



شرکت مدیریت تولید برق شهید رجایی

Shahid Rajaei Power Plant



«مواد مهندسی» پر کاربرد «در صنایع نیروگاهی»

تهیه و تنظیم: ابوالفضل موتابها تیر ۱۴۰۰





«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»

مقدمه

دانستن علم مواد (متالورژی) و شناخت دقیق مواد مهندسی و خصوصیات رفتاری آنها حین کارکرد، در صنایع نیروگاهی و سایر بخش های صنعت الزامیست.

تجهیزات و قطعات نصب شده در نیروگاه ها به مرور زمان دچار استهلاک شده و برای تداوم تولید پایدار، تعمیر و بازسازی قطعات و تجهیزات و یا جایگزین نمودن صحیح آن ها بایستی صورت پذیرد.

در این بین، تجهیزات دوار مثل توربوژنراتورها، کمپرسورها، پمپ الکتروموتورها... نقش پررنگ تری داشته و از اهمیت بالاتری برخوردارند.

تنها با شناخت دقیق مواد مهندسی، تست های غیر مخرب و مخرب استاندارد، اصول متالورژیکی و عملیات حرارتی مناسب و ... میتوان؛ ساخت و بازسازی اصولی قطعات و یا خرید کالای اورجینال را تضمین نمود.

پاورپوینت پیش رو و مطالب تهیه شده؛ حاصل کار و تلاش ۲۵ ساله تهیه کننده به عنوان خدمتگزار در بخش تولید صنعت برق کشور است.

امید است مفید واقع شود.

ابوالفضل مویتابها

تیر ماه ۱۴۰۰



«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»

• تقسیم بندی مواد مهندسی:

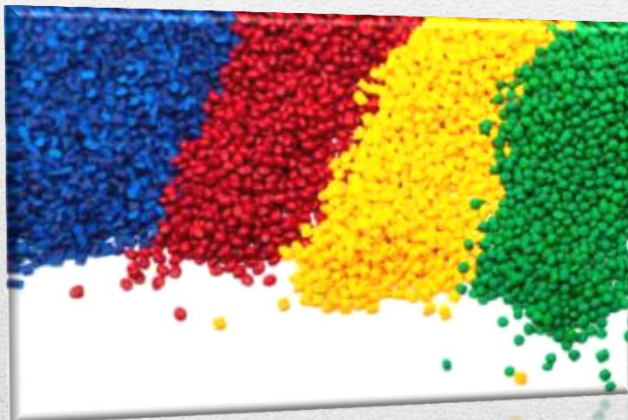




• تقسیم بندی مواد مهندسی:

الاستومرها (لاستیک ها)

CR, NBR, NR, پلی اورتان ، سیلیکون رابر،
...،VITON,EPDM



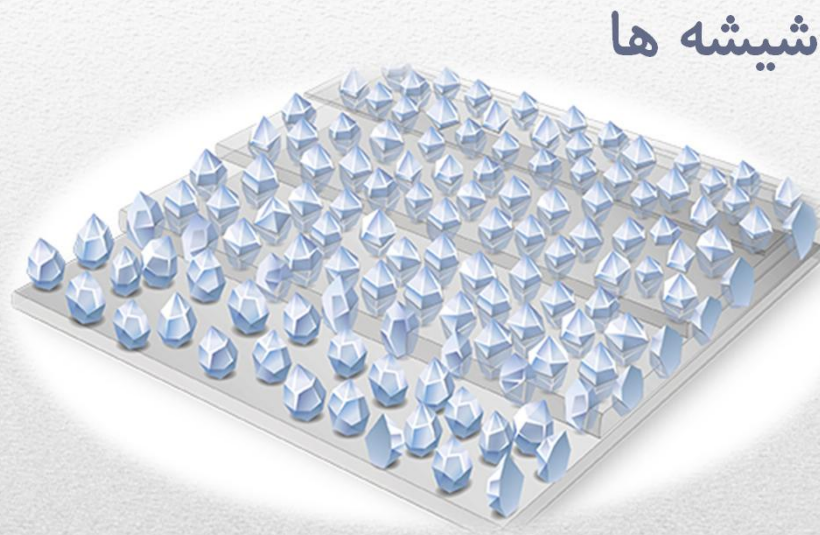
پلاستومرها (پلاستیک ها)

انواع تفلون (PTFE)، پلی اتیلن، پلی پروپیلن، پلی امید،
PVC ، PLA و...

۲- مواد پلیمری



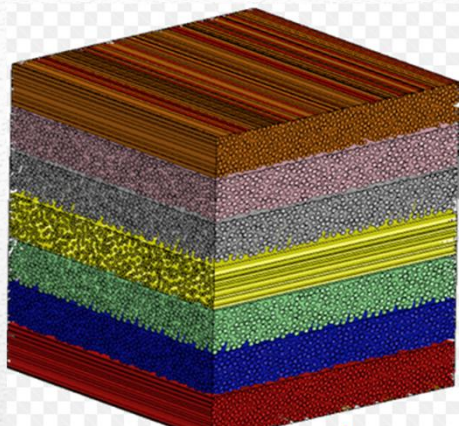
• تقسیم بندی مواد مهندسی:



انواع بتن ها و شیشه ها

۳- مواد
سرامیکی

انواع ساینده ها و نسوزها (ترکیبات Al_2O_3 , SiO_2 و ...)



• تقسیم بندی مواد مهندسی:

۴- مواد

کامپوزیتی ←

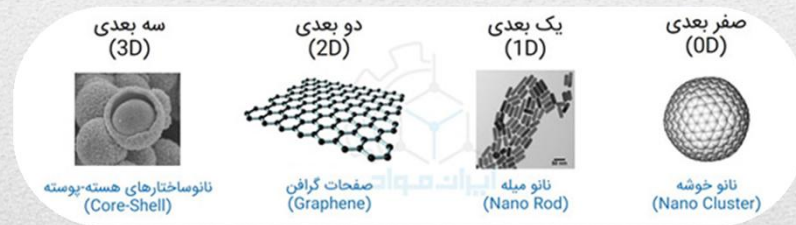
(مواد مرکب)

ترکیبی از دو یا چند ماده که معمولاً یک ماده به صورت زمینه و پایه و مواد دیگر تقویت کننده (الیاف) هستند. انواع بتن مسلح، فایبر گلاس و کاه گل از کامپوزیت های متداولند.



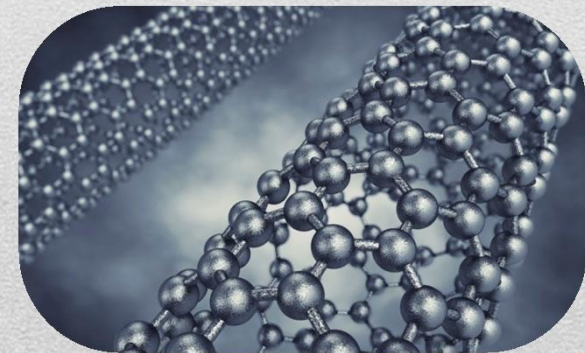
• تقسیم بندی مواد مهندسی:

این مواد حداقل یک بعد در مقیاس نانو دارند (حداکثر ۱۰۰ نانومتر)



ه-نانو مواد:

کاربرد در صنایع الکترونیک، منسوجات، لوازم آرایش، حفاظت از محیط زیست، فناوری اطلاعات و سایر صنایع...

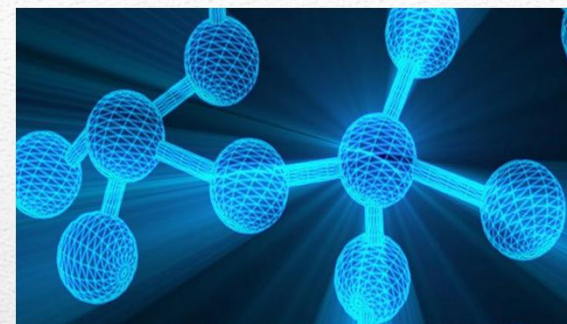




• تقسیم بندی مواد مهندسی:

➤ موادی که می توانند محیط و شرایط اطراف خود را درک کنند و به آن واکنش نشان دهند (شیشه عینک های فوتوکرومیک، فلزی به نام نیتینول) (آلیاژ نیکل تیتانیوم در ساخت فریم عینک ها، کاملاً فلکسیبل) به هر شکلی در می آید و سپس می توان با گرم کردن آن تا ۹۰ درجه سانتی گراد، به شکل اول بازگرداند.

➤ دومین ویژگی اینکه می توان این سیم ها را برنامه ریزی کرد تا شکل خاصی را به خاطر بسپارند.



۶- مواد

هوشمند:





فولادها (Steels)



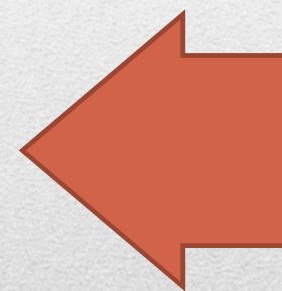
• تقسیم بندی مواد مهندسی:

• مواد فلزی:

فولادها (Steels) ➤

تعریف:

□ آلیاژ آهن + کربنی که حداکثر ۰.۲٪
کربن دارد
(یا دقیق تر ۰.۰۶/۰.۲٪)



۱- فلزات

آهنی

(پایه آهن)



«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»



□ الف: به لحاظ ترکیب
شیمیایی

□ ب: به لحاظ موارد
مصرف (کاربرد)

تقسیم بندی

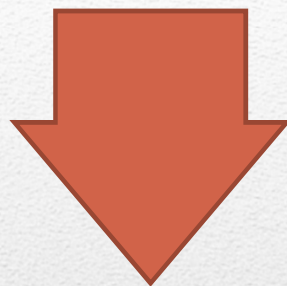
فولادها
(Steels)





«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»

❖ تقسیم بندی فولاد ها به لحاظ ترکیب شیمیایی:



□ فولاد های آلیاژی
(Alloy steel)



□ فولاد های کربنی
ساده (Carbon steels)



□ فولاد های کربنی ساده (Carbon steel)



فولاد هایی که فقط ۵ عنصر؛ (کربن، منگنز، سیلیسیم، فسفر و گوگرد) دارند

۱- فولاد کم کربن (Low carbon Steel) $0.02 < \%c < 0.15$

۲- فولاد نرم (Mild Steel) $0.15 < \%c < 0.25$

۳- فولاد متوسط کربن (Medium carbon Steel) $0.25 < \%c < 0.6$

۴- فولاد پُر کربن (High carbon Steel) $0.6 < \%c < 2.06$

انواع
فولاد
های
کربنی
ساده؛



□ فولاد های آلیاژی (Alloy steels)



✓ این فولاد ها علاوه بر ۵ عنصر ذکر شده در فولاد های کربنی ساده عناصر دیگری مانند: کروم (Cr)، نیکل (Ni)، مولیبدن (Mo)، تیتانیوم (Ti)، نیوبیم (Nb)، تنگستن (W)، وانادیوم (V)، آلومنیوم (Al) و ... را نیز دارند «یک یا چند عنصر»

□ فولاد های کم آلیاژی (Low alloy Steel)

در صد عناصر فوق کمتر از 5%

□ فولاد های پُر آلیاژی (High alloy Steel)

حداقل یکی از عناصر فوق بیشتر از 5%

انواع
فولاد
های
آلیاژی؛



«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»

دسته بندی فولادها بر اساس استاندارد DIN فولادهای ساده کربنی

نام گذاری بر اساس خواص کاربردی (x1 St xx2-x3)

- x1: روش تولید (Q سرد لبه دار شده، P نورد سرد، Z کشش سرد)
- xx2: حداقل استحکام کششی بر حسب کیلوگرم بر میلی متر مربع
- x3: نشان دهنده کیفیت فولاد (۲، ۳ و ...) مثال: 1.0121(Q St 37-2)

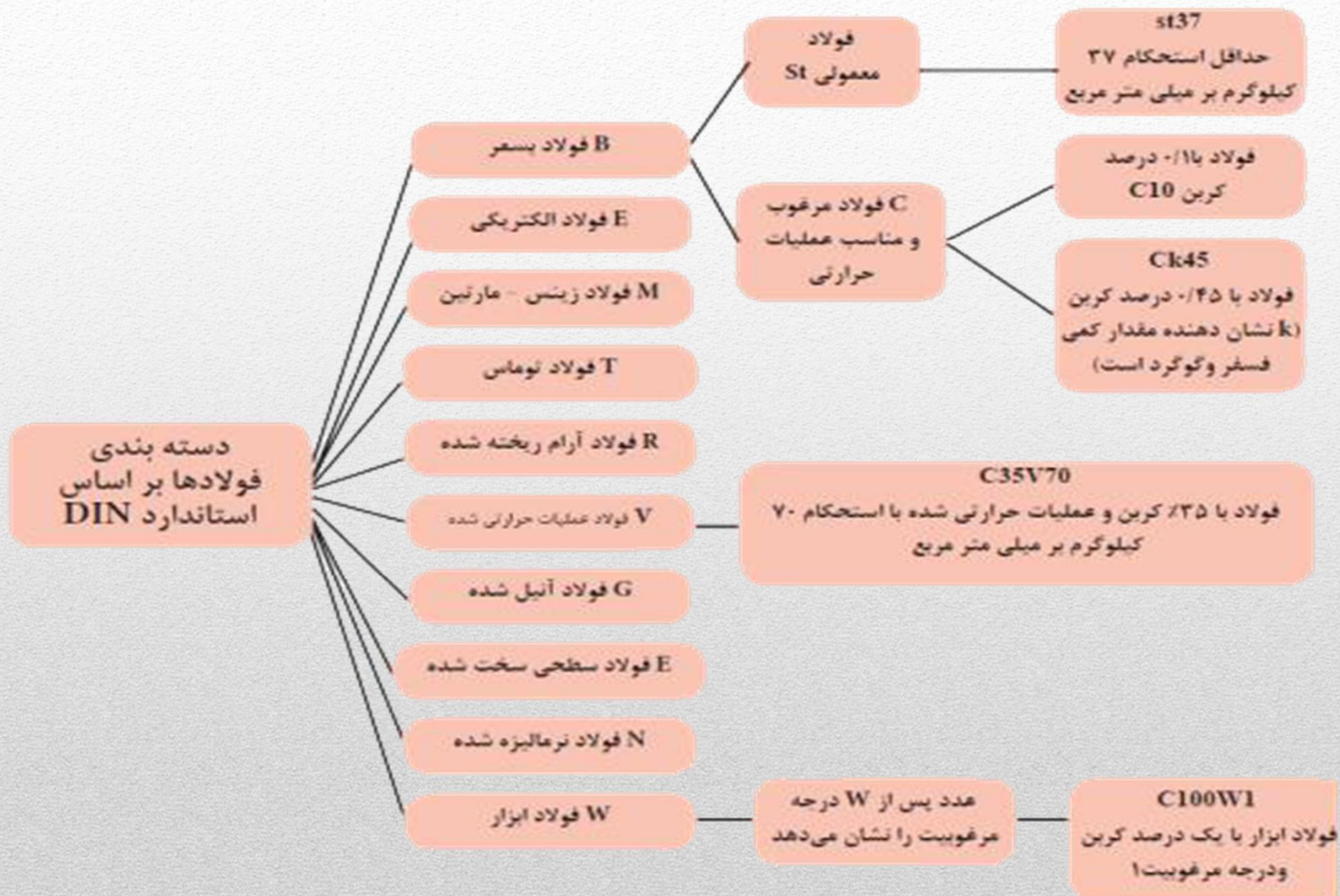
نام گذاری بر اساس ترکیب شیمیایی (Cx1xx2 x3)

- x1:
f: فولادهای سخت کاری شعله ای و القائی
k: فولادهای نجیب با مقادیر کم فسفر و گوگرد
m: فولادهای نجیب با محدوده معینی از گوگرد

- xx2: مقدار کربن ضربدر 100
- x3: نشان دهنده کیفیت فولاد در فولادهای ابزار (W1 و W2) و...
مثال: Ck45 و C105 W2



«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»





دسته بندی فولادها بر اساس استاندارد DIN فولادهای آلیاژی

□ فولادهای کم آلیاژ (مجموع عناصر آلیاژی کمتر از ۰.۵٪)

$xx^1 ABC^2 xxx^3$

- ۱ میزان کربن ضربدر ۱۰۰
- ۲ عناصر آلیاژی به ترتیب مقدار از کم به زیاد
- ۳ مقدار عناصر ذکر شده با ضرایب خاص (در صورت کمتر بودن از ۱٪ مقدار را نمایش نمی دهند)

عناصر آلیاژی	ضریب
Cr,Co,Mn,Ni,Si,W	۴
Al,Be,Cu,Mo,Nb,Pb,Ta,Ti,V,Zr	۱۰
Ce,N,P,S	۱۰۰
B	۱۰۰۰

□ فولادهای پر آلیاژ (مجموع عناصر آلیاژی بیشتر از ۰.۵٪)

$X^1 xx^2 ABC^3 xxx^4$

- ۱ X وجه تمایز فولاد پرآلیاژ با کم آلیاژ می باشد
- ۲ میزان کربن ضربدر ۱۰۰
- ۳ عناصر آلیاژی به ترتیب مقدار از کم به زیاد
- ۴ مقدار عناصر ذکر شده



«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»

مفهوم DIN NUMBER در استاندارد آلمان:

- در این استاندارد هر نوع فولاد با یک نماد (Symbol) و یک عدد استاندارد (Standard Number) شناخته می شود که هر کدام معادل یکدیگر هستند.
- عدد استاندارد فولاد یک عدد پنج رقمی است به شکل **X.XXXX**
- عدد سمت چپ **X.XXXXX** گروه اصلی ماده را نشان می دهد که برای فولادها این عدد ۱ می باشد. (برای چدن 0، برای فلزات سنگین تر از آهن 2، برای فلزات سبک تر از آن 3، و برای فلزات غیر آهنی 4-8 در نظر گرفته می شود)
- دو رقم بعدی **X.XXXXX** به ترکیب شیمیایی فولاد اشاره دارد.
- دو رقم آخر **X.XXXXX** صرفاً شمارنده بوده و نشان دهنده مفهوم خاصی نیست.



«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»

• در جدول زیر رابطه بین نوع فولاد و دو رقم میانی عدد استاندارد را مشاهده می کنید :

نوع فولاد	1.XXXX
ساختمانی معمولی	0x
فولاد خوش تراش	۰۷
فولاد ابزار کربنی	۱۸-۱۵
فولاد گرم کار و سردکار	2x
فولاد تندبر	۳۳ - ۳۲
فولاد بلبرینگ	۳۵
فولاد نگیر (غیر مغناطیسی)	۳۹ - ۳۸
فولاد ضد زنگ	۴۵ - ۴۰
فولاد نسوز	۴۸ - ۴۷
فولاد مقاوم در دمای بالا	۴۹
فولاد نیتريدی	۸۵



گروه های مختلف فولادها

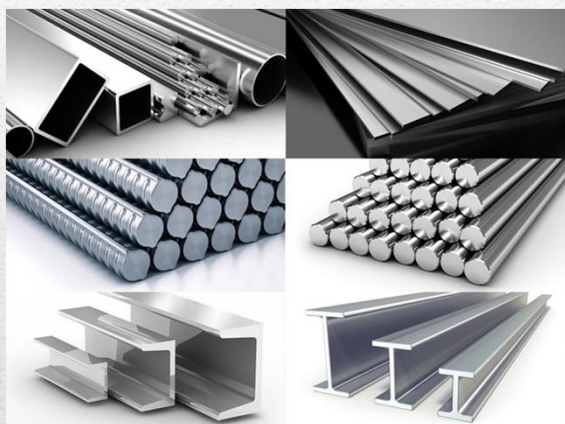
کلید فولاد	ساختمانی و ماشین سازی
	ابزار
	مقاوم در دمای بالا
	زنگ نزن

۱. فولاد های ساختمانی عمومی، سخت شونده سطحی، نیتروراسیون، خوش تراش
۲. فولاد عملیات حرارتی شونده، فولاد بلبرینگ
۳. فولاد فئر، سخت شونده سطحی و فولاد اکستروژن
۴. فولاد مناسب برای دمای زیر صفر، مخازن تحت فشار، ساختمانی مقاوم در دمای بالا
۵. فولاد ماشین سازی دانه ریز
۷. فولاد ابزار کربنی، فولاد تندبر
۸. فولاد ابزاری سردکار
۹. فولاد ابزاری گرم کار
۱۱. فولاد های سوپاپ و فولاد ها و آلیاژهای مقاوم در دمای بالا
۱۲. فولاد نگیر (غیر مغناطیسی)، فولاد نسوز (مقاوم به گرما)، آلیاژهای مقاوم در برابر گرما
۱۳. فولادهای زنگ نزن
۱۴. فولادهای ریختگی زنگ نزن و نسوز
۱۵. مواد پر کننده جوشکاری برای فولاد های پر آلیاژ



□ تقسیم بندی فولادها به لحاظ موارد مصرف (کاربرد)

✓ کد استانداردها مطابق DIN آلمان در نظر گرفته شده است.

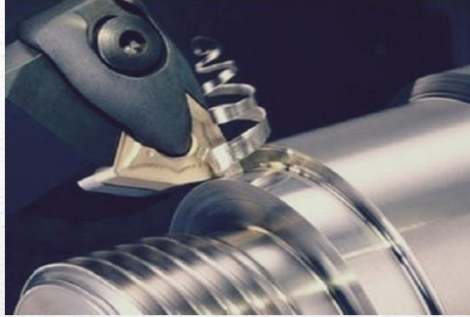


۱- فولاد های ساختمانی:

✓ معمولاً از خانواده Low Carbon Steels و یا Mild هستند

✓ دامنه کاربرد: ساخت استراکچر ماشین آلات، تأسیسات و ابنیه.

✓ مثال: St52, St42, St37



۲- فولاد های خوش تراش (اتومات):

- ✓ معمولاً از خانواده Low Carbon Steels با افزوده سرب و گوگرد بالا هستند،
- ✓ دامنه کاربرد: ساخت قطعات مکانیکی با استحکام متوسط در صنایع خودرو با پروسه تولید انبوه.

1.0722(10S PB20),

✓ مثال: 1.0756(35S PB20)



۳- فولاد های بهسازی:

✓ معمولاً از خانواده فولاد های کم آلیاژی هستند و تحت عملیات حرارتی به نام بهسازی، (Q,T) کوئنچ و تمپرینگ قرار می گیرند. این عملیات افزایش استحکام مکانیکی فولاد را به دنبال دارد.

✓ دامنه کاربرد: ساخت انواع محور، شاتون، پیچ و مهره، بوش، چرخ دنده، پین، خار و...
✓ این فولاد ها با تحمل تنشهای بالا و ناگهانی، و استحکام مکانیکی عالی، در صنعت کاربرد فراوانی دارند.

CK45(1.1191),
30CR NIMO8(1.6580),

✓ مثال: 42CRMO4(1.7225),
34CR NI MO6(1.6582)



۴- فولاد های دارای قابلیت عملیات حرارتی سخت کردن سطحی:

(Hard Surfacing Steels)

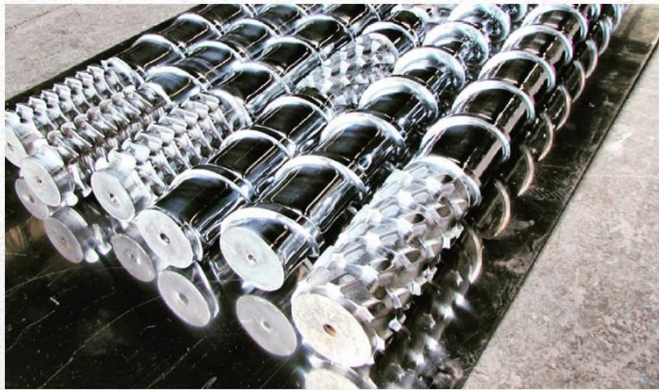
□ الف: فولاد های سماتنه:

این فولاد ها در دمای حدود 850°C در محیط کربن ده (جامد، مایع یا گازی) قرار گرفته و پس از نفوذ اتم های کربن در یک زمان مشخص به سطح قطعه، پس از تند سرمایی (کوئنچ Q) در روغن، به علت افزایش میزان کربن در سطح، دارای سختی سطحی بالایی شده و مقاومت به سایش عالی را فراهم می کنند.

✓ معمولاً از خانواده های (Low Carbon Steels , alloy Steels) هستند .

✓ دامنه کاربرد: ساخت انواع چرخ دنده، پین ها و بوش ها و شفت هایی که نیاز به سختی سطحی بالایی دارند.

✓ مثال: 1.0301(C10), 1.7147(20MN CR5), 1.7131(16MN CR5)



۴- فولاد های دارای قابلیت عملیات حرارتی سخت کردن سطحی:

(Hard Surfacing Steels)

□ ب: فولاد های نیترا ته:

این فولاد ها در دمای حدود 500°C در محیط دارای نیتروژن اتمی (محیط گازی) به مدت ۷۲ تا ۱۲۰ ساعت قرار گرفته و اتمهای نیتروژن با نفوذ به سطح قطعه و تشکیل نیتريد های مولیبدن، کروم و آلومینیوم ساختار سخت و مقاوم به سایش ایجاد می نمایند.

✓ معمولاً از خانواده های (Low alloy Steels , High alloy Steels) هستند .

✓ دامنه کاربرد: ساخت انواع سیلندر و مارپیچ تزریق مواد نیمه جامد (خمیری)، ساخت انواع Stem والو های بزرگ (Stop valve Main Steam) بویلر های نیروگاهی و ...

✓ مثال: 1.8505(32CR Al MO 7 10), 1.8509(41CR Al MO 7 10),



۵- فولاد های ابزار (Tool Steels):

انواع فولاد های ابزار

- الف: فولاد های ابزار کربنی (Carbon Tool Steels)
- ب: فولاد های تند بر (خشکه هوایی) (High Speed Steels)
- ج: فولاد های سرد کار (Cold Work Tool Steels)
- د: فولاد های گرم کار (Hot Work Tool Steels)



۵- فولاد های ابزار (Tool Steels):

انواع فولاد های ابزار

الف: فولاد های ابزار کربنی (Carbon Tool Steels)

✓ معمولاً از خانواده فولاد های پُر کربن و با عملیات حرارتی (Q, T) سختکاری می شوند.

✓ دامنه کاربرد: ساخت انواع ابزار مثل سوهان، اره های قابی برای چوب، سندان ماندل، چکش، سنبه، گیره و ...

✓ مثال: 1.1545(C80 W1), 1.1645(C105 W2)



۵- فولاد های ابزار (Tool Steels):

انواع فولاد های ابزار

□ ب: فولاد های تند بر (خشکه هوایی) (High Speed Steels)

✓ معروف به H.S.S

✓ معمولاً از خانواده فولاد های (Low alloy Steels , High alloy Steels) این فولاد ها دارای عناصر آلیاژی (CR, MO, W, V , CO) هستند.



«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»



انواع فولاد های ابزار

تندبر

➤ ب ۱- فولاد های تند بر تنگستنی (سری T) دارای تنگستن بیشتر

✓ مثال: (HS18-1-2-5) ، (T4(1.3255))

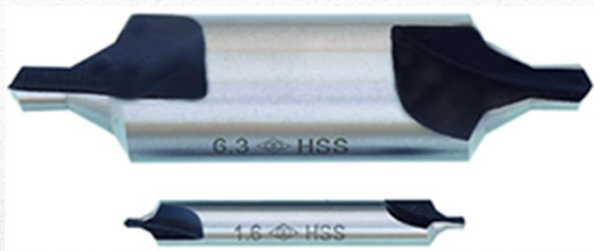
➤ ب ۲- فولاد های تند بر مولیبدی (سری M) دارای مولیبدن بیشتر

✓ مثال: (HS6-5-2-5) ، (M35(1.3243))

➤ ب ۳- فولاد های تند بر کبالتی (سری M) دارای کبالت بیشتر

دامنه کاربرد: ابزار های ماشین کاری شامل: انواع تیغچه تراشکاری، انواع قلاویز و مته، ابزار های فرز کاری، خان کشی، پیچ بری، صفحه تراشی و ...

✓ مثال: (HS10-4-3-10) ، (1.3207)



۵- فولاد های ابزار (Tool Steels):

ج: فولاد های ابزار سرد کار (Cold Work Tool Steels)

- ✓ این فولاد ها نیز از خانواده فولاد های کم و پُر آلیاژی هستند و دارای مقاومت به سایش، سختی پذیری، استحکام بالا و انعطاف پذیری خوب که با عملیات حرارتی (Q , T) به وجود می آید.
- ✓ دامنه کاربرد: ساخت انواع قالب های سمبه و ماتریس (پانچ) انواع مته مرغک، قالب های لورد پیچ (رولینگ)، ماندل ها، قالب های کشش سرد و ابزار های ماشین کاری و ...
- ✓ یکی از پر کاربرد ترین این فولادها و موجود در بازار داخلی، فولاد SPK (Special K) می باشد.

✓ مثال: SPK: 1.2080(X210 CR12)

(دارای وانادیوم)

SPK NL: 1.2379(X155 CR V MO12-1)

(دارای تنگستن)

SPK R : 1.2436(X210 CR W12)



۵- فولاد های ابزار (Tool Steels):

□ د: فولاد های ابزار گرم کار (Hot Work Tool Steels)

- ✓ این فولاد ها نیز خواص فولاد های ابزار قبلی را داشته ، مضاف بر اینکه تا دمای $600^{\circ}C$ سختی خود را حفظ می کنند و قابلیت استفاده تا حدود گرمای $700^{\circ}C$ را دارند.
- ✓ دامنه کاربرد :ساخت انواع قالب های فورج گرم، قالب های دایکاست، تزریق آلومینیوم و روی، قالب های اکستروژن و انواع پیچ و مهره با قابلیت کار در دمای بالا.
- ✓ مثال:یکی از پر کاربرد ترین این فولادها و موجود در بازار داخلی، فولاد؛ (X40 CR MO V 5-1) : 1.2344 می باشد.



۶- فولاد های فنر (Spring Steels):

✓ این فولاد ها از خانواده فولاد های کربنی ساده، فولاد های کم آلیاژی و پر آلیاژی هستند.

✓ دارای عناصر آلیاژی مثل کروم، وانادیوم، مولیبدن، ... بوده و با عملیات حرارتی Q, T دارای پایداری کشش و الاستیسیته عالی می شوند.

✓ دامنه کاربرد: ساخت انواع: **فنر های تخت** (جذب نیروهای خمشی)، **فنر های کششی** (تحمل کشش و حلقه های فنر، به هم چسبیده اند)، **فنر های فشاری**، (تحمل فشار و حلقه های فنر، با هم فاصله دارند)، **فنر های مخروطی** (ضریب سختی غیر برابر تحمل می کنند. یعنی اگر نیروی اعمالی به فنر کم باشد عملکرد آن نرم، و اگر نیروی اعمالی زیاد باشد، عملکرد فنر سخت خواهد بود) **فنر های بشقابی**.

✓ مثال: CK75(1.1248), 50CR V4(1.8159), 55CR3(1.7176)

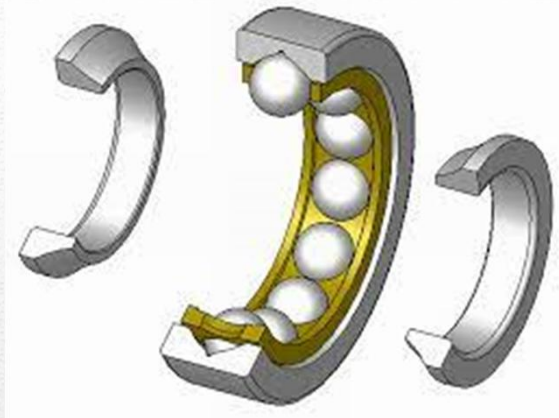


۷- فولاد های زنگ نزن و نسوز (Stainless Steels):

✓ این فولاد ها از خانواده فولاد های پر آلیاژی بوده و مقاومت به خوردگی شیمیایی، قابلیت تحمل حرارتی و استحکام مکانیکی مطلوب از خواص بارز این فولاد هاست.

- استینلس استیل های سری 300
- استینلس استیل های سری 400
- استینلس استیل های سری 600

انواع فولاد
های زنگ
نزن و نسوز
پر کاربرد:



۸- فولاد های ساخت یاتاقانهای غلتشی (Ball & Roller Bearing Steels):

- ✓ برای ساخت اصلی ترین اجزاء بیرینگ های غلتشی شامل:
(Roll & Ball , Steel Cage و رینگ های داخل و خارج «گنس»)
- ✓ این فولاد ها از خانواده فولاد های کم آلیاژی (برای محیط های غیر خورنده) و پر آلیاژی برای محیط های خورنده می باشد.
- ✓ خصوصیات فولاد های بیرینگ؛ سختی بسیار بالا و استحکام مکانیکی بالاست که بعد از عملیات حرارتی (Q & T) حاصل می شود.
(سختی این فولادها بعد از عملیات حرارتی (60~66) راکول C خواهد بود).



۸- فولاد های ساخت یاتاقانهای غلتشی (Ball & Roller Bearing Steels):

مثال:

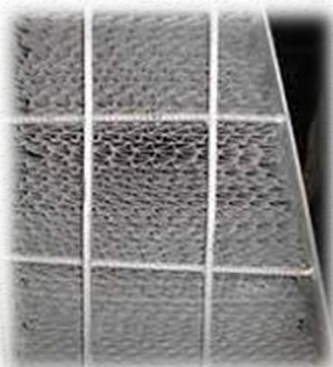
- W3 (1.35.5) 100CR6
- W5 (1.3536) 100CR MO 73
- (1.3549) X89 CR MO V 18 1

نکته: فولاد های بیرینگ برای افزایش سختی و استحکام مکانیکی تحت عملیات حرارتی (Q & T) قرار گرفته و دمای T (بازگشت) معمولاً بین 100~150 درجه سانتی گراد می باشد.

نکته: یاتاقانهای غلتشی، زمان مونتاژ به هیچ وجه بالاتر از این دما گرم نشوند چون باعث آسیب زدن به بیرینگ خواهد شد.



«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»



۹- فولاد های ماشین سازی مقاوم در هوا (Resistant to weathering structural Steels)

این فولاد ها از خانواده فولاد های کم آلیاژی بوده و پر کاربردترین آن در نیروگاه های بخار؛ ورق کورتن A، لوله و میلگرد، کورتن A، برای ساخت بسکت های سمت Cold End of GAH (بسکت های سرد ژونگستروم)، ساخت و بازسازی کانال دود بدنه GAH، ساخت و بازسازی سکتور پلیت و شبکه نگهدارنده بسکت های سرد، دیافراگم، رادیال سیل و پست سیل های مربوط به GAH نیروگاه های بخار. مثال:

(9 CR NICU P 3-2-4) 1.8962 (درصد کربن حدود 0.1، درصد کروم 1.25~0.5، درصد نیکل حداکثر تا 0.65 درصد مس 0.25~0.55 درصد فسفر 0.07~0.15

نکته: به جای استفاده از متریال CORTEN-A برای ساخت بسکت های کلد GAH می توان از ورق های روغنی EK2 , EK4 با اعمال پوشش سرامیکی ضد اسید(لعاب) به مقدار 200 میکرون استفاده نمود(فولاد های مذکور در داخل کشور تولید میشود.



○ استینلس استیل های سری 300

□ ویژگیها:

- ✓ مقاومت به خوردگی شیمیایی در محیط های اسیدی و قلیایی
- ✓ مقاومت در دماهای بالا ($1100^{\circ}C$ تا $400^{\circ}C$)
- ✓ قابلیت جوشکاری عالی و استحکام مکانیکی خوب.
- ✓ خاصیت مغناطیسی ندارند.
- ✓ ضریب انبساط حرارتی بالاتر و ضریب انتقال حرارت پایینتری نسبت به فولاد های کربنی ساده، فولاد های کم آلیاژی دارند.



○ استینلس استیل های سری 300

□ دامنه کاربرد : ساخت انواع Tube & pipe، اتصالات، فلنج ها، قطعات والوها، پمپ ها و قطعات مربوطه، انواع پیچ و مهره، بوش و ... در صنایع نیروگاهی، پالایشگاهی، پتروشیمی، دارویی و غذایی



○ استینلس استیل های سری 300

□ پرکاربردترین :

گریدهای:

304/304L, 316/316L, 321/321H, 347/347H, 309/309L, 310/310S

این فولادها با دارا بودن عناصر آلیاژی مهم CR, NI, MO, TI, NB معمولاً دارای کربن کمتر و سیلیسیم بالاتری نسبت به سایر فولادها هستند.



○ استینلس استیل های سری 300

□ پر کاربردترین :

Steel 304(1.4301) X5 CR NI 18-10

Steel 316(1.4401) X5 CR NI Mo 17- 12- 2

Steel 321(1.4541) X6 CR NI TI 18-10

Steel 347(1.4550) X6 CR NI NB 18-10

Steel 309(1.4828) X15 CR NI SI 20-12

Steel 310(1.4841) X15 CR NI SI 25-20



○ استینلس استیل های سری 300

□ نکته ۱:

- گریدهای: 304 دارای (دمای کاری حداکثر $450^{\circ}C$)
- 316 دارای (دمای کاری حداکثر $550^{\circ}C$)
- 321,347 دارای (دمای کاری حداکثر $600^{\circ}C$)
- 309 دارای (دمای کاری حداکثر $900^{\circ}C$)
- 310 دارای (دمای کاری حداکثر $1100^{\circ}C$) می باشند.



○ استینلس استیل های سری 300

□ نکته ۲:

گرید های 304,316,321,347 به دلیل مقاومت به خوردگی شیمیایی خوب زنگ نزن نامیده شده و فولاد های زنگ نزن 309,310 به علت کارکرد در سرویس های دمایی بالا تر، نسوز تلقی می شوند.



○ استینلس استیل های سری 300

□ نکته ۳:

علامت S , L (به معنای گرید با کربن کمتر) و علامت H (به معنای گرید با کربن بیشتر) می باشد.



○ استینلس استیل های سری 300

□ نکته ۴:

(304) + Mo(2%) = (316)

(304) + Ti(0.6%) = (321)

(304) + NB(1%) = (347)



○ استینلس استیل های سری 300

□ نکته ۵:

گرید های 309, 310 دارای کروم و نیکل بیشتری نسبت به سایر گرید ها هستند.



○ استینلس استیل های سری 400

✓ این فولادها نیز از خانواده پرآلیاژی هستند و دارای درصد کروم بالای 10% و معمولاً یا فاقد عنصر نیکل هستند یا مقدار نیکل این سری معمولاً کمتر از 3% است.

✓ قابل عملیات حرارتی Q, T هستند و بعد از عملیات حرارتی استحکام مکانیکی و سختی بالاتری خواهند داشت.



○ استینلس استیل های سری 400

دامنه کاربرد: ساخت انواع قطعات پمپ های سانتریفیوژ مثل کندانسیت پمپ ها و CWP و BFP و ... شامل: شفت، پروانه، بوش ها و ... انواع قطعات والو ها شامل استم، سیت و پلاگ و ... پره های توربین بخار و پره های کمپرسور واحد های گازی.

فولاد های سری 400 خاصیت مغناطیسی داشته و قابلیت عملیات حرارتی سخت کاری و برگشت برای رسیدن به استحکام مکانیکی و سختی بالاتر را دارند. دمای کاری این فولاد ها 400 تا 550 درجه سانتیگراد می باشند.

مثال های پر کاربرد در نیروگاه:

403(X6CR13)(1.4000), 410(X12CR13)(1.4006) , 420(X20 CR13)1.4021

422(1.4935) , 430(X6 CR17)(1.4016) , 431(X17 CRNI16-2)1.4057)

440C(X105 Cr MO 17)(1.4125)



○ استینلس استیل های سری 600

✓ معروف ترین و پر کاربرد ترین گرید 630 می باشد. معروف به (17-4PH)

(1.4542) (X5 CR NI CU NB 16-4)

✓ دامنه کاربرد: ساخت استم استاب والو مین استیم (مربوط به والو های سایز 18 اینچ و بالاتر در کلاس های 1500, 2500) و پیچ و محور های انتقال قدرت در دمای بالا

✓ نکته: متریال 630 با عملیات حرارتی Age Hardening (پیر سختی) به استحکام نهایی خود می رسد.



تأثیر عناصر آلیاژی بر خواص فولادها

ردیف	عنصر	استحکام مکانیکی	سختی و سختی پذیری	مقاومت به خوردگی شیمیایی و اُکسیداسیون	انعطاف پذیری	استحکام خزشی	قابلیت جوشکاری
۱	کربن C	افزایش	افزایش	کاهش	کاهش	افزایش	کاهش
۲	منگنز	افزایش	افزایش (کمک به عملیات حرارتی)				افزایش
۳	سیلیسیم	افزایش	افزایش	افزایش			
۴	کروم	افزایش	افزایش	افزایش	کاهش	افزایش	کاهش
۵	نیکل	افزایش		افزایش	افزایش		افزایش
۶	مولیبدن	افزایش	افزایش	افزایش		افزایش	کاهش
۷	وانادیم	افزایش	افزایش		افزایش		افزایش
۸	تیتانیوم			افزایش		افزایش	
۹	نیوبیم			افزایش		افزایش	
۱۰	تنگستن		افزایش			افزایش	
۱۱	کبالت		افزایش	افزایش	کاهش	افزایش	کاهش



چدن ها (Cast irons)



چدن ها (Cast irons)



- ✓ آلیاژ آهن+کربنی را می گویند که در صد کربن آن $0.67 < C\% < 2.06$ باشد.
- ✓ چدن ها به دلیل نقطه ذوب پایین تر از فولاد ها، سیالیت بالا (به دلیل وجود عنصر کربن بیشتر) و استحکام مکانیکی مطلوب برای ساخت قطعات به صورت ریخته گری استفاده می شوند.
- ✓ چدن های پر کاربرد اکثراً کمتر از 4% کربن داشته و در قطعات صنعتی به صورت چدن خاکستری ریخته گری می شوند (درصد سیلیسیم 1 تا 3%).
- ✓ چدن ها عمدتاً تحمل نیرو های فشاری بهتری دارند و در مقابل بار های کششی و خمشی و ضربه ای مقاومت خوبی از خود نشان نمی دهند (به جز چدن های داکتیل و چکش خوار)



چدن ها

(Cast irons)

الف: چدن های خاکستری (Grey Cast Irons)

ب: چدن های سفید (White Cast Irons)

ج: چدن های مخصوص (با عناصر آلیاژی با درصد بالا)

تقسیم بندی
انواع چدن ها



چدن ها



جدول ۱-۳- ترکیب شیمیایی چدنهای غیرآلیاژی

عناصر	کربن	سیلیسیم	منگنز	فسفر	گوگرد
چدن خاکستری ^۱	۴-۲/۵	۳-۱	۱-۰/۲۵	۰/۲۵-۰/۰۲	۱-۰/۰۵
چدن سفید ^۲	۳/۶-۱/۸	۱/۹-۰/۵	۰/۸-۰/۲۵	۰/۲-۰/۰۶	۰/۱۸-۰/۰۶
چدن چکش خوار ^۳	۲/۶-۲	۱/۶-۱/۱	۱-۰/۲	۰/۱۸-۰/۰۴	(حداکثر) ۰/۱۸
چدن نشکن ^۴	۴-۳	۲/۸-۱/۸	۱-۰/۱	(حداکثر) ۰/۰۳	(حداکثر) ۰/۵



چدن ها

(Cast irons)

چدن های خاکستری؛

✓ هنگام ریخته گری، چنانچه درصد سیلیسیم بالا و درصد منگنز پائین و سرعت سرد شدن مذاب به آرامی باشد، چدن به صورت خاکستری منجمد می شود.

✓ مقطع شکست قطعات چدن خاکستری به دلیل وجود گرافیت آزاد در فاز زمینه خاکستری و تیره رنگ است.



چدن ها

(Cast irons)

چدن های خاکستری؛

الف: چدن های خاکستری گرافیت فلسی (ورقه ای-لاملی)

ب: چدن های خاکستری گرافیت کروی (داکتیل)

ج: چدن های خاکستری گرافیت شکوفه ای (چکش خوار)

انواع چدن های
خاکستری



چدن ها

(Cast irons)



چدن های خاکستری؛

الف: چدن های خاکستری گرافیت فلسی (ورقه ای-لاملی)

➤ زمانیکه از چدن خاکستری نام می بریم و فقط میگوئیم چدن خاکستری؛ منظور چدن گرافیت فلسی است. گرافیت در فاز زمینه این نوع چدن ها به شکل فلس یا کرمی شکل است. استحکام مکانیکی متوسط و انعطاف پذیری پائین از خواص این چدن هاست و برای ساخت قطعات مکانیکی نظیر پوسته الکتروموتورها، پوسته پمپ های سانتریفیوژ، بدنه والو های آب (گیت والو ها، والو های پروانه ای)، فلنچ ها و ... استفاده می شود. (این قطعات تحت بارهای سنگین و ضربه ای، معمولاً قرار نمی گیرند).



چدن ها

(Cast irons)

➤ نماد این چدن ها طبق استاندارد DIN آلمان، (GG) می باشد.

مثال: GG40 , GG20

عدد 20 ضرب در 9.8 حداقل استحکام کششی چدن می باشد.

حدوداً $GG20 = 20 \times 9.8 = 196 \text{ N/mm}^2$



چدن ها (Cast irons)



ب: چدن های خاکستری گرافیت کروی (داکتیل)

- هنگام ریخته گری چدن های خاکستری، اگر به مذاب پودر فروسیلیکو منیزیم اضافه نمایم، عنصر منیزیم باعث کروی شدن گرافیت ها در فاز زمینه شده و این چدن های خاکستری معروف به چدن داکتیل می باشند.
- چدن های داکتیل خاصیت نشکن بودن داشته و انعطاف پذیری بهتری نسبت به چدن های گرافیت فلسی دارند.



چدن ها

(Cast irons)

➤ نماد این چدن ها طبق استاندارد DIN آلمان، (GGG) می باشد.

مثال: GGG40 , GGG60

این چدن ها به علت استحکام مکانیکی بهتر و تحمل بارهای ضربه ای می توانند در ساخت پوسته الکتروموتورهای سنگین، پدستال یاتاقان های ژورنال مثل یاتاقان توربین ها و ژنراتورها و شاسی دستگاه ها مثل دستگاه های تراش و ... استفاده می شوند.



چدن ها

(Cast irons)

ج: چدن های خاکستری گرافیت شکوفه ای (چکش خوار)

➤ این چدن ها از چدن سفید طی عملیات حرارتی مالیبل کردن در دمای حدود روزنه تهیه می ۳الی ۲ و طی یک پروسه زمانی حدود ۹۰۰° شوند.



طی این پروسه عملیات حرارتی: فاز سمنتیت تجزیه شده و با آزاد شدن کربن اتمی به شکل شکوفه ای در فاز زمینه، چدن های چکش خوار به وجود می آیند.



چدن ها

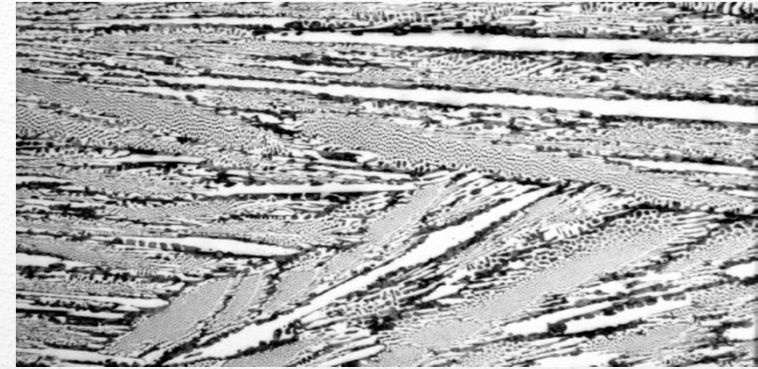
(Cast irons)

➤ چدن های چکش خوار، چدن های مالیبل نیز نامیده می شوند و استحکام مکانیکی به همراه انعطاف پذیری و ضربه پذیری عالی از خصوصیات این چدن هاست. در ساخت انواع لوله های انتقال آب شهری، فاضلاب، قطعات ضربه پذیر، جلوبندی خودرو ها و... از این نوع چدن ها استفاده می گردد.



چدن ها

(Cast irons)



چدن های سفید (White Cast Irons)

➤ هنگام ریخته گری چدن، چنانچه درصد سیلیسیم پائین و درصد منگنز بالا و سرعت سرد شدن مذاب سریع باشد، چدن به صورت سفید منجمد می شود.

عنصر کربن در چدن های سفید به صورت ساختار Fe_3C (سمنتیت) وجود داشته و این چدن ها به دلیل دارا بودن مقطع شکست، نقره ای و روشن، چدن سفید نامیده می شود.



چدن ها

(Cast irons)

➤ سختی بالا و مقاومت به سایش و انعطاف پذیری بسیار پایین این چدن ها باعث شده در ساخت غلتک های مقاوم به سایش و... از این نوع استفاده شود. البته در تولید چدن مالیبل نیز از چدن سفید استفاده می گردد. این چدن ها با علامت (GW) نامیده می شوند.



چدن ها

(Cast irons)

چدن های مخصوص (آلیاژی با درصد بالا)

➤ عمدتاً از عناصری مثل کروم با درصد بالای ۱۰ درصد و عنصر نیکل با درصد بالای ۸ درصد و مولیبدن و وانادیم در ریخته گری این نوع چدن ها استفاده شده که خواص مقاومت به خوردگی، سختی پذیری، تحمل دماهای بالا و استحکام مکانیکی چدن را تقویت می نماید و می توان این چدن ها را با قیمت ارزان تر از فولاد های زنگ نزن استفاده نمود.



آلیاژهای پایه مس



آلیاژهای پایه مس



برنج (Brass)

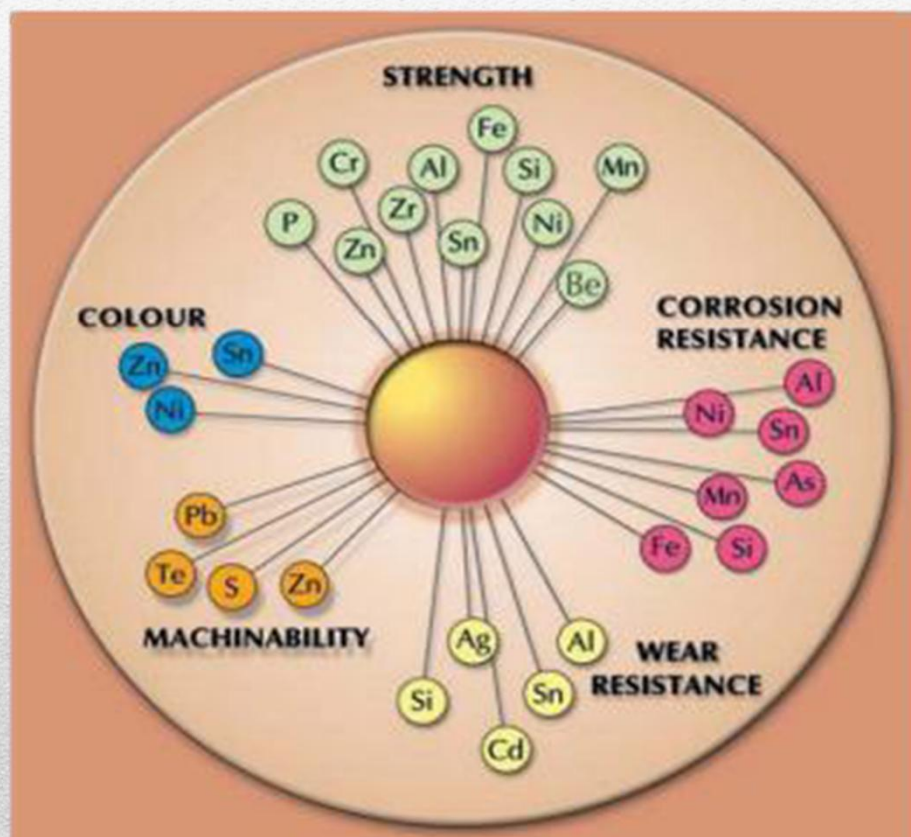


برنز (Bronze)

انواع آلیاژهای
پایه مس



عناصر آلیاژی مورد استفاده در آلیاژهای مس





آلیاژهای پایه مس

برنج (Brass)



➤ آلیاژ پایه مس با درصد حدودی 70% مس (Cu) و 30% روی (Zn)، برنج نامیده می شود. این فلز در ساخت انواع شیرآلات، بوش ها و ... کاربرد داشته و پروسه تولید به صورت ریخته گری و ماشینکاری می باشد. دارای استحکام مکانیکی متوسط و مقاومت به خوردگی خوب در آب و هوا می باشد.



برنز (Bronze)

آلیاژهای پایه مس

➤ این آلیاژ پایه مس در انواع مختلف بسیار پر کاربرد در صنعت می باشد و به صورت پروفیل های مختلف در اشکال چهار پهلو، میل گرد، چند ضلعی ورق و لوله در بازار داخل عرضه شده و قطعات مختلفی با پروسه ماشینکاری از این متریال ساخته می شود. برای ساخت قطعات پیچیده تر از این آلیاژ به صورت ریخته گری در تولید قطعات استفاده می گردد.

➤ تعریف: چنانچه فلز مس (به صورت پایه) با هر فلزی به جز روی ترکیب شود، آن آلیاژ «برنز» نامیده شده و اولین قطعات برنزی ساخته شده از نوع قلع برنز بودند. قطعات برنزی دارای خواص مطلوب تری نسبت به برنج ها بوده و کاربرد زیادی در صنعت دارند. بسته به اینکه مس به عنوان فلز پایه با کدام عنصر غالب ترکیب شود، برنز به همان نام آن عناصر نامیده می شود.



برنز (Bronze)

آلیاژهای پایه مس

انواع برنز

- فسفر برنز (کاربرد عمومی به مثابه برنج ها جهت ساخت انواع بوش و یاتاقان، استم والوها)
- قلع برنز: (ساخت قطعات تزئینی، انواع بوش، چرخ دنده، پیچ)
- منگنز برنز (ساخت قطعات انتقال قدرت مثل شفت، چرخ دنده، استم بوشینگ والوها)
- سرب برنز: (ساخت انواع بوش و یاتاقان پمپ ها مثل: CP , CWP)
- آلومینیوم برنز: (ساخت قطعات مقاوم به خوردگی در آب و آب شور و دارای استحکام و سختی بالا)
- نیکل آلومینیوم برنز: (ساخت قطعات مقاوم به خوردگی در آب دریا، مثل پروانه های کشتی و...)
- نیکل برنز
- سیلیکون برنز: دارای سختی و استحکام مکانیکی بالا



«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»

از ساختاری شش کاراکتری استفاده می کند که از حرف سی انگلیسی (به نشانه مس) و پنج کاراکتر عددی پس از آن تشکیل شده است. در این سیستم، کاراکتر عددی اول، نمی تواند صفر باشد. بدین ترتیب، اعداد ۱۰۰۰۰ تا ۷۹۹۹۹ به آلیاژهای کار شده مس اختصاص داشته و اعداد ۸۰۰۰۰ تا ۹۹۹۹۹ برای آدرس دهی به آلیاژهای ریختگی مس بکار می روند. ساختار کد آلیاژهای کار شده مس در شکل ۶ و ساختار کد مربوط به آلیاژهای ریختگی مس در شکل ۷ نشان داده شده است

UNS=Unified Numbering System

معروف است، مشترکاً توسط سه موسسه زیر توسعه یافته است

ASTM=American Society for Materials & Testing

SAE=Society of Automotive Engineers

CDA=Copper Development Association

نمایه ای از سیستم بندی آلیاژهای ریختگی مس در استانداردهای امریکایی

Generic name	Major components	UNS designation number
Coppers	$\geq 99.3\% \text{ Cu}$	C10100...C15999
High-copper alloys	$> 96\% \text{ Cu}$ but $< 99.3\% \text{ Cu}$	C16000...C19999
Brasses Yellow Brasses	Cu-Zn	C21000...C28999
Leaded Brasses	Cu-Zn-Pb	C30000...C39999
Tin Brasses	Cu-Zn-Sn-Pb	C40000...C49999
Bronzes Phosphor Bronzes	Cu-Sn-P	C50000...C52999
Lead Phosphor Bronzes	Cu-Sn-Pb-P	C53000...C54999
Copper-Phosphorous alloys	Cu-P, Cu-P-Ag	C55000...C55299
Copper-Silver-Zinc Alloys	Cu-Ag-Zn	C55300...C60799
Aluminum Bronzes	Cu-Al-Ni-Fe-Si-Sn	C60800...C64699
Silicon Bronzes and Silicon Brasses	Cu-Si-Sn	C64700...C66199
Other copper-zinc alloys	Cu-Zn-...	C66200...C69999
Copper-Nickels (Copper-Nickel-Iron Alloys)	Cu-Ni-Fe	C70000...C73499
Spinodal Bronzes	Cu-Ni-Sn	C73500...C79999
Nickel Silvers	Cu-Ni-Zn	C73500...C79999



«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»

نمایه ای از سیستم بندی آلیاژهای ریختگی مس در استانداردهای امریکایی

Generic name	Major components	UNS designation number
Coppers	$\geq 99.3\%$ Cu	C80000...C81399
High-Copper Alloys	$> 96\%$ Cu but $< 99.3\%$ Cu	C81400...C83299
Brasses Red Brasses and Lead Red Brasses	Cu-Sn-Zn Cu-Sn-Zn-Pb	C83300...C84999
Yellow Brasses	Cu-Zn	C85000...C85999
Bronzes Manganese Bronzes and Lead Manganese Bronzes	Cu-Zn-Mn-Fe-Pb	C86000...C86999
Silicon Bronzes and Silicon Brasses	Cu-Zn-Si	C87000...C87999
Copper-Bismuth	Cu-Bi	C88000...C89999
Copper-Bismuth-Selenium alloys	Cu-Bi-Se	C88000...C89999
Tin Bronzes and Lead Tin Bronzes	Cu-Sn-Zn Cu-Sn-Zn-Pb	C90000...C94500
Nickel-Tin Bronzes	Cu-Ni-Sn-Zn-Pb	C94600...C94999
Aluminum Bronzes	Cu-Al-Ni-Fe	C95000...C95999
Copper-Nickels (Copper-Nickel-Iron Alloys)	Cu-Ni-Fe	C96000...C96999
Spinodal Bronzes	Cu-Ni-Sn	C96000...C96999
Nickel Silvers	Cu-Ni-Zn-Pb-Sn	C97000...C97999
Copper-Lead Alloys	Cu-Pb	C98000...C98999
Special alloys	Cu-...	C99000...C99999



آلیاژهای مس

رنگ های مختلف آلیاژهای مس

Copper C11000	Admiralty Metal C44300	Aluminum Bronze C63000	Copper Nickel C70600
Commercial Bronze C22000	Phosphor Bronze C51000	Silicon Aluminum Bronze C64200	Copper Nickel C71500
Red Brass C23000	Phosphor Bronze C52100	Silicon Bronze C65100	Nickel Silver C75200
Brass C24000	Aluminum Bronze C61400	Silicon Bronze C65500	Nickel Silver (Coin) C76500
Cartridge Brass C26000	Aluminum Bronze C62400	Silicon Manganese Aluminum Brass C67400	Tin Bronze C90700
Yellow Brass C27000	Aluminum Bronze C62500	Manganese Bronze C67500	Aluminum Bronze C95400



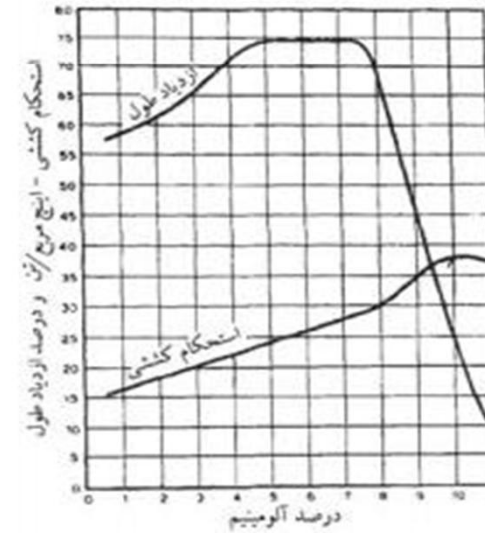
آلیاژهای مس - آلومینیوم (برنزهای آلومینیوم) خواص مکانیکی

خواص مکانیکی میله پس از آب دادن و بازپخت (Cu-۹/۴Al).

سختی Bhn	درصد ازدیاد طول در ۲ اینچ	استحکام کششی		عملیات گرمایی
		ksi (kg/mm ²)	% تنش ksi (kg/mm ²)	
۱۸۷	۲۹	۱۰۹ (۷۶/۵)	۲۸/۱ (۱۹/۸)	گرم شده تا ۹۰۰°C و آب داده شده
۱۸۵	۲۹	۱۰۷ (۷۶/۴)	۳۰/۷ (۲۱/۶)	گرم شده تا ۹۰۰°C به آرامی سرد شده تا ۸۰۰°C و آب داده شده
۱۶۸	۳۴	۱۰۲ (۷۱/۲)	۳۴/۵ (۲۴/۳)	گرم شده تا ۹۰۰°C به آرامی سرد شده تا ۶۵۰°C و آب داده شده
۱۵۰	۴۸	۹۳/۶ (۶۵/۸)	۳۲/۳ (۲۲/۷)	گرم شده تا ۹۰۰°C به آرامی سرد شده تا ۵۰۰°C و آب داده شده

تأثیر تغییر در دمای آب دادن بر خواص آلیاژ Cu-۹/۸Al.

سختی Bhn	درصد ازدیاد طول در ۲ اینچ	استحکام کششی		عملیات گرمایی
		ksi (kg/mm ²)	% تنش ksi (kg/mm ²)	
۲۵۵	۴	۹۷/۳ (۶۸/۴)	۴۶/۶ (۳۲/۸)	گرم شده تا ۹۰۰°C و آب داده شده
۲۱۶	۹	۸۵/۷ (۶۰/۳)	۴۲/۸ (۳۰/۲)	گرم شده تا ۹۰۰°C به آرامی سرد شده تا ۸۰۰°C و آب داده شده
۱۳۸	۱۷	۶۱/۶ (۴۳/۳)	۲۱/۵ (۱۵/۱)	گرم شده تا ۹۰۰°C به آرامی سرد شده تا ۶۵۰°C و آب داده شده
۱۳۶	۵	۲۲/۸ (۳۰/۲)	۱۹/۸ (۱۳/۸)	گرم شده تا ۹۰۰°C به آرامی سرد شده تا ۵۰۰°C و آب داده شده



اثر مقدار آلومینیوم بر خواص مکانیکی برنزهای مس - آلومینیوم.



Pipe & tube



«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»

فولاد های پر کاربرد در صنایع نیروگاهی، پالایشگاهی و پتروشیمی جهت انواع:

Fitting, Tube & pipe, Structure, Bolt & NUT, Valves, Flange, Vessel

مطابق با استاندارد: ASME Sec. II PART: A

بخش لوله Pipe & Tube:



الف: Carbon Steel Pipe

ب: Low alloy & High alloy Steel Pipe

Pipe □
(لوله):



PIPE

الف: Carbon Steel Pipe

○ **SA 53 B** لوله سیاه و گالوانیزه درزدار و بدون درز برای مصارف عمومی (دمای کاری حدود 300°C)

○ **SA 106 B** لوله متوسط کربن بدون درز برای دماها و فشارهای بالا (دمای کاری حدود 400°C)



PIPE

➤ **Low alloy & High alloy Steel Pipe:**

○ **SA 312** با گرید های استینلس استیل سری 300.

(لوله بدون درز و درز دار و لوله های کار سرد شده سنگین از جنس فولاد زنگ نزن سری 300)
مثال:

(گرید های 304) SA312 TP 304/304L/304H

(گرید های 316) SA312 TP 316/316L

و گرید های 312/321H, 347/347H, 309, 310



PIPE

ب: Low alloy & High alloy Steel Pipe ➤

○ SA 335 (لوله های کم آلیاژی و آلیاژی بدون درز کروم و مولیبدن دار برای سرویس در

دماهای بالا گریدهای : P11, P12, P22, ...

(دمای کاری 430°C الی 600°C)



TUBE

الف: Carbon Steel Tube ○

ب: Low alloy Steel Tube ○

ج: Alloy steel Tube ○

□ Tube:





TUBE

الف: Carbon Steel Tube

۱- SA178 با گرید های A, C, D لوله های درز دار برای بویلر ها (کربن-منگنزدار) (ERW)

۲- SA210 با گرید های A1, C لوله های بدون درز برای بویلر ها (کربن-منگنزدار)

(تیوب واتر وال های بویلر در نیروگاه های بخار)

ب: Low alloy Steel Tube

SA209 با گرید های T1, T1a, T1b تیوب برای بویلر ها و هیتر ها (حدوداً 0.55 مولیبدن دارد)

(تیوب هیتر های فشار ضعیف و فشار قوی نیروگاهی)



TUBE

○ ج: Alloy steel tube

SA213 با گرید های T11, T12, T22 کم آلیاژی هستند (کروم - مولیبدن دار)

وبا گرید های:

TP347/347H T91, TP304/304L/304H, TP306/316L, TP321/321H

پر آلیاژی هستند، تیوب های فوق تا دمای حدوداً 450 الی 600 درجه سانتیگراد در بویلر ها قابل استفاده اند.



بخش

VALVES, FITTING, FLANGES & PARTS



SA105 (۱)

ساخت اتصالات فلنج، بدنه والوها از جنس فولاد متوسط کربنی ساده (فورج شده)

SA182 (۲)

Grade: F11, F12, F22, F91, F304/304L, F316/316L, F321, F347 F309, F310

ساخت اتصالات، فلنج، بدنه والوهای فورج شده از جنس فولاد های کم آلیاژی و پر آلیاژی



«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»

(Carbon Steel casting) **SA216** (۳)

Grade: WCA, WCB, WCC

ساخت اتصالات پایپینگ، فلنج، بدنه والو، کربن استیل ریخته گری برای سرویس در دمای بالا (حداکثر 400°C)

SA234 (۴)

GRADES: WPB,WPC (کربن استیل) (کاربرد تا 400°C)

GRADES: WP11,WP2 (فولاد کم آلیاژی) (کاربرد تا 470°C)

GRADES: WP5,WP9,WP91 (فولاد پر آلیاژی) (کاربرد تا $540^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$)

ساخت اتصالات پایپینگ به روش فورج، خم کاری، جوشکاری و یا ترکیبی از آنها



«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»



SA217 (۵)

ساخت اتصالات پایپینگ، فلنج، بدنه والوها و قطعات آن

GRADES : WC1, WC5, WC9, WC11, WC6 (Low Alloy Steels) (540⁰~600⁰ C تا کاربرد آن)

GRADES : C5, C12

(High Alloy Steels)

SA234 (۶)

ساخت اتصالات پایپینگ به روش فورج، خم کاری، جوشکاری و یا ترکیبی از آنها

GRADES: CF8(CF8A) 304 معادل گرید (B8A)

GRADES: CF8M 316 گرید (B8M)

GRADES: CF8C 347 گرید

GRADES: CF8T 321 گرید



Steel Plate & Steel Bolting Material



Steel Bolting Material



SA193 (۱)

متریال از جنس فولاد های کم آلیاژی و پر آلیاژی (استینلس استیل) برای ساخت Bolts (پیچ ها)

GRADES : B7,B16 (CR, MO, V Steels) (Low Alloy Steels)

GRADES : B8,8A (Stainless Steel 304) و B8,8M (Stainless Steel 316)

SA194 (۲)

متریال از جنس فولاد های کربنی ساده، کم آلیاژی و پر آلیاژی (استینلس استیل) برای ساخت NUTS (مهره ها)

GRADES :2H (Carbon Steels)

GRADES :7,7M (CR, MO Low Alloy)

GRADES :6,6F (410,416 Stainless Steel)

GRADES :8,8A,8M (304,316)





Steel Plate

(۳) SA515 ، SA516

ورق برای ساخت مخازن

با گرید های: 65,70,...

فولاد کربنی ساده برای سرویس های دمایی تا 400° سانتی گراد

(۴) SA240

ورق برای ساخت مخازن (Sheet & Plate) فولاد پر آلیاژی کروم نیکل دار (استینلس استیل) با گرید های؛

304/304L سرویس دمایی تا 450° c و 316/316L سرویس دمایی تا حدوداً 540° c و 321,347

برای سرویس های دمایی تا 600° c ، 309,310 برای سرویس های دمایی تا 1000° c

فولاد های مذکور: استینلس استیل های سری 300 غیر مغناطیسی با ساختار اوستنیتی هستند.

گرید های: 403,410,420,440C برای سرویس های دمایی 400 تا 550 درجه سانتی گراد، فولاد های

مذکور استینلس استیل های سری 400 مغناطیسی با قابلیت عملیات حرارتی (Q & T) با ساختار

فریتی /مارتنزیتی هستند.

گرید های: 2205,2304 فولاد های زنگ نزن داپلکس با ساختار فریتی /اوستنیتی هستند.



دسته بندی فولادها بر اساس استاندارد AISI **40** **41**

Identifies major alloying element(s)

Percentage of carbon

- AISI: American Iron and Steel Institute
- SAE: Society of Automotive Engineers
- UNS: Uniform Numbering System

Steel Numerical Name	Key Alloys
10XX, 11 XX	Carbon only
13XX	Manganese
23XX, 25 XX	Nickel
31XX, 33XX, 303XX	Nickel-Chromium
40XX	Mo
41XX	Cr-Mo
43XX & 47XX	Ni-Cr-Mo
44XX	Mn-Mo
48XX	Ni-Mo
50XX, 51XX, 501XX, 521XX,	Cr
61XX	Cr-V
81XX, 86XX, 87XX, 88XX	Ni-Cr-Mo
92XX	Si-Mn
93XX, 98XX	Ni-Cr-Mo
94XX	Ni-Cr-Mo-Mn



نامگذاری فولادها در استاندارد ASTM

این استاندارد با ترکیبی از حروف و شماره ها معرفی میشوند که هر کدام از این حروف و شماره ها اطلاعاتی را درباره مشخصات فلز ارایه می دهد.

ASTM A XXX-XX نشان دهنده فلزات آهنی است.

ASTM A XXX-XX یک شماره تریبی است که مستقیماً با خواص فلز ارتباطی ندارد.

ASTM A XXX-XX سال تدوین یا بازنگری.

ممکن است همه این علائم در نامگذاری یک شماره از استاندارد ASTM ذکر نشده باشد. به مثال های واقعی زیر توجه کنید که در آن ها، همه یا تعدادی از این علائم استفاده شده است:

B 16/B 16M – 00

A 105/A 105M – 13

A 159 – 83 (Reapproved 2015)



سوپر آلیاژها (اَبَر آلیاژها)

Super alloys



سوپر آلیاژها (اَبَر آلیاژها) Super alloys

➤ کاربرد:

سرویس های دمای بالاتر از ($540^{\circ}C$) تا حدود ($1150^{\circ}C$) برای ساخت قطعات داغ توربین های گازی، راکتورهای هسته ای، مبدل های حرارتی خاص و...

➤ خصوصیات:

✓ حفظ استحکام مکانیکی در دماهای بالا (استحکام خزشی عالی)

✓ مقاومت به خوردگی و اکسیداسیون در دماهای بالا

✓ حفظ سختی در دماهای بالا

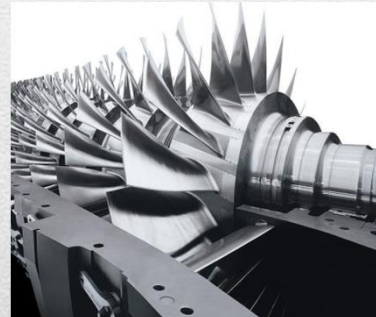
✓ پایداری ابعادی در دماهای بالا



- (۱) سوپر آلیاژهای پایه نیکل (نیکل بیش از 50%)
- (۲) سوپر آلیاژهای پایه نیکل-آهن (نیکل کمتر از 50%)
- (۳) سوپر آلیاژهای پایه کبالت (کبالت بیش از 50%)

سوپر آلیاژها

(بر مبنای ترکیب شیمیایی)



- (۱) سوپر آلیاژهای کارپذیر (محلول جامد)
- (۲) سوپر آلیاژهای کارپذیر (پیر سخت شده)
- (۳) سوپر آلیاژهای ریختگی

سوپر آلیاژها

(بر مبنای روش تولید)



مثال ها

✓ سوپر آلیاژ های پایه نیکل کارپذیر محلول جامد:

اینکونل ۶۲۵ و هاینس ۲۳۰

هستلوی S,N,B,X (HASTELOY S, N, B, X)،

نایمونیک ۷۵ و ۸۶ (Nimonic75,86)

✓ سوپر آلیاژ های پایه نیکل پیر سخت شده:

(Inconel X-750, Inconel 751, Inconel 725, Inconel 718, Nimonic75)



مثال ها

✓ سوپر آلیاژ های پایه نیکل ریختگی:

(GTD111, GTD 222, Inconel 738, Inconel X-750, HASTELLOY X)

✓ سوپر آلیاژ های پایه کبالت:

(STELLITE 12, STELLITE 6, FSX414)

✓ سوپر آلیاژ های پایه نیکل - آهن (درصد نیکل کمتر از 50٪):

(INCOLOY 925, INCOLOY 825)



«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»

مثال های
کاربردی

❖ متریال قطعات داغ های گازی (GEF9) تایپ (PG9171) به شرح ذیل است:

PART 1

نوع سوپر آلیاژ		نام قطعه:
GTD111	سوپر آلیاژ پایه نیکل	پره های مرحله اول:
GTD111	سوپر آلیاژ پایه نیکل	پره های مرحله دوم:
INCONEL 738	سوپر آلیاژ پایه نیکل	پره های مرحله سوم:
FSX 414	سوپر آلیاژ پایه کبالت	نازل های مرحله اول:
GTD222	سوپر آلیاژ پایه نیکل	نازل های مرحله دوم:
GTD222	سوپر آلیاژ پایه نیکل	نازل های مرحله سوم:



مثال های
کاربردی

PART 2

نوع سوپر آلیاژ		نام قطعه:
INNER PART: FSX 414 OUTER PART: S Steel 310		شرود مرحله اول
(HASTELOY X)	سوپر آلیاژ پایه نیکل هاستلوی X	لایندر ترانزیشن
NIMONIC 263	سوپر آلیاژ پایه نیکل	ترانزیشن



«مواد مهندسی پر کاربرد در صنایع نیروگاهی»

نکته ۱:

سوپر آلیاژهای پایه کبالت عمدتاً برای کاربردهای غیر دورانی (پره ثابت) توربین های گاز و برای دماهای بالا و مقاومت خستگی بالا مناسب هستند.

نکته ۲:

استحکام مکانیکی سوپر آلیاژهای پایه نیکل از پایه کبالت بیشتر است ولی پایه کبالت در شرایط دمایی بالا استحکام خود را بهتر حفظ می کنند.

نکته ۳:

سوپر آلیاژ پایه کبالت (STELLITE) به شدت مقاوم به سایش بوده و به علت حفظ سختی در دماهای بالا به خصوص تا (540°C) در ساخت و بازسازی PLUG & SEAT انواع والو برای سرویس های دمایی بالا و فشار بالا مناسب هستند. (به خصوص مسیر فید واتر و مین استیم با کلاس های (1500, 2500, 4500))



نکته های کلیدی

Key points



نکته های کلیدی:

نکته ۱:

فولادهای کربنی ساده زمانی قابلیت عملیات حرارتی سختکاری (Q & T) دارند که درصد کربن فولاد $C\% > 0.2$ باشد. فولادهای ساختمانی ST52, ST42, ST37 قابلیت سختکاری ندارند»

نکته ۲:

فولادهای کم آلیاژی کروم دار به ازای هر ۱ درصد کروم 100 N/mm^2 تنش تسلیم شان افزایش پیدا می کند (البته معمولاً تا ۳ الی ۴ درصد کروم)

نکته ۳:

فولادهای کم آلیاژی کروم دار میل به سختی پذیری در پروسه های عملیات حرارتی دارند. (هنگام جوشکاری این فولادها عملیات حرارتی پیش گرم الزامیست.)



نکته های کلیدی:

نکته ۴:

فولاد های پر آلیاژی با درصد NI بیش از ۸ درصد قابلیت سخت کاری با عملیات حرارتی ندارند (مثل استینلس استیل های سری 300)

نکته ۵:

استینلس استیل های سری 300 خاصیت مغناطیسی (دیامگنتیک) نداشته و اگر روی آنها کار مکانیکی سرد (نورد، پیچ بری با رولینگ) و یا به روش ریخته گری (دیسک والو های پروانه ای) تولید شوند کمی خاصیت مغناطیسی پیدا می کنند. (پاراماگنتیک)



نکته های کلیدی:

نکته ۶:

فولاد های پر کاربردی نظیر:

(1.7225)MO40, CK45

VCN150,200 (1.6582 , 1.6580) استینلس استیل های سری 400

فولاد های فنر، فولاد های ابزار و ... پس از عملیات حرارتی (Q & T) (سختکاری و برگشت-Hardening & Tempering) به حداکثر استحکام مکانیکی، سختی مناسب و انعطاف پذیری مد نظر می رسند.

نکته ۷:

معمولاً فولاد های سری ۴۰۰ در پمپ های بزرگ نیروگاهی و عمود نصب (کنداسیت پمپ و cwp) بدون عملیات حرارتی (Q & T) و در پمپ های افقی نصب با عملیات حرارتی استفاده می شود (BFP)



نکته های کلیدی:

نکته ۸:

یک روش تشخیص ساده استینلس استیل های سری 400 از سری 300 ، استفاده از آهن رباست (سری 300 دیاماگنتیک) و (سری 400 فروماگنتیک) می باشند.

نکته ۹:

فولاد هایی که دارای عدد سختی کمتر از ۲۰ راکول C یا حدود 200 تا 180 برینل یا ویکرز هستند معمولاً تحت عملیات حرارتی سختکاری قرار نگرفته اند و اگر سختی فولادی بیش از 220 برینل یا ویکرز یا 22 راکول C بود معمولاً عملیات حرارتی شده اند.

نکته ۱۰:

فولاد های با سختی زیر ۱۸۰ برینل یا ویکرز معمولاً حالت آنیل شده هستند.



نکته های کلیدی:

نکته ۱۱:

فولاد های بهسازی پر کاربرد (VCN, MO40, CK45,...) معمولاً در حالت عملیات حرارتی شده و با سختی حدوداً 28 تا 34 راکول C به کار برده می شوند.
(Q & T)

نکته ۱۲:

فولاد های سری ۴۰۰ اگر تحت عملیات حرارتی قرار بگیرند معمولاً سختی حدوداً (26~32) راکول C دارند (شفت پمپ های افق نصب، استم والو های دما و فشار بالا و ...)

نکته ۱۳:

فولاد های ابزار اعم از سردکار، گرم کار و فولاد های بیرینگ ها در حالت عملیات حرارتی شده (Q & T) و با سختی بالاتر از 55 راکول C و حداکثر 64 راکول C به کار برده می شوند.



نکته های کلیدی:

نکته ۱۴:

فرق Pipe و Tube

Tube در مبدل ها (بویلرها، هیترها و ...) کاربرد داشته ولی Pipe در پایپینگ و برای انتقال سیال استفاده می شود. کلاسه و استاندارد سایزبندی Tube و Pipe باهم تفاوت دارد.

نکته ۱۵:

چدن های سفید قابلیت جوشکاری ندارند ولی چدن های خاکستری با رعایت تمهیدات لازم قابل جوشکاری هستند.

نکته ۱۶:

یک روش ساده برای تشخیص برنزهای منگنزدار و آلومنیوم دار از «فسفر برنرها» و «برنج»، سختی سنجی است. معمولاً منگنز برنز و آلومنیوم برنز سختی بالای 180 برینل و «منگنز برنز» تا ۲۴۰ برینل نیز سختی دارد. ولی فسفر برنرها بین 60 تا 80 برینل سختی دارند.



نکته های کلیدی:

نکته ۱۷:

هنگام خرید استینلس استیل های سری 300 و 400 باید توجه داشت عدد اندازه دانه (Grain Size) این فولادها حداقل 5 و حداکثر 7 باشد. با افزایش عدد اندازه دانه استحکام خزشی و طول عمر قطعه شدیداً افت می نماید. (تیوب های فاینال سوپر هیتر و ری هیتر نیروگاه های بخار پره های توربین بخار و کمپرسور واحد های گازی از موارد مهم هستند)

نکته ۱۸:

هنگام خرید و تأیید فنی کالا های استراتژیک و مهم نیروگاهی با متریال های فولاد پر آلیاژی و سوپر آلیاژ تست های استاندارد بسیار مهم بوده و برخی از تست های مهم به شرح ذیل هستند. (اسلاید بعدی)

انجام تست ها اعم از تست های مکانیکی و آنالیز شیمیایی بایستی در مراکز مهم و ریفرنس مثل مرکز متالورژی رازی و علوم کاربردی رازی انجام شوند-



نکته های کلیدی:

- ✓ تست تنش و کرنش در دمای محیط (آزمون کشش) به منظور تعیین تنش تسلیم، تنش کششی ماکزیمم و درصد الانگیشن.
- ✓ تست کشش دما بالا (برای متریال هایی که در دمای بالای 400°C) کارکرد دارند.
- ✓ آنالیز شیمیایی
- ✓ تخمین عدد اندازه دانه و بررسی ساختار متالوگرافی (برای متریال هایی که در دماهای بالای 400°C) کاربرد دارند و حصول اطمینان از عدم وجود ترک های بین دانه ای.
- ✓ سختی سنجی
- ✓ تست هیدروستاتیک لوله ها
- ✓ تست های (PT, ED, RT, MT, UT) جهت حصول اطمینان از عدم وجود عیوب داخلی و ظاهری. (البته معمولاً 2 یا 3 تست، بسته به شرایط، کفایت.
- ✓ Flaring و Flattening تست برای لوله ها



پلیمر های پر کاربرد در نیروگاه ها



پلیمر های پر کاربرد در نیروگاه ها

الاستومرها (لاستیک ها):

- ❖ **O-ring NBR**: مناسب برای آب و بخار و روغن تا دمای حدود (125°C)
- ❖ **O-ring VITON**: مناسب برای آب و بخار و سیالات خورنده و روغن تا دمای حدود (200°C)
- ❖ **O-ring CR**: مناسب برای هدرهای برج خنک کن نوع هلر
- ❖ **EPDM**: ساخت **Seat** رینگ لاستیکی والوهای پروانه ای تصفیه خانه برای آب تا دمای حدوداً (130°C)
- ❖ **PUR** (پلی اورتان): ساخت لرزه گیر و ضربه گیر برای پمپ های آب. کاربرد تا دمای حدوداً (120°C)
- ❖ سیلیکون رابر: ساخت رینگ و پکینگ های آب بندی با دمای کاربری حدوداً (220°C)



پلیمر های پر کاربرد در نیروگاه ها

پلاستومرها (پلاستیک ها):

❖ PE پلی اتیلن: برای انتقال آب و فاضلاب. دمای کاربردی کمتر از (100°C)

❖ PVC پی وی سی: برای انتقال آب و فاضلاب. دمای کاربردی کمتر از (100°C)

❖ PA پلی آمید: برای ساخت قطعاتی مثل چرخ دنده، هزارخاری، کوپلینگ دنده ای،
و دمای کاربردی کمتر از (100°C)



پلیمر های پر کاربرد در نیروگاه ها

پلاستومرها (پلاستیک ها):

❖ PTFE (تفلون) :

در انواع ؛ تفلون خالص (کاملاً سفید رنگ)، تفلون برنز (PTFE+BR)، تفلون گلاس (PTFE+GLASS)، تفلون استیل (PTFE+S.STEEL)،

■ برای ساخت انواع پکینگ آب بندی والوها و پمپ ها برای سیالات خورنده شیمیایی

■ ساخت انواع SEAT RING والوهای توپی (BALL VALVE)

■ ساخت رینگ پیستون کمپرسور های هوای سرویس .

■ ساخت رینگ آب بندی کنترل والوها، دمای کاربردی PTFE (تفلون) حداکثر تا (270°C)



پلیمر های پر کاربرد در نیروگاه ها

پلاستومرها (پلاستیک ها):

PTFE (تفلون): یک راه تشخیص از سایر پلیمرها، (توجه رنگ پلیمر ملاک هویت اصلی پلیمر نمی باشد).

نکته: دانسیته (چگالی) تفلون حدوداً $(2200 \text{ Kg}/\text{M}^3)$

بوده و 2 تا 2.5 برابر سایر پلاستیک هایی است که نام برده شد.

مثلاً؛ دانسیته پلی اتیلن حدوداً $(920 \text{ Kg}/\text{M}^3)$



شرکت مدیریت تولید برق شهید رجایی

Shahid Rajaei Power Plant



«پایان»

تهیه و تنظیم: ابوالفضل موتابها تیر ۱۴۰۰