

# انتخاب مواد فلزی

# به نام خدا

## فهرست مطالب

- 1- شناسایی و کاربرد فولاد ها
- 1-1- فولاد های ساختمانی "Structural Steels"
- 1-2- فولاد های عملیات حرارتی شده "Heat Treatable Steels"
- 1-3- فولاد های مناسب برای سخت کاری موضعی و سطحی  
"Case or Surface Hardening Steels"
- 1-4- فولاد های خوش تراش "Free Cutting Steels"
- 1-5- فولادهای فنر "Spring Steels"
- 1-6- فولاد های ابزار "Tools steels"
- 1-6-1- فولاد های ابزار سرد کار "Cold Work Tools Steels"
- 1-6-1- فولاد های سرد کار کربنی و کم آلیاژ  
1-6-1- فولاد های ابزار پر آلیاژ
- 1-6-2- فولاد های ابزار گرم کار "Hot Work Tools Steels"
- 1-6-3- فولاد های ابزار تندبر "High Speed Tools Steels"
- 1-7- فولاد های ضد زنگ یا مقاوم به خوردگی "Stainless or Corrosion Resist Steels"
- 1-7-1- فولاد های فریتی یا بکیر
- 1-7-2- فولاد های آستنیتی یا نگیر
- 1-7-3- فولادهای مارتنزیتی
- 1-7-4- فولاد های نسوز "Refractory Steels"
- 1-7-5- فولاد های ضد اسید
- 1-7-6- فولاد های مقاومتی (الکتریکی)
- 1-8- فولادهای هادفیلد یا آستنیتی "Hodfeils Steels"

2- شناسایی و کاربرد چدن ها

1-2- چدن های خاکستری "Grey Iron"

2-2- چدن های مالیبل یا چکش خوار "Mealable Iron"

2-3- چدن های نشکن "Ductile Iron"

3- شناسایی و کاربرد های آلیاژ های آلومینیوم

1-3- آلیاژ های کارپذیر یا نوردی "wrough Alloys"

2-3- آلیاژ های ریختگی "Cast Alloys"

4- شناسایی و کاربرد آلیاژ های منیزیم

5- شناسایی و کاربرد سایر آلیاژ های غیر آهنی

منابع و مراجع:

- 1- Metals handbook, ASM
- 2- Key to Steels "کلید فولاد"
- 3- Key to Aluminium "کلید آلومینیوم"

\*در کتاب های کلید معادل نام هایی که هر کشور برای استاندارد خود در نظر گرفته است آورده می شود؛ مثلا فولاد 1620 ghost که استاندارد روسی است، اگر بخواهیم معادل آن چه نامگذاری در سایر کشور هاست به کتاب های کلید مراجعه می کنیم.

## شناسایی و کاربرد فولاد ها

تقسیم بندی فولاد ها از دیدگاه متالورژیکی:

### a. فولاد های ساده کربنی

1- کم کربن (0.01-0.2%) { عملیات حرارتی پذیر نیستند.}

مارتنزیت در آنها تشکیل نمی شود.

2- کربن متوسط (0.22-0.5%) { عملیات حرارتی پذیرند.}

مارتنزیتی که ساخته می شود خیلی سخت و شکننده نیست.

3- پر کربن (0.55-1%) { عملیات حرارتی پذیرند.}

مارتنزیت بسیار سخت و پر استحکام و البته شکننده از آن ها حاصل می شود.

➤ در این فولاد ها حتما 0.3-0.7% سیلیسیم (Si) وجود دارد ولی به عنوان عنصر آلیاژی محسوب نمی شود. -0.2%Mn

0.8 %Si: 0.3-0.7

### b. فولاد های کم آلیاژ

1- کم کربن { عملیات حرارتی پذیر نیستند.}

2- کربن متوسط (0.25-0.5%) { عملیات حرارتی پذیرند.}

3- پر کربن (0.5-1.2%) { عملیات حرارتی پذیرند.}

➤ مقدار کربن در این دسته تقریبا برابر با دسته ی بالایی است ولی ممکن است در پر کربن درصدها تفاوت کمتری داشته باشند.

مجموع عناصر آلیاژی همچون (V, Mo, Ni, Cr, ..) به جز Si و Mn  $> 5\%$

\* این عناصر به فولاد اضافه می شوند که آن را سختی پذیر کنند و بتوان روی آن عملیات سخت کاری انجام داد و مارتنزیت پر استحکام ساخت.

اگر مقدار Mn, Si بیشتر شود و فرضا به 1.5% برسد دیگر عنصر آلیاژی محسوب می شود.

فولاد کم کربن و کم آلیاژ می تواند سریع سرد شود و مارتنزیتی شود ولی مارتنزیت تشکیل شده سختی زیادی ندارد و به عنوان فولاد سخت در نظر گرفته نمی شود، در نتیجه این کار را روی این نوع فولاد انجام نمی دهند. از طرفی وقتی فولاد را کم کربن می سازند و انتظار سختی بالایی از آن ندارند به این دلیل است که خواهان داکتیلیتی از آلیاژ هستند.

اضافه کردن Mn, Si در فولاد های ساده کم کربن به عنوان اکسیژن زدا برای مذاب حین فولاد سازی می باشد و همچنین به فولاد استحکام می بخشد ولی به اندازه ای نیست که بتواند آن را مستعد عملیات حرارتی پذیری کند.

### c. فولادهای پر آلیاژ

1- کم کربن (0.1-0.2%)

2- کربن متوسط (0.25-0.45%)

3- پر کربن (0.5-2.3%)

در فولاد های پر آلیاژ می توان تا 2.3% کربن داشت ولی در فولاد های ساده کربنی درصد کربن نمی تواند از 1 بیشتر شود؛ علت آن است که :

1- در فولاد های پر آلیاژ به حجم انبوهی از کاربید ها احتیاج داریم و در نتیجه از کربن بالایی استفاده می کنیم تا کاربید تشکیل شود و به اهدافمان برسیم.

2- اگر در فولاد های پر آلیاژ مقدار کربن زیاد باشد کاربید تشکیل می دهد ولی اگر در فولاد های ساده کربنی مقدار کربن زیادی داشته باشیم، این کربن در فاز آستنیت حل می شود و آستنیت پر کربنی خواهیم داشت. هدف ما از بالا بردن مقدار کربن افزایش استحکام و سختی است ولی در اینجا در صد بالای کربن باعث پایداری فاز آستنیت می شود و بعد از سخت کاری و تشکیل مارتنزیت هم حجم زیادی آستنیت باقی مانده خواهیم داشت. این آستنیت باقی مانده نرم اند و باعث نرم شدن فولاد می شوند.

در واقع  $M_f, M_s$  دمای شروع و پایان تشکیل مارتنزیت آنقدر پایین می آید که دماها قابل وصول نیستند و به همین دلیل 20-30% آستنیت باقی مانده داریم و باقی مارتنزیت است ولی فولادمان دیگر سخت و پراستحکام نخواهد بود. البته اگر آستنیت باقی مانده داشته باشیم کربن های موجود در آن کاربید ساخته و آستنیت از بین می رود.

در عملیات تمپرینگ فولاد های پر آلیاژ ، کربن و عناصر آلیاژی در آستنیت باقی مانده باهم ترکیب می شوند و رسوبات کاربیدی می سازند. با تشکیل کاربید، آستنیت به آستنیت کم کربن و کم آلیاژ تبدیل می شود. در نتیجه  $M_f, M_s$  آستنیت ناگهان بالا رفته و به مارتنزیت تبدیل می شود.

## فولاد های ساختمانی “Structural Steels”

سهم فولاد ها در صنعت و کاربرد های سازه ای و ساختمانی 99% است. که از این 99% بالا ی 95% کاربرد فولاد های استفاده شده در دنیا متعلق به فولاد های ساختمانی است.

این فولاد ها که نوردی و شکل پذیر هستند؛ به شکل های:

تیر آهن ( $\text{I}$ )، ناودانی ( $\text{L}$ )، قوطی ( $\square$ )، پروفیل ( $\text{L}$ )، T شکل ( $\text{L}$ )، میلگرد ساده، میلگرد عاجدار، به شکل ورق، انواع اقسام لوله ها ( $\odot$ )، اشکال پیچیده یا با ضخامت و ابعاد مختلف در می آیند و در صنایع مختلف چون ساختمان سازی، خودرو سازی، ماشین سازی و ... استفاده می شوند.

اسکلت یا سازه همه ساختمان ها، قطارها، کشتی ها، خودرو ها و .. از فولادها ساخته می شود.

دلایل کاربرد بالای این نوع فولاد ها : 1- ارزانی 2- خواص فیزیکی و مکانیکی مناسب

### دلایل ارزانی فولاد

1- ارزانی فولاد به فراوانی سنگ معدن آهن بر می گردد.

عناصر Si و Al عناصری هستند که درصد بالایی از پوسته زمین را تشکیل می دهند ولی جداسازی  $\text{SiO}_2$  و  $\text{Al}_2\text{O}_3$  به راحتی امکان پذیر نیست ولی اگر رگه هایی با عیار بالای  $\text{Al}_2\text{O}_3$  به نام بوکسید یافت شود بسیار با ارزش خواهد بود.

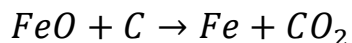
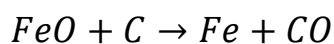
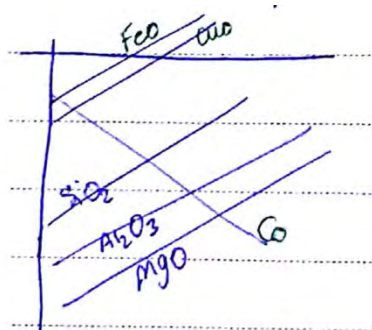
\* اگر رگه های پر عیار از سیلیکا داشته باشیم که سرشار از  $\text{SiO}_2$  باشد، معدن سیلیسی برای تولید Si خواهیم داشت که بسیار ارزشمند خواهد بود.

با اینکه مقادیر ترکیبات آهن دار به اندازه ترکیبات Si, Al در پوسته ی زمین نیست ولی رگه های متشکل از ترکیبات آهن دار در مقایسه با معادن بوکسید یا سلیس بسیار زیاد است و عملیات استخراج به آن معنا مطرح نیست و تنها لازم است سنگها را از معدن به کارخانه منتقل کرد سنگ هایی که بالای 95% دارای آهن هستند.

\* در مورد مس اگر عیار ترکیبات مس دار بالای 0.5% باشد معدن مس ارزشمند است ولی در آهن اگر زیر 95% باشد مورد استفاده قرار نمی گیرد.

2- دلیل دیگر؛ پایین بودن هزینه استخراج آهن از سنگ آهن است زیرا پروسه آسانی است.

از آن جا که آهن در نمودار الینگهام در رده های بالایی قرار دارد، به راحتی در کنار کربن احیا می شود و هرچه دما بالا می رود قدرت احیا کنندگی Co هم بیشتر می شود.



3- ارزانی آهن و پایین بودن هزینه فرآیند های شکل دهی آن

4- آسان بودن جوشکاری و برشکاری آن

به راحتی با هوا برش بریده می شود به دلیل اینکه نقطه ذوب اکسید آهن پایین است، وقتی اکسیژن با غلظت بالا به آهن دمیده می شود، شعله آهن را داغ کرده و اکسیژن خالص آهن را اکسید می کند. این اکسید به دلیل نقطه ذوب پایین سریع ذوب می شود و چون هیچ چسبندگی به خود آهن ندارد و به راحتی کنده می شود.

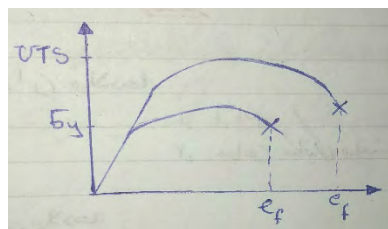
دلیل آسان بودن جوشکاری آن هم این است که وقتی قوس ایجاد می شود و در مرکز آن ها به 3000 درجه می رسد، آهن در این ها اکسید نمی شود که قابلیت بسیار خوبی است.

ولی فولاد های پر آلیاژ یا مس اینطور نیستند و اکسید می شوند.

جلسه دوم 25 بهمن

فولاد های ساختمانی را وقتی با اشکال تیر آهن، میلگرد و ... در بازار به فروش می روند و با سری نام های ST12-ST70 نام گذاری می کنند. عدد مقابل ST بیانگر استحکام نهایی (UTS) فولاد بر حسب  $kgF/mm^2$  است. این عدد UTS تابعی است از ترکیب شیمیایی و کار مکانیکی که روی فولاد انجام شده است. کار مکانیکی روی بافت، اندازه دانه، ساختار و .. فولاد تاثیر گذار است.

ممکن است 2 فولاد با ترکیب شیمیایی یکسان خواص مکانیکی و UTS متفاوتی داشته باشند. فولادی که UTS بالاتری دارد حتما ریزدانه تر است و کار مکانیکی بیشتری روی آن انجام شده است.



$$UTS: \frac{kgF}{mm^2} \left( \frac{10N}{kgF} \right) = \frac{10N}{mm^2} = 10Mpa$$

$$ST12=120MPa$$