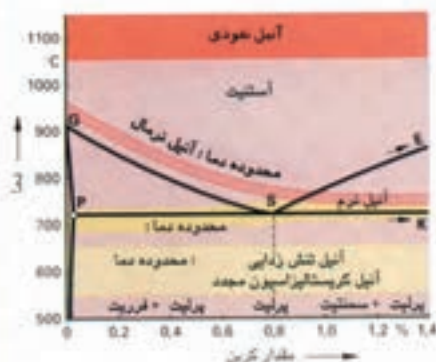
دما		نوع فولاد کربنی
فارنهایت	سانتی گراد	
۱۰۱۵	۹۱۵	۱۰۱۵
۱۶۵۰	۹۰۰	۱۰۲۵
۱۵۷۵	۸۶۰	۱۰۴۰
۱۵۲۵	۸۳۰	۱۰۶۰
۱۵۲۵	۸۳۰	۱۰۸۰

## 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.

### عملیات حرارتی فولادها



### زمینه فولادهای غیر آلیاژی

مقدار کربن و شکل زمینه  
 آج کربن: اسید نیتریک 3%  
 بزرگنمایی حدود 500:1



0.1% C  
فرویت



0.45% C  
فرویت + پرلیت



0.8% C  
پرلیت



1.3% C  
فرویت + سمیت مورز دانه ها

جدول ۵۹-۳ خواص مواد مانت کردن سرد

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

جدول ۶۰-۳ مشخصات رزین های مانت گرم

ویژگی مواد مانت	فنولیک ها	اکریلیک ها	اپوکسی (شیشه ای)	دلیل فتالات ها
شکل	دانه ای	پودر	دانه ای	دانه ای
جرم مخصوص (gr/cm <sup>۳</sup> )	۱/۴	۰/۹۵	۱/۷۵ - ۲/۰۵	۱/۷ - ۱/۹
رنگ ها	سیاه، قرمز، سبز	شفاف	سیاه	آبی، سیاه
کشیدگی (فشرده) (in/in)	۰/۰۰۶	N/A	۰/۰۰۱ - ۰/۰۰۳	۰/۰۰۱ - ۰/۰۰۳
ضریب انبساط خطی (in/in/°C × ۱۰ <sup>-۶</sup> )	۵۰	N/A	۲۸	۱۹
مقاومت شیمیایی	گلیکول، پتروشیمی ها، حلال، تعدادی اسیدها و بازها	الکل، اسید و قلیای رقیق، و اکسیدکننده ها	حلال ها، اسیدها، قلیاها	حلال ها، اسیدها، قلیاها
درجه حرارت مانت کردن (درجه سانتی گراد)	۱۵۰ - ۲۰۰	۱۸۵ - ۲۰۰	۱۴۳ - ۲۰۰	۱۶۰ - ۲۰۰
سختی	N/A	راکول M۶۳	بارکول ۷۲	N/A
زمان خودگیری (دقیقه)	۳ - ۵	۵ - ۷	۵	۵



جدول ۶۱-۳ محلول های اچ ماکروسکوپی برای فلزات غیر آهنی

نوع آلیاژ	معرف (محلول اچ)	ترکیب شیمیایی معرف	موارد مصرف
مس	۱- اسید نیتریک	(اسید نیتریک CC ۵۰-۱۰) + (آب CC ۹۰-۵۰)	اغلب آلیاژهای مس
	۲- کلوروفریک اسیدی	(کلوروفریک gF ۱۰) + (اسید کلریدریک CC ۲۵) + (آب CC ۱۰۰)	آلیاژهای برنز قلع
	۳- اسید نیتریک و استیک	(اسید نیتریک CC ۴۰) + (اسید استیک CC ۱۰) + (آب CC ۵۰)	برنج ها
آلومینیوم	Keller's reagent	(اسید نیتریک CC ۲۰) + (اسید کلریدریک CC ۲۰) + (اسید فلوریدریک CC ۵) + (آب CC ۶۰)	تمام آلیاژها
منیزیم	نایتال	اسید نیتریک CC ۵-۱۰ + الکل متیلیک یا اتیلیک CC ۱۰۰	تمام آلیاژها
روی و قلع	نایتال	اسید نیتریک CC ۵-۲ + الکل متیلیک یا اتیلیک CC ۱۰۰	جهت درشت ساختارها

جدول ۶۲-۳ محلول های اچ ماکروسکوپی برای فلزات غیر آهنی

نوع آلیاژ	معرف (محلول اچ)	ترکیب شیمیایی معرف	موارد مصرف
مس	۱- پراکسید آمونیوم	(هیدروکسید آمونیوم CC ۲۰) + (آب ۸-۲۰ CC)	اغلب آلیاژها و ساختارها (ساختار هسته دار نشده برنرها)
	۲- سولفات آمونیوم	(پر سولفات آمونیوم gF ۱۰) + (آب CC ۹۰)	مشابه بالا
	۳- اسید فریک کلراید	(کلوروفریک gF ۵-۲۰) + (آب یا الکل CC ۱۰۰) + (اسید کلریدریک CC ۵-۵۰)	برنج - هسته دار
	۴- alexander's reagent	(اسید استیک ۷۵٪ CC ۳۰) + (استن CC ۳۰) + (اسید نیتریک CC ۲۰)	آلیاژهای برنز آلومینیوم (تمامی فازها)
آلومینیوم	۱- اسید فلوریدریک	(اسید فلوریدریک ۴۸٪ CC ۵-۱۰) + (آب CC ۱۰۰)	تشخیص فازهای NiAl <sub>۳</sub> , Mg <sub>۲</sub> Si, FeAl <sub>۳</sub> و ریز ساختارهای دیگر
	۲- Keller's reagent	(اسید فلوریدریک CC ۱) + (اسید کلریدریک CC ۱/۵) + (اسید نیتریک CC ۲/۵) + (آب CC ۱۰۰)	اندازه دانه های زمینه در برخی آلیاژها و تشخیص فازهای αAlFeSi, βAlMg, NiAl <sub>۳</sub>
	۳- اسید سولفوریک	(اسید سولفوریک CC ۲۰) + (آب ۷۰° CC ۱۰۰)	سیاه شدن فاز αAlFeSi و خورده شدن فازهای MgSi و βAlMg
	۴- نیترات آهن	(نیترات آهن CC ۱۰) + (آب CC ۱۰۰)	تیره شدن فاز CuAl <sub>۲</sub>
روی و قلع	نایتال	اسید نیتریک CC ۵-۲ + الکل متیلیک یا اتیلیک CC ۱۰۰	اکثر آلیاژهای آنها

جدول ۶۳-۳ محلول‌های اچ ماکروسکوپی برای چدن‌ها

معرف (محلول اچ)	ترکیب شیمیایی	شرایط کاربردی	موارد مصرف
۱- محلول شماره ۱ (Stead's No 1 Reagent)	(کلرور مس ۱ gr) + (کلرور منیزیم ۴ gr) + (اسید کلریدریک ۲ cc) + (الکل اتیلیک تا ۱۰۰ cc)	حل کلرور مس در ۱۵-۱۰ cc آب گرم - حل کلرور منیزیم - افزودن الکل و هم زدن - افزودن اسید کلریدریک با هم زدن (زمان انجام اچ ۳ تا ۴ ساعت در ترکیب سرد)	سل‌های یوتکتیک چدن‌های خاکستری - تیره شدن سطح آنها و روشن تر شدن مرزدهانه‌ها
۲- محلول اصلاح شده (Modified Fry's reagen)	(کلرور مس ۱ gr) + (آب ۵ cc) + (اسید کلریدریک تا ۱۰۰ cc)	زمان ۶۰ ثانیه	مشابه بالا
۳- اسید کلریدریک ۱۰٪	(اسید کلریدریک ۱۰٪) (۱ cc) + (الکل اتیلیک تا ۱۰۰ cc)	زمان ۱ تا ۲۴ ساعت درجه حرارت نسبتاً بالا	بی‌اثر بر گرافیت‌ها و فسفیدها (تشخیص sterean)
۴- محلول آمونیاک پرسولفات	(آمونیم پرسولفات ۱ gr) (آب تا ۱۰۰ cc)	افزودن چند قطره اسید سولفوریک قبل از مصرف	چدن‌های خاکستری - تمامی ساختارها - تیره شدن فسفیدها - تیره شدن سطح نمونه

جدول ۶۴- ۳ محلول های اچ میکروسکوپی برای چدن ها

معرف (محلول اچ)	ترکیب شیمیایی	شرایط کاربردی	موارد مصرف
۱- پیکرال	(اسید پیکریک ۴gr) + (الکل اتیلیک ۱۰۰ cc)	زمان ۲ الی ۱۰ ثانیه	مصارف عمومی - اچ پرلیت - چدن های کم آلیاژ آستنیتی
۲- نایتال	(اسید نیتریک ۵-۲ cc) + (الکل اتیلیک تا ۱۰۰ cc)	زمان ۲ الی ۱۰ ثانیه (غوطه ورسازی)	چدن های خاکستری - تورم گرافیت - گاهی برای چدن های آستنیتی جهت نمایان شدن مرز دانه ها
۳- پیکرات سدیم قلیایی	(اسید پیکریک ۲gr) + (هیدروکسید سدیم ۲۵gr) (آب تا ۱۰۰ cc)	غوطه ورسازی در حالت سرد - ولتاژ ۶۷ - چگالی ۵/۵۰۲ بر دسی متر مربع - ۲ ثانیه الی ۲۰ دقیقه	تیرگی کاربید آهن - روشن شدن فریت و فسفید - ادامه اچ تیرگی فسفید
۴- Murakami's reagent	(هیدروکسید پتاسیم ۱۰ gr) + (فری سیانید پتاسیم ۱۰ gr) + (آب تا ۱۰۰ cc)	۲-۳ ثانیه غوطه ورسازی - ادامه اچ با پیکرال در ۸۰°C در ۳۰ ثانیه	چدن های پر کرم - تیرگی فسفید (قرمز تیره) - روشن شدن فریت و سمنتیت - رنگ نارنجی سمنتیت
۵- اسید کلریدریک جوشان	(اسید کلریدریک ۱۰ cc) + (آب تا ۱۰۰ cc)	غوطه ورسازی در محلول جوشان	چدن های آستنیتی پر سیلیس - نمایان شدن ساختارها - مشاهده کاربیدها
۶- Corson's reagent	(اسید فلوریدریک ۱۰ cc) + (آب ۶۰ cc) + (اسید نیتریک ۱۰ cc)	غوطه ورسازی	چدن های پر سیلیس - نمایان شدن ترکیبات محلول
۷- اسید اکسالیک (الکترولیتی)	(اسید اکسالیک ۱۰ gr) + (آب ۱۰۰ cc)	روش الکترولیتی - ولتاژ ۶۷ - چگالی ۵/۵۰۲ بر دسی متر مربع - زمان ۱۵ تا ۳۰ ثانیه	نمایان شدن کاربیدها (ترکیب شدید با کاربیدها باعث تیره رنگ شدن کاربیدها می گردد.)

جدول ۶۵-۳ محلول‌های اچ برای فولادهای ساده کربنی

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

جدول ۶۶-۳ جدول محلول‌های اچ برای فولادهای آلیاژی و مقاوم به حرارت

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

جدول ۶۷-۳ گروه فولادهای قابل عملیات حرارتی

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	آلمان (DIN)	آمریکا (AISI)	BOHLER بهلر		پلدی (POLDY)	روش‌لینگ (ROSHLING)	سوئد (آساب) (ASSAB)	بریتانیا (BS)
			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		۸۲۳M۲۰
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 ۶۸-۳ 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	آبیل	سخت کاری	محیط خنک کننده	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 ۶۹-۳ گروه فولادهای سمانتاسیون

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	آلمان (DIN)	آمریکا (AISI)	BOHLER بهرلر		پلیدی (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		REC�	۷۲۱۰	EN۳۲۰
۲۱CrNiMo۲	۱/۶۵۲۳	۸۶۲۰		E۱۱۶	NCA			
۱۶MnCr۵	۱/۷۱۳۱	۵۱۱۵	ECN۸۰	E۴۱۰	ECA۰	ECA۰		۵۲۷M۱۷
۲۰MnCr۵	۱/۷۱۴۷	۵۱۲۰	ECN۲۰۰		EC۲۰۰			

جدول ۷۰-۳ 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	آبیل	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

جدول ۳-۷۱ گروه فولادهای فنر

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	آلمان (DIN)	آمریکا (AISI)	بهرلر BOHLER		پلدی (POLDY)	روش‌لینگ (ROSHLING)	سوئد (آساب) (ASSAB)	بریتانیا (B.S)
			قدیم	جدید				
CK۶۷	۱/۱۲۳۱	۱۰۷۰		۷۹۶۹				۰۶۰A۶۷
۵۵Cr۳	۱/۷۱۷۶	۵۱۵۵		F۳۰۰	AUTO P			۵۲۷A۶۰
CK۷۵	۱/۱۲۴۸	۱۰۷۸		F۶۰۸				۰۶۰A۷۸
۵۰CrV۴	۱/۸۱۹۵	۶۱۵۰	CRV	F۵۵۰	CV۴	F۲K	۷۲۱۰	۷۳۵A۵۰

جدول ۳-۷۱ گروه فولادهای فنر

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	درصد متوسط ترکیب شیمیایی عناصر									دمای عملیات حرارتی مختلف (°C)			
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W		آهن‌گری	آبیل	سخت کاری	محیط خنک کننده
CK۶۷	۰/۷	۰/۳۵	۰/۸							۸۵۰- ۱۰۵۰	۶۵۰- ۶۹۰	۸۱۵-۸۴۵	روغن
۵۵Cr۳	۰/۵۵	۰/۴	۰/۸۵	۰/۸۵						۸۵۰- ۱۰۵۰	۶۴۰- ۶۸۰	۷۸۰-۸۱۰	روغن
CK۷۵	۰/۷۵	۰/۲۵	۰/۷							۸۵۰- ۱۰۵۰	۶۵۰- ۶۹۰	۸۱۰-۸۴۰	روغن
۵۰CrV۴	۰/۳	۰/۵۱	۰/۴	۰/۹۰	۱/۰۵			۰/۱۷		۸۵۰- ۱۰۵۰	۶۴۰- ۶۸۰	۸۳۰-۸۶۰	روغن

جدول ۳-۷۲ گروه فولادهای ابزار گرم کار

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	آلمان (DIN)	آمریکا (AISI)	بهرلر BOHLER		پلدی (POLDY)	روش‌لینگ (ROSHLING)	سوئد (آساب) (ASSAB)	بریتانیا (B.S)
			قدیم	جدید				
X۴۰CrMoV۵-۱	۱/۲۳۴۴	H۱۳	USUL TRA۲	W۳۰۲	TL۱		۸۴۰۷	BH۱۳
۵۶NiCrMoV۷	۱/۲۷۱۳	L۶	GNM	W۵۰۱		RGS۱	ALVAR۱۴	BH۲۲۴/۵
X۳۷CrMoW۵-۱	۱/۲۳۴۳	H۱۲		W۳۰۴	TLW			BH۱۲



جدول ۳-۷۳ 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	۸۴۰- ۸۷۰	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 ۳-۷۴ گروه فولادهای ابزار سرد کار

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	آلمان (DIN)	آمریکا (AISI)	به‌لر BOHLER		پل‌دی (POLDY)	روشلینگ (ROSHLING)	سوند (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 ۳-۷۵ 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 ۳-۷۶ گروه فولادهای ابزار کربنی

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	آلمان (DIN)	آمریکا (AISI)	BOHLER		پلیدی (POLDY)	روش‌لینگ (ROSHLING)	سوئد (آساب) (ASSAB)	بریتانیا (BS)
			قدیم	جدید				
C۱۱۰W	۱/۱۵۵۴							
C۶۰W	۱/۱۷۴۰	۱۰۶۰- W۱	MS۶۰	K۹۶۰	۱۵H- EXTRA		۷۶۰	

جدول ۳-۷۷ 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 ۳-۷۸ گروه فولادهای تندبر

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	آلمان (DIN)	آمریکا (AISI)	BOHLER		پلیدی (POLDY)	روشلینگ (ROSHLING)	سوئد (آساب) (ASSAB)	بریتانیا (B.S)
			قدیم	جدید				
HS۱۸-۱-۲-۵	۱/۳۲۵۵	T۴	EXTRA ۵۰۰	S۳۰۵	MAXPEC ۵۵M	GIGANTV۷		BT۴
HS۱۲-۱-۲	۱/۳۳۱۸							
HS۶-۵-۲	۱/۳۴۴۳	M۲	EXTRA MO	S۶۰۰	MAXPEC MO ۵۵	GIIGANTM۵	HSP ۴۱	BM۲

جدول ۳-۷۹ گروه فولادهای تندبر

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	درصد متوسط ترکیب شیمیایی عناصر								دمای عملیات حرارتی مختلف (°C)			
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Co	V	W	آهنگری	آنیل	سخت کاری	محیط خنک کننده
HS۱۸-۱-۲-۵	۰/۷۹	۰/۴۵	۰/۴۰	۴/۱۵	۰/۶۵	۴/۸	۱/۵۵	۱۸	۹۰۰- ۱۱۵۰	۸۲۰- ۸۵۰	۱۲۶۰- ۱۳۰۰	روغن، هوا
HS۱۲-۱-۲	۰/۹۵	۰/۴۵	۰/۴۰	۴/۱۵	۰/۸۵		۲/۴۵	۱۲	۹۰۰- ۱۰۰۰	۷۸۰- ۸۱۰	۱۲۳۰- ۱۲۷۰	روغن، هوا
HS۶-۵-۲	۰/۹۰	۰/۴۵	۰/۴۰	۴/۱۵	۵		۱/۸۵	۶/۴	۹۰۰- ۱۱۰۰	۷۹۰- ۸۲۰	۱۲۰۰- ۱۲۴۰	روغن، هوا

جدول ۳-۸۰ گروه فولادهای بلبرینگ

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

جدول ۳-۸۱ گروه فولادهای بلبرینگ

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

جدول ۸۲-۳ گروه فولادهای زنگ‌نزن

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	آلمان (DIN)	آمریکا (AISI)	BOHLER		پلدی (POLDY)	روش‌لینگ (ROSHLING)	سوئد (آساب) (ASSAB)	بریتانیا (B.S)
			قدیم	جدید				
X20Cr13	۱/۴۰۲۱	۴۲۰	KW20	N320	AK25	RNO		۴۲۰S37
XCrNi18-10	۱/۴۳۰۱	۳۰۴	ANTINIT AS2W	A500	AKV7	ANOXIN 2P		۳۰۴S15
X5CrNiMo 17-12-2	۱/۴۴۰۱	۳۱۶	AS4W	A120				۳۱۶S13
X6CrNiTi18-10	۱/۴۵۴۱	۳۲۱		A700				۳۲۱S31

جدول ۸۳-۳ گروه فولادهای زنگ‌نزن

مشخصه فولاد Symbol (DIN)								دمای عملیات حرارتی مختلف (°C)			
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Ti	آهن‌گری	آنیل	سخت‌کاری	محیط خنک‌کننده
X20Cr13	۰/۲	۱/۰	۱/۵۰	۱۳/۰				۸۰۰- ۱۱۰۰	۷۳۰- ۷۸۰	۹۸۰- ۱۰۳۰	روغن، هوا
XCrNi18-10	۰/۰۷	۱/۰	۲/۰	۱۸/۰		۹/۵۰		۹۰۰- ۱۲۰۰		۱۰۰۰- ۱۰۸۰	آب، هوا
X5CrNiMo 17-12-2	۰/۰۷	۱/۰	۲/۰	۱۷/۵	۲/۲۵	۱۲/۰		۹۰۰- ۱۲۰۰		۱۰۲۰- ۱۱۰۰	آب، هوا
X6CrNiTi18-10	۰/۰۸	۱/۰	۲/۰	۱۸/۰		۱۰/۵	۰/۷	۹۰۰- ۱۲۰۰		۱۰۲۰- ۱۱۰۰	آب، هوا

جدول ۸۴-۳ گروه فولادهای ساختاری

مشخصه فولاد Symbol (DIN)	آلمان (DIN)	آمریکا (AISI)	BOHLER		پلدی (POLDY)	روش‌لینگ (ROSHLING)	سوئد (آساب) (ASSAB)	بریتانیا (B.S)
			قدیم	جدید				
ST37-2	۱/۰۰۳۷	۱۰۱۵						Fe360B
ST44-2	۱/۰۰۴۴	۱۰۲۰						Fe430BfN
ST52-3N	۱/۰۵۷۰	۱۰۲۴						Fe10D1FF
ST60-2	۱/۰۰۶۰	A572GR65						Fe590-2FN

جدول ۸۵- ۳ گروه فولادهای ساختاری

مشخصه فولاد (DIN) Symbol							دمای عملیات حرارتی مختلف (°C)				
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	آهن‌گری	آنیل	سخت کاری	محیط خنک کننده	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- 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	سخت کاری	محیط خنک کننده	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 ۸۷-۳ فازهای تشکیل دهنده 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 $A_1$ و $A_{cm}$	نرم، غیرمغناطیسی، چکش خوار، با قابلیت شکل پذیری 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 $A_2$ برای فولاد هیپو	زیر $A_2$	نرم، با خواص عالی چکش خوار، 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 $A_1$	سخت تر و مقاوم تر از فریت اما دارای خواص شکل پذیری و مغناطیس کمتر	۱۶۰ تا ۲۳۰
مارتنزیت	محلول جامد آهن در کربن با شبکه تغییر شکل یافته	هنگام سرد کردن سریع آستنیت از درجه حرارت های بحرانی	زیر ۱۵۰ درجه سانتی گراد	ترد، میزبان 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 سانتی گراد با دگرگونی آستنیت در شرایط ایزو ترم به دست می آید.	تا ۵۰۰	سخت، نسبتاً نرم، مغناطیسی	۴۶۰ - ۳۸۰