

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

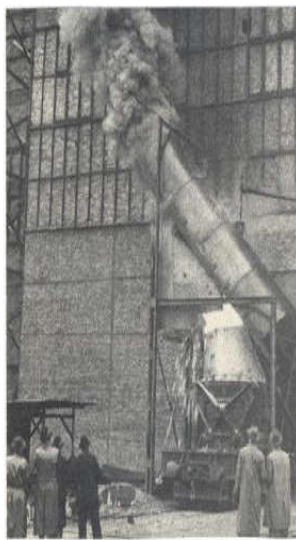
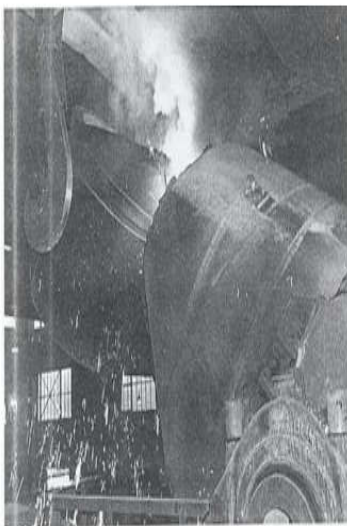
تکنولوژی فولادسازی

شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان

مدرس: حبیب عزیزی

تکنولوژی فولادسازی

اولین آزمایش و تولید فولاد به روش دمش اکسیژن
در شهر لینز اتریش
(اکتبر 1949 و دسامبر 1952)

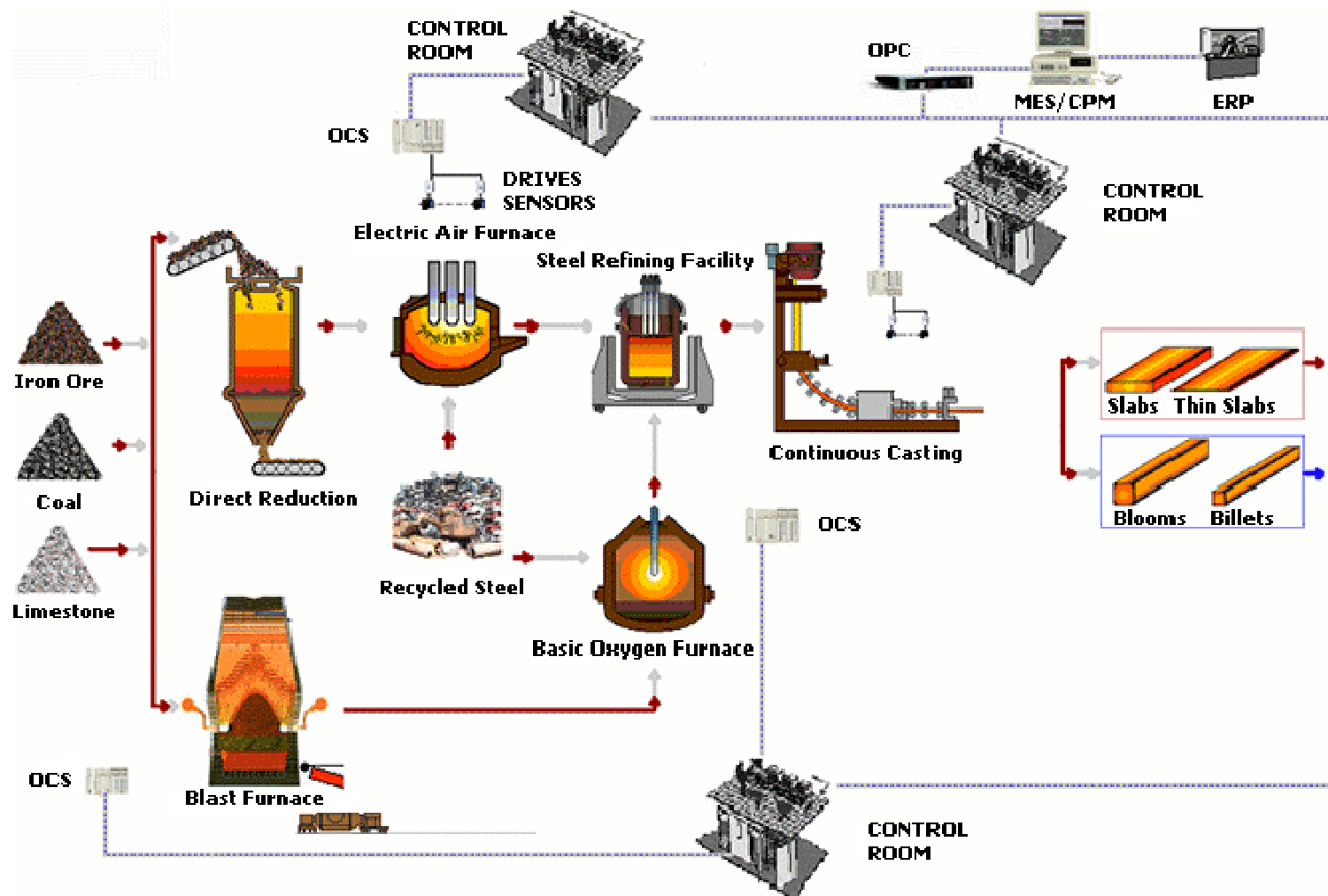


تکنولوژی: به معنای شناخت فن و هنر است و به بیان ساده تر تبدیل علم به هنر را تکنولوژی میگویند.

فولاد: محلول جامد متشکل از عناصری همچون آهن-کربن-سیلیسیم-منگنز به عنوان عناصر اصلی و ناخالصی هایی همچون فسفر و گوگرد. و **فولادسازی:** به مفهوم استحصال آهن از کانی آن و تبدیل آن به محصولات فولادی. علاوه بر این روش میتوان فولاد را از طریق شارژ قراضه های آهنی در کوره های برقی تولید کرد



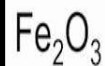
شماتیکی از فرآیند فولادسازی



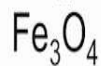
آهن Ferrum

- آهن به عنوان یک عنصر شیمیایی در طبیعت به ندرت به صورت خالص یافت میشود و اغلب بصورت کانی و سنگ های معدنی وجود دارد. آهن خالص به دلیل نرم بودن و نداشتن استحکام کافی استفاده ای در صنایع ندارد و میبایست با عناصر دیگر آلیاژسازی شود و محصولات نظیر فلزات آهنی (فولاد و چدن) را بوجود آورد. دمای ذوب ۱۵۳۸ درجه سانتیگراد جرم حجمی: ۷.۸۷ گرم بر سانتیمترمکعب

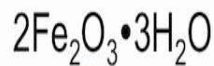
Hematite



Magnetite



Limonite



Iron ore minerals



Pyrite



Arsenopyrite



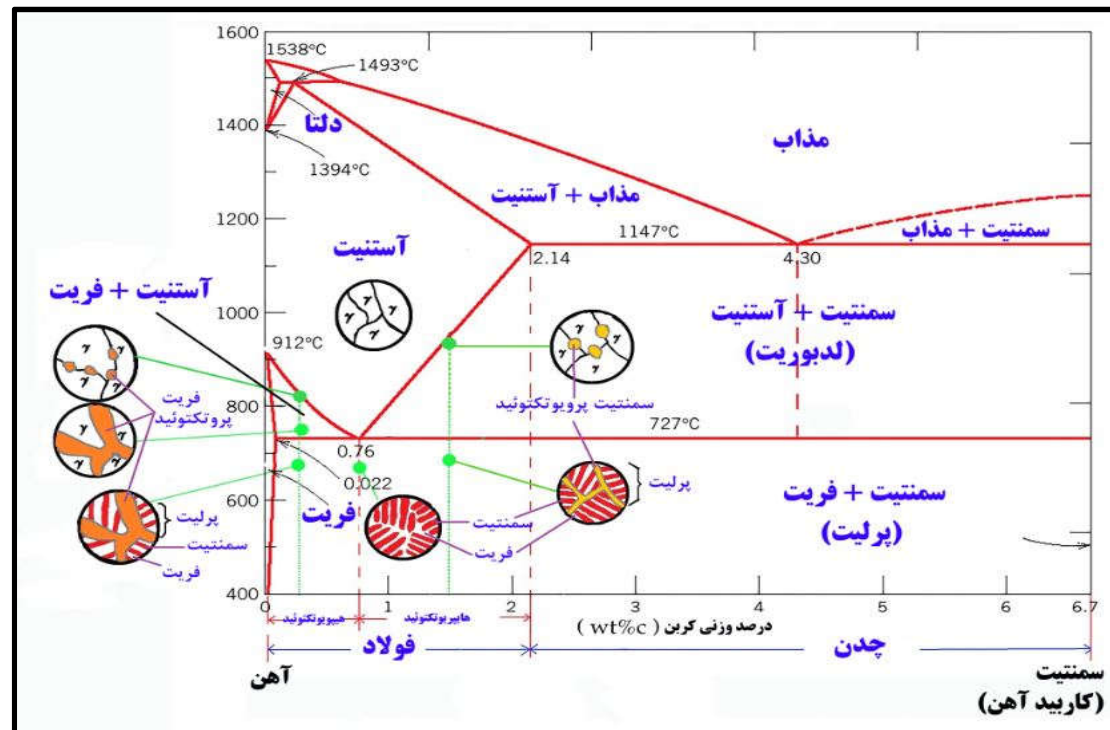
Steel



فولاد

فولاد یک محلول جامد فلزی است که اساساً آهن با کربن آلیاژ شده باشد. کربن موجود در فولادها از ۰.۰۰۲ الی ۲.۱۱ درصد وزنی میباشد. استحکام فولاد با افزایش میزان کربن افزایش می یابد و از طرفی باعث کاهش انعطاف پذیری و کاهش جوش پذیری میشود. دمای ذوب فولادها از ۱۴۰۰ تا ۱۵۳۸ درجه سانتیگراد و چگالی آن از ۷/۵ الی ۷/۸ گرم بر سانتیمتر مکعب میباشد

نوع فولاد	دمای ذوب	دمای تاندیش
RSt37-2	1514	1550
31Mn5	1493	1530
C60	1450	1510
USD-7	1528	1560

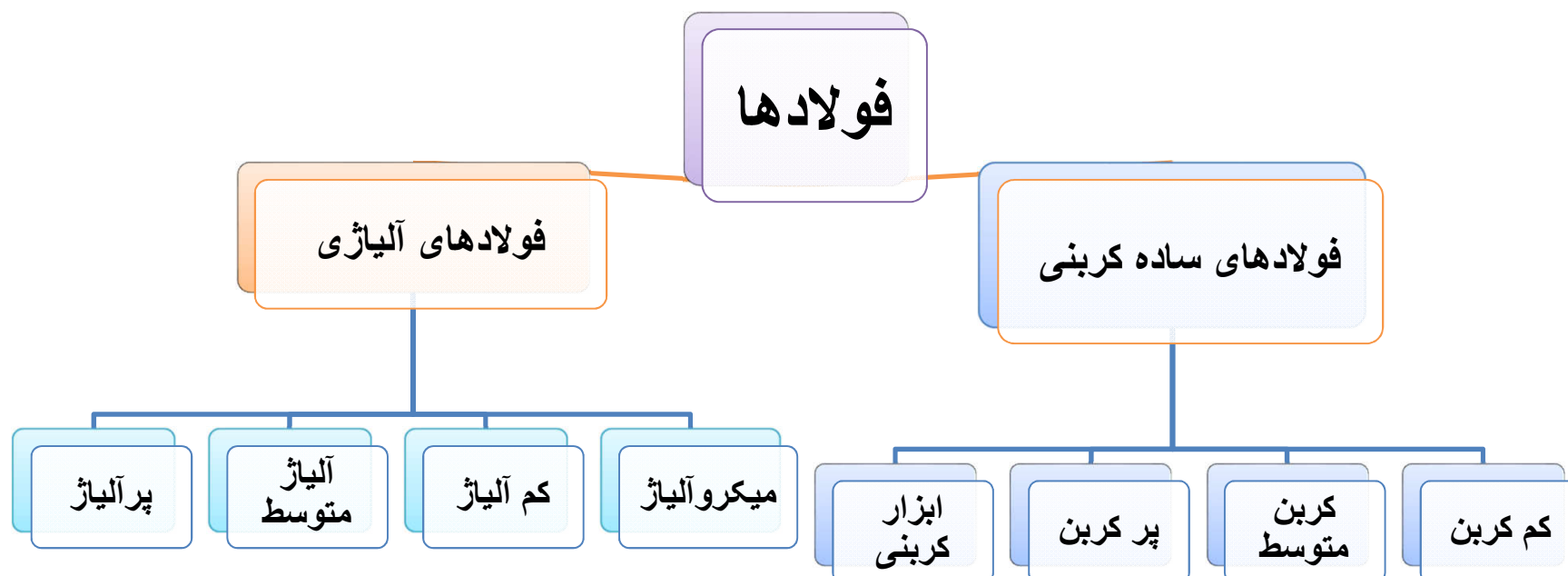


معرفی برخی از متداولترین روشهای نامگذاری فولادها

فولادها به روشهای مختلفی تقسیم بندی می شوند که تقسیم بندی آنها می تواند بر اساس موارد زیر باشد:

- بر اساس ترکیب شیمیایی، مانند فولاد ساده کربنی و یا آلیاژی
- بر اساس روش تولید مانند روش کوره الکتریکی و کوره بلند و یا VD / VOD
- بر اساس روش ساخت، مانند نورد گرم، نورد سرد و ...
- بر اساس کاربرد مانند فولادهای ابزار / گرم کار / سردکار و یا ساختمانی
- بر اساس روش اکسیژن زدایی مانند فولاد آرام، نیمه آرام، جوشان
- بر اساس ریز ساختار مانند فولادهای آستنیتی / فریتی و یا پرلیتی
- بر اساس خواص مورد نظر مانند فولادهای زنگ نزن / نسوز / مغناطیسی و ...
- بر اساس عملیات حرارتی مانند بازپخت، کوئنچ و تمپر و...

تقسیم بندی فولادها از نظر ترکیب شیمیایی



تقسیم بندی فولادهای آلیاژی	مجموع درصد عناصر X آلیاژی در فولاد	تقسیم بندی فولادهای ساده کربنی	میزان درصد کربن موجود در فولاد
فولادهای میکروآلیاژ	$\%X < 0.1$	فولادهای کم کربن	$\%C < 0.25$
فولادهای کم آلیاژ	$0.1 < \%X < 1$	فولادهای کربن متوسط	$0.25 < \%C < 0.6$
فولادهای آلیاژ متوسط	$1 < \%X < 5$	فولادهای پرکربن	$0.6 < \%C < 0.9$
فولادهای پرآلیاژ	$5 < \%X$	فولادهای ابزار کربنی	$0.9 < \%C < 1.4$

فولادهای ساده کربنی

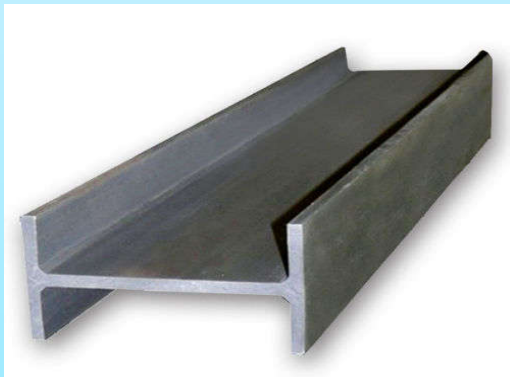
فولادهای ساده کربنی به آن دسته از فولادها اطلاق میشود که کربن اصلی ترین و موثرترین عنصر در آن باشد و با افزایش میزان کربن استحکام فولاد و مقاومت سایشی آن به دلیل حضور فاز سمنتیت بالا میرود ولی در مقابل با کاهش مقاومت به ضربه روبرو هستیم. این فولادها به دلیل ارزانتر بودن از متداول ترین نوع فولادها میباشند

میزان درصد کربن موجود در فولاد	تقسیم بندی فولادهای ساده کربنی
$\%C < 0.25$	فولادهای کم کربن
$0.25 < \%C < 0.6$	فولادهای کربن متوسط
$0.6 < \%C < 0.9$	فولادهای پرکربن
$0.9 < \%C < 1.4$	فولادهای ابزار کربنی

$$\%C < 0.25$$

گروه اول: فولادهای ساده کم کربن

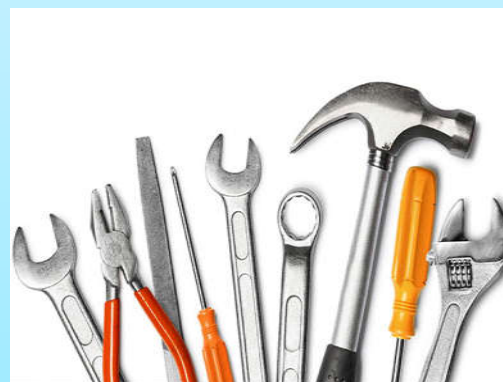
این گروه از فولادها دارای استحکام متوسط انعطاف پذیری بالا و خواص تولید عالی (نورد-جوشکاری و کشش) هستند. این فولادها در ساخت پلها ساختمان ها بدنه اتومبیل و کلیه قطعاتی که با عملیات کشش و فرم دهی ورق تولید میشوند کاربرد دارد. این فولادها حدود 90% وزن کل فولادهای تولید شده در دنیا را به خود اختصاص داده است.



$0.25 < \%C < 0.6$

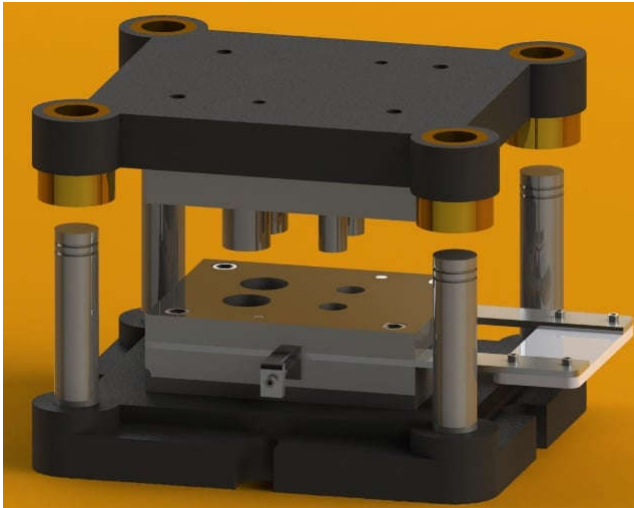
گروه دوم: فولادهای ساده با کربن متوسط

این فولادها دارای قابلیت عملیات حرارتی هستند که میتوان خواص این نوع فولادها را اعم از سختی/مقاومت سایشی/استحکام و مقاومت خستگی به میزان زیادی بهبود بخشید. این فولادها برای مصارف قطعات خودرو نظیر شاتون و شافت/چرخ دنده/میل لنگ و قطعات مهندسی با استحکام و چقرمگی بالا/برخی پیچ ها/ابزارهای مکانیکی/میلگردهای ساختمانی و... کاربرد دارد.



$0.6 < \%C < 0.9$

گروه سوم: فولادهای ساده پرکربن



این فولادها دارای خواص استحکام و مقاومت به سایش مناسب هستند اما به همان نسبت دارای چقرمگی پایینتری هستند. خواص مطلوب در این فولادها از طریق عملیات حرارتی بدست می آید. محدودیت اصلی این فولادها سختی پذیری پایین آنهاست که جهت رفع این عیب عملیات حرارتی شده ولی در ضخامت های بالا هنگام کوئینچ احتمال تاب برداشتن وجود دارد. این فولادها در قالب سازی / ساخت ابزارهای برنده/فهرسازی/ابزارهای نجاری/سیم بکسل و... کاربرد دارد.

0.9 < %C < 1.4

گروه چهارم: فولادهای ابزار کربنی

این فولادها با توجه به وجود سمنتیت آزاد در ساختار دارای مقاومت به سایش عالی هستند و همچنین از استحکام و برندگی خوبی برخوردارند. از طرفی دیگر با افزایش درصد کربن با کاهش چقرمگی مواجه هستیم که برای کاربردهایی که در معرض ضربات سنگین هستند مناسب نمیباشد. کاربرد متداول این فولادها در ابزارهای ماشینکاری/تیغه های خردکن مواد غذایی /سوهان/قلاویز /تیغه اره/کاربردهای مقاوم به سایش و... میباشد.



فولادهای آلیاژی

محدودیت در خواص فولادهای ساده کربنی باعث بوجود آمدن فولادهای آلیاژی گردیده است. عناصر آلیاژی نظیر کرم/مولیبدن/نیکل/منگنز/وانادیم/نیوبیوم/تنگستن و... بصورت حضور با درصدهای مختلف و در کنار یکدیگر و با مقادیر متفاوت تاثیر مستقیمی بر خواص فولادها دارند که میتوان به حصول خواص زیر اشاره کرد: **افزایش سختی پذیری/افزایش استحکام/افزایش چقرمگی/بهبود مقاومت سایشی/افزایش مقاومت حرارتی/بهبود مقاومت خوردگی و اکسیداسیون**

این فولادها از نظر مجموع درصد عناصر آلیاژی به چهار گروه زیر تقسیم میشوند:

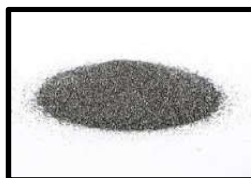
مجموع درصد عناصر آلیاژی در فولاد X	تقسیم بندی فولادهای آلیاژی
$\%X < 0.1$	فولادهای میکروآلیاژ
$0.1 < \%X < 1$	فولادهای کم آلیاژ
$1 < \%X < 5$	فولادهای آلیاژ متوسط
$5 < \%X$	فولادهای پرآلیاژ

آلیاژسازی فولاد

به طور کلی فلزات در حالت خالص میزان سفتی و استحکام کمتری دارند لذا یکی از راهکارهای متداول جهت افزایش خواص مکانیکی فلزات از جمله استحکام - سفتی - مقاومت در درجه حرارت بالا - مقاومت در برابر خوردگی - سایش - ضربه و ... اضافه کردن عناصر آلیاژی در درصدهای مشخص و متفاوت به ذوب میباشد. این عناصر آلیاژی بصورت خالص و یا آمیزان یا فرو آلیاژ به ذوب اضافه میشود.



مس



گرافیت



نیکل و
فرونیکل



فروسیلیکو
منیزیم



فرومولیبدن



فروکرم



نیکل-منیزیم



فرووانادیم



فروسیلیسیم



فرو
سیلیکوکلسیم



فروتنگستن



فرومنگنز

گروه اول: فولادهای میکروآلیاژ

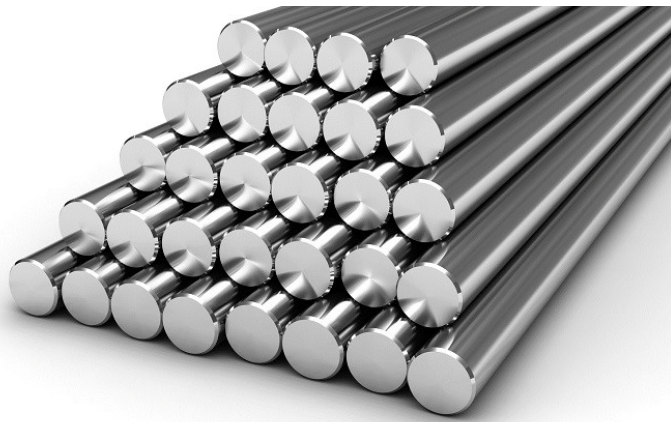


مجموع درصد عناصر آلیاژی کمتر از 0/1 درصد

این فولادها در اصل فولادهای ساده کم کربن هستند که با افزودن مقادیر بسیار اندک عناصری نظیر نیوبیوم / تیتانیوم یا وانادیوم سبب ریز شدن دانه های فولاد و رسوب ذرات کاربیدی در ساختار فولاد گردیده و سبب افزایش استحکام و چقرمگی همزمان خواهد شد.



گروه دوم: فولادهای کم آلیاژ



مجموع درصد عناصر آلیاژی کمتر از 1 درصد

در این فولادها عناصر آلیاژی در مقادیر کم سبب بهبود برخی خواص میشوند. مثلاً فولادهای خوش تراش دارای مقادیر کمی سرب یا فسفر یا گوگرد هستند که سبب سهولت ماشینکاری در آنها میشود و یا در ساخت میلگردهای آلیاژی ضدسایش با افزودن حدود 0.5 درصد کرم کاربرد دارند.



گروه سوم: فولادهای آلیاژ متوسط

مجموع درصد عناصر آلیاژی بین 1 تا 5 درصد



این فولادها بزرگترین خانواده فولادهای آلیاژی میباشند که فولادهای متنوعی با ترکیب و مقدار متفاوت از عناصر آلیاژی و کربن برای مصارف قطعه سازی در صنعت مورد استفاده قرار میگیرد. متداولترین این فولادها معمولاً با حضور عناصری نظیر کرم/ مولیبدن/ نیکل آلیاژسازی میشوند. این فولادها طیف وسیعی از خواص مکانیکی قابل حصول را پوشش میدهند و برای ساخت قطعات مهندسی بکار میروند.

گروه چهارم: فولادهای پر آلیاژ

مجموع درصد عناصر آلیاژی بیشتر از 5 درصد

فولادهای پرآلیاژ

فولاد زنگ نزن

فولادهای ابزار

فولاد نسوز

استیل نگیر
(غیرمغناطیسی)

استیل بگیر
(مغناطیسی)

فولاد گرم کار

فولاد سردکار

فولاد تندبر

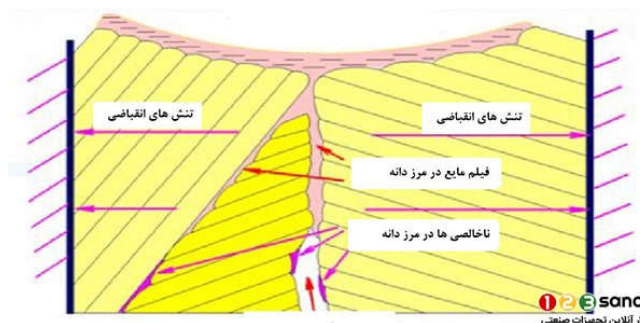


تأثیر عناصر آلیاژی بر فولادها

عنصر	نماد	تأثیر بر خواص فولاد
منگنز	Mn	افزایش استحکام و چقرمگی
کروم	Cr	افزایش مقاومت به خوردگی افزایش استحکام و سختی
سیلیسیم	Si	افزایش مقاومت به اکسایش در دمای بالا
نیکل	Ni	افزایش مقاومت به خوردگی افزایش استحکام و چقرمگی
مس	Cu	افزایش مقاومت به خوردگی در هوا
مولیبدن	Mo	افزایش چشم گیر چقرمگی افزایش استحکام در دمای بالا
تنگستن	W	تامین سختی در دمای بالا
وانادیوم	V	افزایش چشم گیر استحکام و چقرمگی افزایش استحکام در دمای بالا

تأثیر گوگرد و فسفر بر فولادها

فسفر و گوگرد جز عناصر مضر در فولادها به حساب می آیند (مگر در موارد استثنا در فولادهای اتومات). این دو عنصر معمولاً از مواد اولیه فرآیند فولادسازی شامل سنگ آهن و زغال سنگ وارد ذوب میشود و باعث تشکیل سولفید آهن FeS و فسفید آهن Fe_3P میشوند که هر دو باعث ایجاد ترک و پارگی در شمش یا قطعه ریختگی میشود. و آن هم به دلیل عدم انحلال در فولاد و تمرکز در مرز دانه ها میباشد که به دلیل نقطه ذوب پایینتر از انجماد و کارگرم فولاد (حدود ۹۰۰ درجه سانتیگراد) باعث ذوب زود هنگام و نتیجتاً شکست میشود. همچنین فسفید آهن سخت و شکننده میباشد که پارگی سرد را بوجود میآورد فرآیند کاهش درصد گوگرد و فسفر در ذوب در فرآیندهای مختلف ذوب سازی مستلزم رعایت و بکارگیری عملیات متالورژیکی و تکنولوژیکی متناسب میباشد.



تست و آزمایش فولادها

فولاد یا همان آلیاژ آهن و کربن به دلیل خواص مهمی از جمله شکل پذیری- استحکام تسلیم و استحکام کششی بالا- ضد خوردگی و گسترده‌گی در عملیات حرارتی پذیر بودن جز مهمترین مواد مهندسی در جهان است. جهت اندازه گیری خواص مکانیکی فولاد مانند استحکام از آزمایش تنش کرنش (تست کشش) استفاده میشود. و یا چقرمگی را از آزمون ضربه و سختی را توسط اندازه گیری مقاومت به نفوذ فرو رونده سختتر با دستگاه سختی سنج اندازه گیری میکنند





ریخته گری (شمش
ریزی و قطعه ریزی)

نورد

اکستروژن

فورج

جوشکاری

ماشینکاری

پرسکاری

**روشهای تولید
محصولات
فولادی در
صنعت**

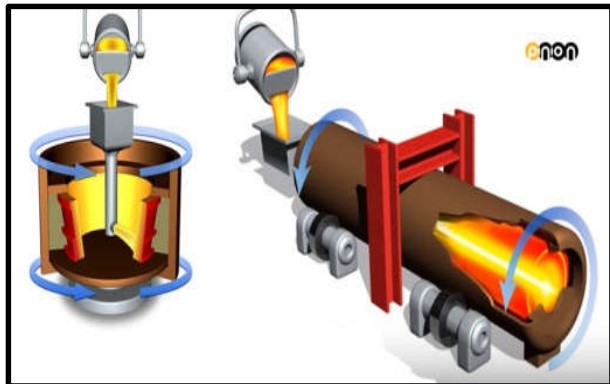


ریخته گری در ماسه

ثقلی یا ریژه

دقیق با مدل فداشونده

تحت فشار یا دایکست



گریز از مرکز یا سانتیریفوژ

قطعه ریزی

روشهای ریخته گری

شمش ریزی

ریخته گری تکباری شمش

ریخته گری مداوم شمش



روشهای تولید فولاد در صنعت

امیاء مستقیم

- در این روش بدون ذوب کردن سنگ آهن و با استفاده از عملیات امیاء - سنگ آهن (بصورت گندله) مستقیماً تبدیل به آهن اسفنجی شده که محصول فوق در کوره های الکتریکی (قوس الکتریک و القایی) تبدیل به فولاد میشود



امیاء غیر مستقیم

- در روش امیاء غیرمستقیم سنگ آهن ابتدا در کوره بلند شارژ و ذوب شده و محصول حاصل از آن (چدن خام) در کوره های دمشی (کنورتور) تبدیل به فولاد میگردد. حدود ۷۰ درصد از فولاد کل دنیا و ۳۰ درصد از فولاد ایران از این روش تولید میگردد



نقش کک در فولادسازی

- دلیل تبدیل زغال سنگ به کک:

- ۱- افزایش درصد کربن
- ۲- افزایش مقاومت مکانیکی
- ۳- کاهش ناخالصی ها
- ۴- افزایش تخلخل و سطح مفید

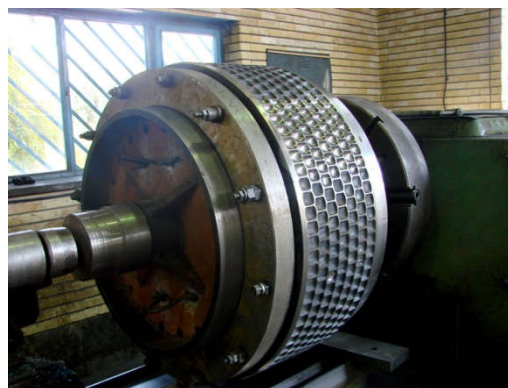
- کک ماده ی جامد پرکربن است که از حرارت دادن زغال سنگ در دما/زمان و فشار مشخص بدست می آید. با انجام این فرایند مواد فرار موجود در زغال سنگ خارج شده و جامد سیاه رنگ و متخلخل به نام کک بدست می آید. کک در کوره بلند نقش **تامین انرژی حرارتی** / احیا سنگ آهن و ایجاد تخلخل برای عبور گازهای احیا کننده و کربوره کردن چدن را دارد.



کلوخه (آگلومره)

- آگلومره در لغت به معنای اجتماع ذرات میباشد و در فرایند تولید به محصول به هم چسباندن نرمه های آهن دار جهت ایجاد شرایط مناسب شارژ کوره بلند گویند که این فرآیند آگلومراسیون نام دارد که به سه روش زیر تقسیم میشود

- ۱- گندله سازی
- ۲- بریکت سازی
- ۳- کلوخه سازی



مواد اولیه کلوخه

سنگ آهن زیر 10 میلیمتر

دولومیت

سنگ آهک زیر 3 میلیمتر

نرمه کک زیر 3 میلیمتر

سنگ منگنز

آهک پخته شده

کلوخه های برگشتی

گرد و غبار کوره بلند

آکالین

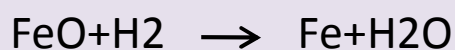
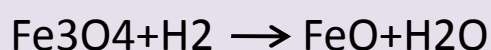
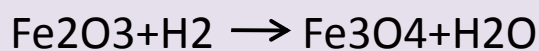
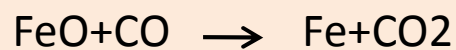
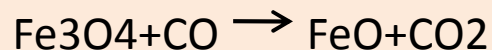
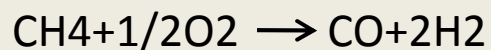
لجن های حاصل از سیرکوله

آهک

- آهک حاوی عنصر کلسیم میباشد که در طبیعت بصورت سنگ اهک یا کربنات کلسیم . وجود دارد. (CaCO_3)
- آهک را میتوان از طریق حرارت دادن و پختن سنگ آهک و خروج دی اکسید کربن آن بدست آورد . آهک به عنوان روانساز و گداز آور در کوره بلند و همچنین موجب سیالیت سرباره میشود و کمک به انجام واکنشهای فسفرزدایی و گوگردزدایی میکند

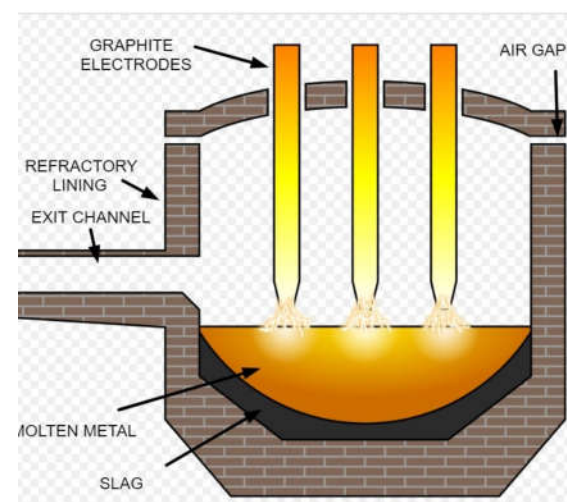
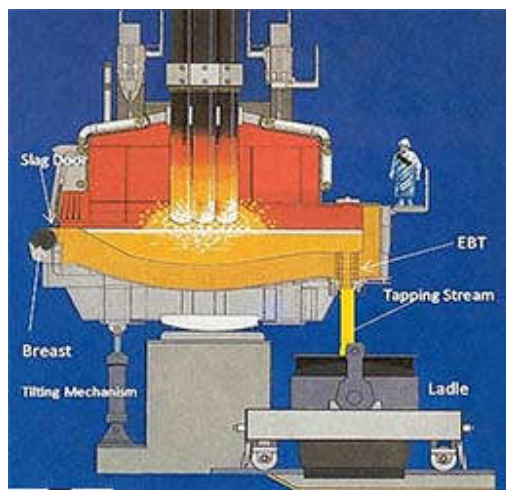
امیاء مستقیم سنگ آهن و تولید آهن اسفنجی DRI

آهن اسفنجی محصول فرآیند امیاء مستقیم کانه های سنگ آهن یا همان گندله میباشد. در روش امیاء مستقیم سعی بر آن است قبل از عمل ذوب اکسیژن از سنگ آهن تقریباً به طور کامل گرفته شود. این اکسیدها با جریان گاز امیایی مخلوط هیدروژن و منوکسیدکربن که محصول احتراق ناقص گاز طبیعی (متان) میباشد از سنگ آهن خارج میگردد. در این پروسه گندله به داخل یک تنوره عمودی بطور پیوسته شارژ میگردد و توسط گاز امیایی که در اواسط تنوره در دمای حدود ۸۰۰ درجه واکنش میدهد به آهن بالای ۹۰ درصد تبدیل میشود



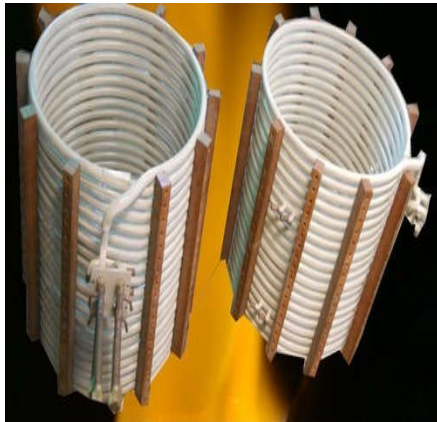
تولید فولاد در کوره قوس الکتریکی EAF

کوره قوس الکتریکی متداولترین نوع کوره برای ذوب فولادها به ویژه فولادهای ساده کربنی میباشد که حرارت لازم برای ذوب فلز از طریق انتقال و تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی حرارتی توسط قوس بوجود آمده بین الکتردها و بار کوره تامین میگردد. این کوره ها از یک بدنه فولادی با آستر نسوز و سطح مقطع مدور و کف گود تشکیل شده اند. یک سقف گنبدی شکل نسوزکاری شده بالای سر کوره قرار دارد که بصورت متمرکز عمل میکند. در این سقف سه سوراخ وجود دارد که محل عبور الکترودها به داخل کوره میباشد برای تخلیه ذوب و سرباره کوره قابلیت چرخش ۴۵ و ۱۵ درجه به طرفین را دارد.



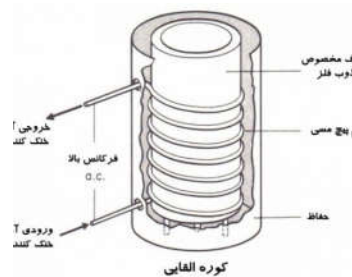
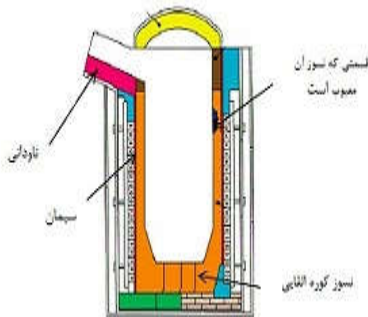
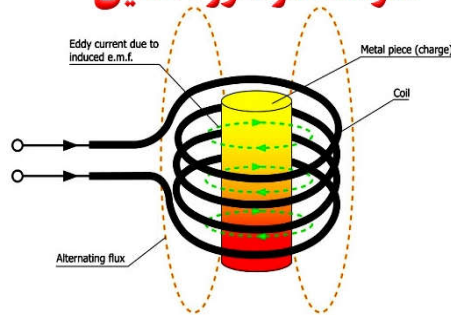
Electric Furnace Steelmaking (Pdf Book)

تولید فولاد در کوره های القایی



مهمترین کوره ذوب که در صنایع کوچک برای ذوب انواع آلیاژهای آهنی و غیرآهنی کاربرد دارد کوره های القایی هستند. کوره های القایی شباهت زیادی به یک ترانسفورماتور دارد. عبور جریان الکتریسیته از کویل باعث القا جریان مغناطیسی چندین برابر در شارژ میشود در نتیجه مقاومت شارژ در برابر عبور جریان مغناطیسی باعث گرم شدن شارژ و نهایتاً ذوب شدن و افزایش دمای آن میشود. کویل از جنس لوله های مسی آبگرد میباشد که بصورت حلقه های مارپیچ اطراف کوره را در بر میگیرد. نسوز کوره های القایی جرم های کوبیدنی از نوع اسیدی و بازی میباشد.

نحوه عملکرد کوره القایی



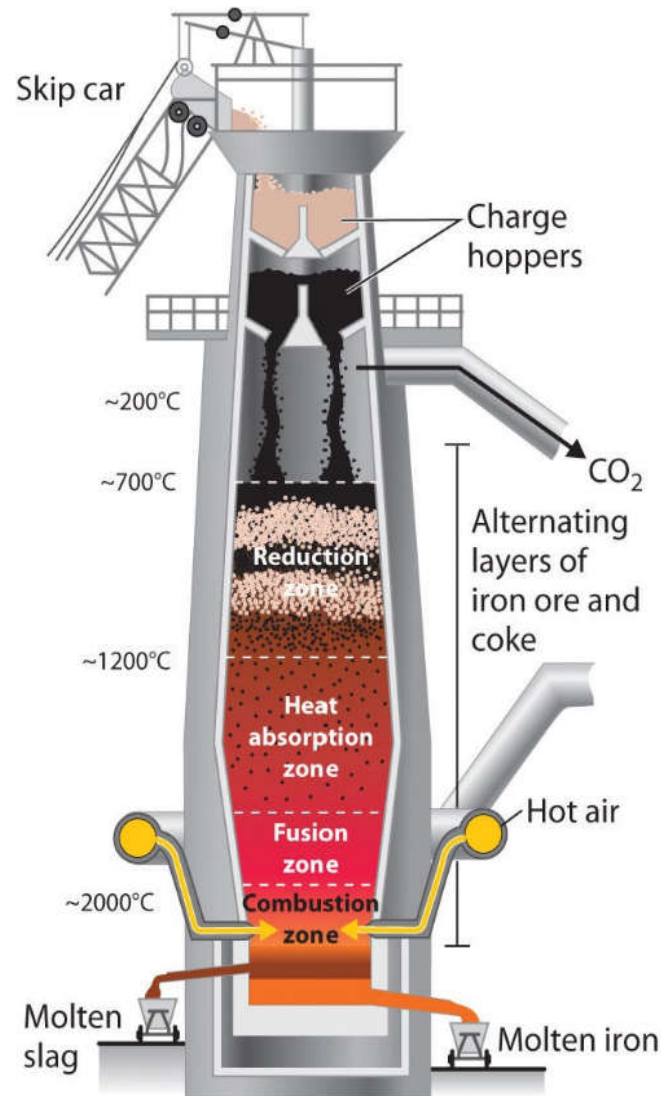
تولید فولاد به روش امیاء غیرمستقیم (کوره بلند-کنورتور)



در این روش ابتدا سنگ آهن / کلوخه / کک / کمک ذوب ها در کوره بلند شارژ گردیده و به همراه هوای گرم و گاز متان دمیده شده در کوره باعث انجام عمل امیاء آهن از اکسید آهن و تبدیل آن به چدن خام میگردد که محصول خروجی کوره بلند میباشد. چدن خام کوره بلند محصولی است که ناخالصی های زیادی دارد(فسفر و گوگرد) و به علت بالا بودن کربن مستلزم تبدیل آن در کنورتور به فولاد خام میباشد(با استفاده از واکنش های اکسیداسیون) و پس از آن جهت فولاد با آنالیز مورد نظر تحت عملیات متالورژی ثانویه قرار گرفته و به ایستگاه های ریخته گری ارسال میگردد.



مواد شارژ کوره بلند



وظیف کوره بلند امیاء و ذوب همزمان سنگ آهن و تبدیل به چدن مذاب میباشد. مواردی که طی این پروسه به کوره شارژ میگردد شامل:

- ۱- سنگهای آهن با دانه بندی ۱۰ تا ۲۵ میلیمتر
 - ۲- آگلومره یا کلوفه
 - ۳- سنگ منگنز
 - ۴- سی (عامل اصلی گاز امیاء)
 - ۵- کمک ذوب ها: فلورین - کوارتزیت - آهک
- همچنین دمش هوای گرم و گاز متان

میکسر



وظیفه اصلی میکسر ذخیره و تامین
چدن مذاب با حرارت و آنالیز
همگن جهت ارسال به واحد
کنورتور میباشد. در بخش فولاد
سازی دو عدد میکسر با ظرفیت
اسمی ۱۳۰۰ تن موجود میباشد.
همچنین کمک در توقفات یکی
دیگر از مزایای میکسر میباشد



کنورتور Canvertor

آهن خام یا همان چدن کوره بلند محصولی است که نافالسی های زیادی دارد و به خاطر درصد بالای کربن (۳ تا ۴ درصد) قابلیت شکل پذیری / پخش خواری و جوشکاری را ندارد بنابراین لازم است طی عملیاتی مقدار کربن آن کاسته شده و سایر عناصر موجود در چدن خام را به مد مطلوب رساند. این عملیات در کوره های دمش اکسیژن (کنورتور) معروف به ال دی انجام میگردد. آنچه در عملیات فولادسازی در کنورتور انجام میگردد بر اساس اکسیداسیون عناصر موجود در چدن مذاب میباشد. این واکنش ها توسط دمش اکسیژن خالص در یک محفظه گلابی شکل که از داخل توسط آجرهای نسوز پوشانده شده است انجام میگردد



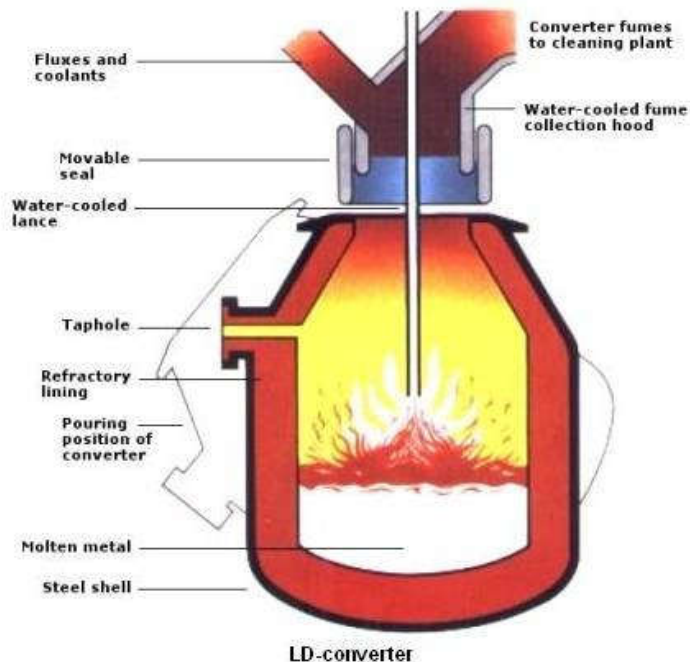
مواد اولیه شارژ در کنورتور

۱- **چدن مذاب کوره بلند** : به میزان ۷۵ تا ۱۰۰ درصد از کل شارژ کنورتور را در بر میگیرد

۲- **آهن قراضه یا آهن اسفنجی** : به میزان ۰ تا ۲۵ درصد جهت تعدیل حرارتی در کنورتور شارژ میگردد

۳- **کمک ذوب ها** : شامل سنگ آهن/آهک/فلورین و ... میباشد

مقایسه آنالیز چدن و فولاد قبل و بعد از عملیات
دمش اکسیژن



	چدن	فولاد
دمای ذوب	۱۲۸۰	۱۶۸۰
درصد کربن	۴	۰.۱
درصد سیلیسیم	۰.۶	۰
درصد منگنز	۰.۸	۰.۳
درصد فسفر	۰.۲۵	۰.۰۳
درصد گوگرد	۰.۰۶	۰.۰۳

نازل (فورم) اکسیژن



واکنشهای انجام شده در کنورتور (اکسیداسیون)

واکنش سوختن کربن (c)



واکنش سوختن سیلیسیم (si)



واکنش سوختن منگنز (Mn)



واکنش حذف فسفر (P)



واکنش حذف گوگرد (S)



مراحل تولید فولاد در کتورتور اکسیژنی



1

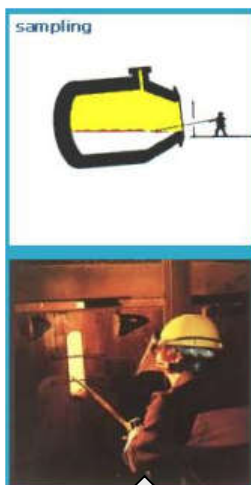


مراحل تولید فولاد در کتورتور اکسیژنی

2



3



4



5



6

شماتیکی از عملیات شارژ و تخلیه ذوب در کتورتور

ترتیب مراحل عملیات ذوب سازی در
کتورتور

۱- شارژ قراضه

۲- شارژ چدن

۳- دمش اکسیژن و شارژ کمک
ذوب ها

۴- نمونه برداری و تعیین حرارت

۵- تخلیه مذاب و اضافه کردن
مواد و فروآلیاژ در پاتیل

۶- تخلیه سرباره در پاتیل سرباره



موسسه آزمون و مواد آمریکا ASTM

American Society for Testing and Materials



• DIN موسسه استاندارد آلمان

Deutsches Institut for Normung



SAE جامعه مهندسين خودرو آمریکا

Society of Automotive Engineers



• GOST استاندارد دولتی روسیه

Gosudarstvennyy



CEN کمیته استاندارد اروپایی

Comite Europeen de Normalisation



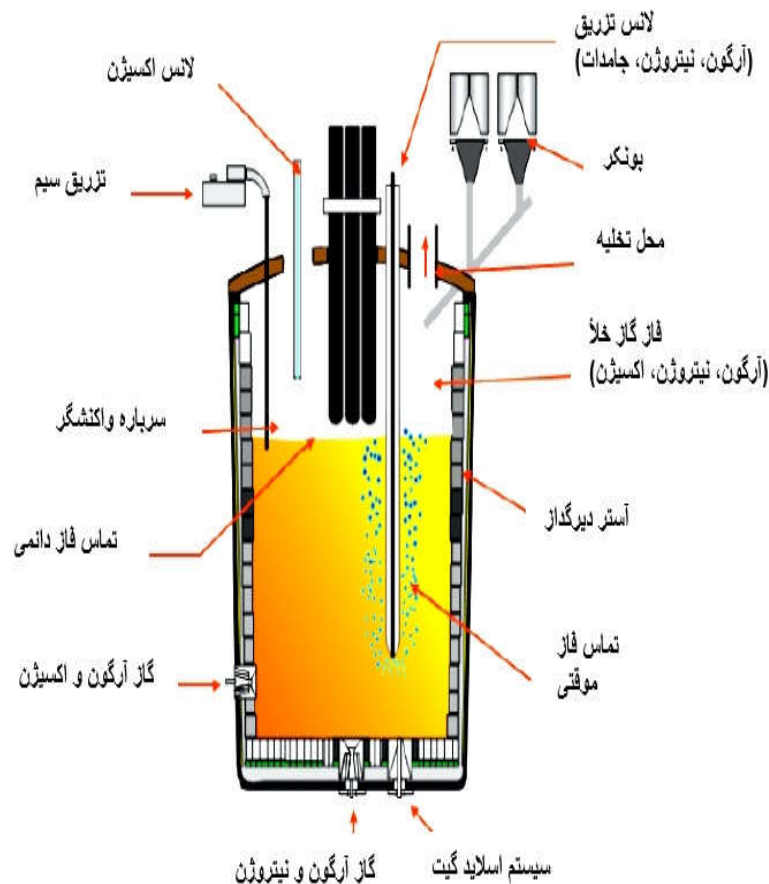
**American
Iron and Steel
Institute**

AISI موسسه آهن و فولاد آمریکا

American Iron and Steel Institute

متالورژی ثانویه

(L.F)(Ladle Furnace)



متالورژی ثانویه به مجموع
فرآیندهای گاززدایی/آخال زدایی و
ایجاد ترکیب شیمیایی مدنظر و به طور
کلی تصفیه و پالایش نهایی در مذاب
اطلاق میگردد که خارج از کوره انجام
میشود. از جمله این تجهیزات میتوان
به LF / VD / VOD اشاره کرد

مزایای استفاده از کوره پاتیلی در فرآیند ذوب سازی



۱- افزایش سرعت تولید و بهبود هماهنگی

۲- ثبات کیفی در ذوب های متوالی

۳- هموژن سازی ذوب از نظر درجه حرارت و ترکیب شیمیایی

۴- گرم کردن ذوب توسط برقراری قوس و بالعکس

۵- اصلاح ترکیب شیمیایی ذوب با افزودن مواد مورد نیاز

نکته هائز اهمیت در کوره پاتیلی دقت در عدم برگشت فسفر و امیاء منگنز میباشد

ریخته گری شمش

ریخته گری تکباری شمش Ingot Casting

ریخته گری مداوم شمش Continuous Casting



ریخته گری Ingot Casting
تکباری شمش

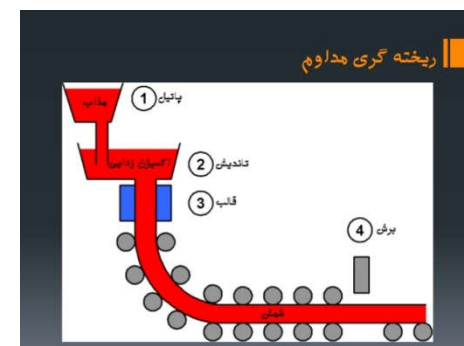
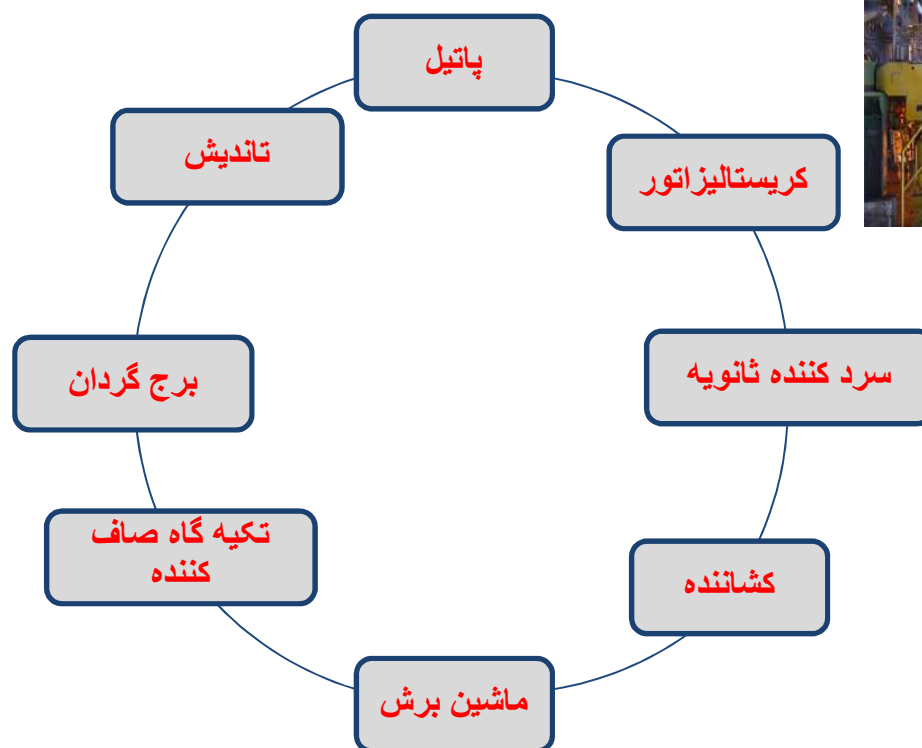
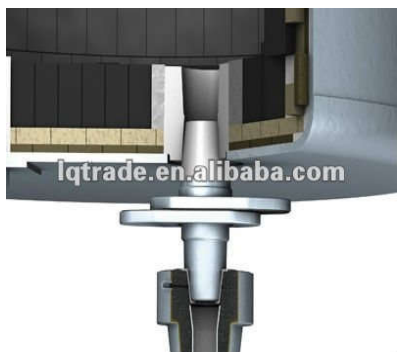
- در این روش ذوب داخل قالب هایی از جنس چدن (کوکیل) ریخته میشود و محصول آن شمش با ابعاد و تناژ ثابت و مشخص که بسته به شکل قالب دارد میباشد. این فرآیند با توجه به عملیات پیشگرم قبل از نورد و سرعت پایین تولید از بازدهی کمتری برخوردار است. از مزایای آن میتوان به تولید محصولات بزرگ فورج اشاره کرد

• ریخته گری مداوم شمش Continuous Casting

در این فرآیند ابتدا پاتیل مذاب فولاد با درجه حرارت و ترکیب شیمیایی معین بر روی ایستگاه ریخته گری مستقر میگردد. به منظور تثبیت سرعت ریخته گری و جدا کردن ناخالصی های غیرفلزی ابتدا فولاد در پاتیل میانی (تاندیش) ریخته میشود و سپس به درون قالب های سرد کننده (کریستالیزاتور) وارد شده تا انجماد اولیه یا همان پوسته انجماد شکل بگیرد بدین ترتیب یک پوسته جامد با توجه به شکل قالب اطراف مذاب را فراگرفته که با خارج شدن از قالب در منطقه سرد کننده ثانویه با پاشش آب خنک شده و فاز مذاب درون آن کاملاً بصورت جامد در میآید



قسمت های اصلی ایستگاه ریخته گری مداوم



با آرزوی روزهایی خوش برای شما همکاران گرامی

بهره‌وری شاخص مهم موفقیت

