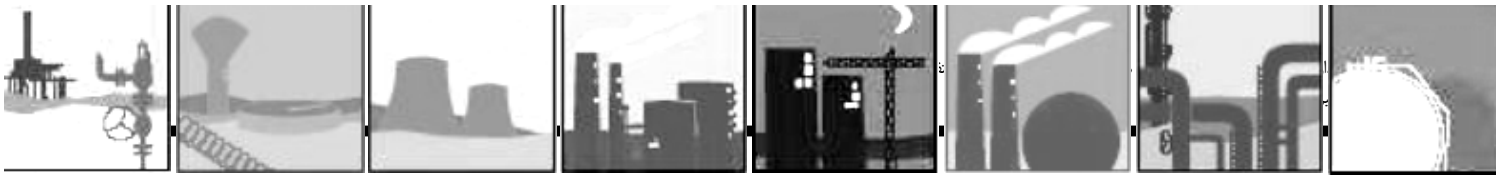


www.powermill.blog.ir
telegram:@powerMILLTraining

دوره آموزشی

آشنایی با استانداردها، شناخت فولادها و چدنهای متداول در صنعت و چگونگی استفاده ازکتاب کلید فولاد

Introduction to Standard, Designation Systems of Steels and Cast Irons and How to Use “Key to Steel”

گردآوری و تنظیم:
کامران خداپرستی

فهرست مطالب

موضوع **صفحه**

پیشگفتار 3
آشنایی با متالورژی 5
مقدمه ای بر متالورژی آلیاژهای آهنی 12
آشنایی با استاندارد و انواع آن 29
روش نامگذاری فولادها در استانداردهای آمریکایی 37
روش نامگذاری فولادها با استاندارد اروپا 51
نامگذاری فولادها در استانداردهای کشورهای صنعتی 56
آشنایی با چگونگی مقایسه فولادها در استانداردهای مختلف(چگونگی تعیین استاندارد معادل فولادها) 69
پیوست 1 آداب و رسوم جستجو در اینترنت 75
پیوست 2 سایتهای مفید 83
پیوست 3 برخی از استانداردهای اروپایی مرتبط با فلزات 96
پیوست 4 استانداردهای ASTM مرتبط با لوله، تیوب و اتصالات 105
پیوست 5 استانداردهای ASTM مرتبط با فولادهای ریختگی و آهنگری 111
پیوست 6 استانداردهای ASTM مرتبط با مقاطع فولادی 118
پیوست 7 برخی روشهای شناسایی فولادها 122
پیوست 8 جداول مقایسه استانداردهای فولادها و چدنها 126

یشگفتار

مخاطبین این کتاب دانشجویان، مهندسان، کارشناسان و تمامی افرادی هستند که به نحوی با محصولات مختلف فولادی سر و کار دارند و نیاز دارند تا درباره نامگذاری فولادها اطلاعاتی داشته باشند و به عبارت ساده تر فولادها را بشناسند. در این مجموعه با فراهم نمودن اطلاعات پایه سعی گردیده است تا شناخت و استفاده بهتر از قواعد و چارچوبهای تعیین شده پیرامون نامگذاری فولادها، امکان پذیر گردد.

در گردآوری مطالب این کتاب سعی بر این بوده است تا خواننده به سهولت و در کمترین زمان ممکن بتواند اطلاعات مورد نیاز را در مورد شیوه نامگذاری فولادها در استانداردهای مختلف آمریکایی، اروپایی و نیز استانداردهای کشورهای صنعتی نظیر آلمان، فرانسه و روسیه بدست آورد. در ضمن موضوع مهم نحوه مقایسه فولادها در استانداردهای مختلف و به عبارت دیگر چگونگی تعیین استاندارد معادل فولادها نیز مورد بررسی قرار گرفته است. تلاش گردیده است تا پیوستهای این کتاب به نحوی انتخاب گردند تا اطلاعات مفید دیگری نیز در اختیار خواننده قرار گیرد. در ضمن جداول مقایسه استانداردهای فولادها و چدنها به عنوان آخرین پیوست این کتاب خواننده را در مقایسه سریع استانداردهای مختلف بدون نیاز به مراجعه به جداول متعدد، یاری می دهد.

با توجه به رو به رشد بودن صنایع کشور و افزایش ساخت و سازها در صنایع مختلف، امروزه شناخت استانداردهای مختلف فولادها به یک نیاز عمومی تبدیل شده است و اگر این کتاب بتواند به عنوان یک راهنما مورد استفاده قرار گیرد، هدف نگارنده در تالیف این مجموعه برآورده شده است.

ناگفته پیداست، خطا همزاد هر اقدام است و نظرات و پیشنهادهای خوانندگان گرامی می تواند این مجموعه را پربارتر و کاربردی تر کند.

بنابراین خواهشمندم دیدگاه های خود را از طریق شماره 09124256785 اعلام فرموده یا بوسیله kkhodaparasti@yahoo.com ارسال فرمایید.

کامران خداپرستی

فصل اول

آشنایی با متالورژی

متالورژی، علم یا هنر؟

تعریف "متالورژی یکی از قدیمی ترین هنرها و یکی از جدیدترین علوم است"، به خوبی تاریخچه طولانی و جالب رشتهٔ متالورژی را بیان می کند. از زمانی که بشر فلز را شناخت، متالورژی را به عنوان یک هنر فراگرفت. علم شناخت و استخراج فلزات و هنر کارروی آنها را متالورژی می نامند. این علم فرآوری مواد معدنی از کانه های آنها (جداسازی از سنگ معدن)، ذوب، تصفیه و تولید شمش، بهبود خواص و تهیه آلیاژ ها و فن کار برروی فلزات و شکل دادن آنها را در بر می گیرد. متالورژی(metallurgy) از دو واژه یونانی metal به معنی فلز و ourgein به معنی کار کردن ترکیب شده است. در اینجا توجه به این نکته لازم است که حتی بسیاری از متخصصین نیز نام این رشته را "متالوژی" نوشته و تلفظ می کنند که با توجه به ریشهٔ کلمه، نادرست است. احتمالاً منشأ این خطا، قیاس نادرستی است که بعضی ها در ذهن خود می سازند. چون بیولوژی، فیزیولوژی، رادیولوژی و صدها رشتهٔ علمی دیگر به" لوژی" ختم می شوند، آنها تصور می کنند که این رشتهٔ علمی هم باید به همان قیاس متالوژی باشد.

متالورژی به عنوان یک علم، نسبتاً جوان است به طوری که هنوز صدسال نیست که فلزات را مورد مطالعهٔ علمی همه جانبه قرار داده اند. با همه، اینها، متالورژی با اینکه یکی از جوانترین دانش ها است، یکی از قدیمی ترین فنون نیز هست. شواهد باستان شناسی نشان می دهد که ساکنین فلات ایران جزو اولین اقوامی بوده اند که به کشف فلزات و استفاده از آنها نائل گردیده اند. با در نظر گرفتن این سابقه دیرینه، همچنین نقش روزافزون فلزات در زندگی بشر و وجود معادن غنی متعدد در کشورمان، لازم است که دست اندرکاران متالورژی در شناسائی هرچه بیشتر این رشته کوشا بوده و سطح اطلاعات علمی و فنی سایرین را در این زمینه بالا ببرند.

تاریخچهٔ متالورژی

کاربرد امروزی فلزات، نتیجهٔ تلاش طولانی و گسترده ای است که هزاران سال پیش آغاز شده است. دورهٔ فلزات پس از عصر سنگ بوده و از حدود هشت هزار سال پیش شروع گردیده است. به نظر می رسد مس نخستین فلزی است که به طور خالص و طبیعی و جدا از مواد معدنی، مورد استفاده بشر قرار گرفته است. با نگاهی به انواع سنگهای مس می بینیم که آنها کم و بیش از ظاهری فلزی با رنگهایی الوان نظیر نیلی، لاجوردی، سبز، طلایی و سرخ برخوردار هستند. این امر می تواند یکی از دلایل عمده توجه بشر اولیه به ترکیبات حاوی مس باشد. از طرفی چون مس به صورت خالص در طبیعت یافت می شود و قابلیت شکل پذیری مناسبی دارد، لذا جزو اولین فلزاتی است که توجه بشر را جلب نموده است. برخی از پژوهشگران نیز معتقدند که اولین بار ذرات درخشان طلا که در ماسه های اطراف رودخانه ها پراکنده بود، توسط بشر شناسائی شده اند. مصریان و شاید هندیان بیش از سایر ملل در استخراج طلا از سنگهای آن، توفیق داشته اند. در ایران نیز از دورهٔ هخامنشیان آثار متعددی از طلا و نقره خصوصاً در کنار رود جیحون و در شهر همدان کشف شده است.

با گذشت زمان قلع، نقره، سرب و آنتیموان (سنگ سرمه) نیز کشف شدند. فلزکاران سرخ کردن، ذوب فلزات و آمیختن آنها را تجربه کرده و به شناخت تجربی آلیاژ ها توفیق یافتند. پی بردن به اینکه فلزات را می توان ذوب کرد و در قالبهایی به شکل های مورد نظر ریخته گری کرد و شکل داد، یکی از اساسی ترین گام ها به سوی عصر فلز بوده است. پی بردن به امکان تهیهٔ فلزات از کانیهای حاوی فلز نیز گام مهم دیگری در این راستا بود. پیشرفت های متالورژی ارتباط تنگاتنگی با رشد تمدن بشری داشت.

از آلیاژ کردن قلع و مس، مفرغ (برنز) پدید آمد و عصر مفرغ آغاز شد. تولید مفرغ به سالهای بین 1400 تا 4000 پیش از میلاد باز می گردد. مفرغ از نظر زیبایی با مس، طلا و نقره رقابت می کرده، سختی و دوامش از آنها بیشتربوده و نیاز بشر را برای ساخت ابزار مختلف تأمین می کرده است. با وجود این که هم مس و هم قلع بسیار نرم هستند، ولی با انحلال آنها در یکدیگر، خواسته بشر مبنی بر تولید مواد مستحکم تر برآورده شد. شواهد بارزی در دست است که انسان مزایای استفاده از مفرغ را خیلی زود دریافت. از جمله این شواهد خنجرها، سر نیزه ها، پیکانها، دهنه اسب و آلات و ابزار دیگری هستند که در نقاط مختلف دنیا، مربوط به عصر مفرغ، کشف شده اند.

آهن در طبیعت نه به حالت آزاد، بلکه به صورت سنگ معدن یافت می شود. انسان یقیناً در عصر حجر با آهن آشنا شده است. وجه مشخصه آهن شهاب سنگی، مقدار زیاد نیکل موجود در آن است. دانشمندان به کمک روشهای مختلف بررسی ترکیب شیمیایی قطعات آهنی کشف شده در نقاط مختلف جهان، پی برده اند که بسیاری از این قطعات از آهن شهاب سنگی ساخته شده اند. مصریان قدیم به آهن " فلز بهشتی " می گفتند. آشوریها، بابلیها، کلدانیها، و عبریها، به علت گرانبها بودن آهن از آن در ساختن زیور آلات استفاده می کردند. در عهد حمورابی، یعنی حدود 4000 سال پیش، بهای آهن هشت برابر نقره و معادل سه ربع بهای طلا بوده است.

در ایران باستان نیز در دوره هخامنشی به مرور مصالح آهنی جای مواد مفرغی را گرفت. به طوری که در اواخر این دوره اسلحه هـای آهنـی جایگزین اسلحه های مفرغی شدند. پیشینیان، سنگ معدن آهن را با ذغال چوب مخلوط کرده و مشتعل می نمودند. ضمنا" برای دمش هوا از فوتک های بزرگ یا سیستم باد خور طبیعی بهره می بردند ولی چون قادر به ایجاد دماهای زیاد نبودند، آهن ناخالص و متخلخلی حاصـل می شد که با چکش کاری بر روی آن، اسلحه، گاو آهن، چاقو و ابزار دیگری می ساختند. استخراج آهن در مقایسه با مـس، تکنیـک بـسیار پیچیده تری دارد. از جمله این که احیای آهن به دمای بسیار زیادتری نیاز دارد و به همین نسبت پیشرفت آن کندتر بوده است.
نخستین مورد استخراج آهن به حدود سال 1300 پیش از میلاد باز می گردد.
در دوران باستان در ایران، بین النهرین، مصر، یونان و روم مجموعا" هفت فلز شناخته و به کار برده شـده انـد کـه شـامل: طـلا (زر)، نقـره (سیم)، آهن، سرب(آبار)، قلع (ارزیز) و جیوه (سیماب) می باشند. آثار باستانی و مطالعه آثار ادبی ایران نشان می دهد کـه ایرانیـان باسـتان از علوم و فنون متالورژی آگاهی داشته اند و حتی نام فلزات کشف و یا تولید شده در آن دوران را به صورت نمـادی بـر روی سـیارات آسـمانی گذاشته بودند. برنج که آلیاژی از مس و روی است، طی دوره 1700 تا 600 پیش از میلاد ظهور کرد. تا استقرار امپراطوری روم کـه از بـرنج برای ساختن سکه استفاده کردند، ارزش این آلیاژ به خوبی شناخته نشد. تولد صنعت برنج، یکی از گامهای مهـم رومـی هـا در راه پیـشرفت متالورژی بود.

متالورژی از سال 500 پیش از میلاد تا 1500 میلادی

تا سال 500 پیش از میلاد پیشرفتهای فنی قابل ملاحظه ای در استخراج معادن و بازیابی سـنگ معـدن هـا انجـام شـد، پیـشرفتهایی کـه مشخصا" با آغاز بررسی های علمی در متالورژی پیوند داشت. تا این زمان معادن غنی نقره حاوی سرب در یونان استخراج شده بود کـه بـه عمق چند صد متر می رسید. به دست آوردن نقره و سرب از کانیهای این معادن که بیشتر از نوع سولفید بودند یکی از مهمترین پیشرفتهای متالورژی در یونان بود. تهیه طلا و نقره از آلیاژ طبیعی "الکتروم" از دیگر وقایع مهم این دوره بود. طی هزار سال بین 500 پیش از میلاد تا 1500 میلادی، انسان کشفهای علمی زیادی کرد که اهمیت زیادی داشتند. برای مثال ارشمیدس مخترع و ریاضیدان یونانی نـشان داد کـه می توان از راه اندازه گیری وزن طلا و وزن آب جابجا شده بر اثر فرو بردن آن در آب یعنی از راه تعیین چگالی آن، خلوص طلا را مـشخص کرد. در نیمه اول این هزاره، نخستین تولید مهم فولاد، با استفاده از روشی که پیش از آن مصریان باستان آن را می شناختند، در هنـد آغـاز شد، این روش، فرآیند "ووتس" نام دارد و محصول آن فولاد اسفنجی است. فولاد، آهنی است که تا 2 درصـد کـربن دارد. آرسـنیک، روی، آنتیموان و نیکل را (البته تنها به حالت آلیاژ) از زمانهای بسیار دور می شناختند. سرب نیز فلز شناخته شـده ای بـود و از آن ورق و لولـه مـی ساختند. از لوله های سربی در شبکه های آب رسانی استفاده می شد. قلع را رومیها برای پوشش دادن ظروف غذا به کار می برند.
طی سده های نخستین میلادی، دانشمندان زیادی به نام کیمیاگر معتقد بودند که می توان عنصری را به عنصر دیگر تبدیل کرد. گرچه آنها به هدفشان نرسیدند، اما تلاشهای کیمیاگران به شناخت بهتر فلزات و ترکیبات آنها کمک موثری کرد و اساس شیمی نـوین را بنـا نهـاد. از حدود قرن ششم میلادی و در 3500 هزار سال پس از آن، مهم ترین ابداعات در علـم متـالورژی، در زمینـه متـالورژی آهـن و فـولاد بـود. نخستین استفاده مفید از آهن به دست آمده از کوره های سده های میانه، نه برای فولادسازی، بلکه برای تولید قطعـات چـدنی بـود. چـدن آلیاژی از آهن است با حدود دو تا چهار درصد کربن، قابلیت ریخته گری چدن بسیار بهتر از فولاد است. چدن شکننده است و نمی تـوان آن را چکش کاری یا نورد کرد.

متالورژی پس از 1500 میلادی

طی قرن شانزدهم میلادی، با انتشار کتابهایی در زمینه های مختلف متالورژی، این علم توسعه چشمگیری یافت. در این بین، سـه کتـاب از اهمیت و اعتبار ویژه ای برخوردارند. نخستین کتاب در سال 1540 توسط " وانوچیوبیرینگوچیو" نوشته شد. او در کتابش درباره ذوب فلـزات، تفکیک طلا از نقره و تولید لوله و گلوله توپ بحث کرده است. کتاب او نخستین کتابی بود که با اسلوب علمی دربـاره ریختـه گـری نوشـته شد. دومین کتاب را " گئورگیس آگریکولا" دانشمند آلمانی نوشت. تخصص او، متالورژی استخراجی بود . او در کتـابش دربـاره فرآینـدهای خرد کردن و تغلیظ سنگ معدن، روشهای دقیق تعیین عیار سنگ معدن ها برای تصمیم گیری درباره ارزش اقتصادی استخراج آنهـا، ذوب فلزات و پالایش آنها بحث کرده است. سومین کتاب در سال 1754 به وسیله "لازاروس ارکر" به زبان آلمانی نوشته شد که در آن کانیهـا و سنگ معدنها، پالایش فلزات، تولید سولفید آهن و نیترات سدیم تشریح شده است. با انتشار این سـه کتـاب و پیـشرفت روشـهای پـژوهش،

برخورد با مسائل مربوط به متالورژی هر چه بیشتر جنبه علمی یافت. از حدود 1500 میلادی تا میانه سده نوزدهم، پیشرفت متالورژی بیشتر متوجه تکنولوژیهای تولید آهن و فولاد بود. در همین دوران بود که کک وارد صنایع متالورژی شد .کک را از حرارت دادن زغال سنگ یا چوب در غیاب هوا بدست می آورند. کک سوختی است که در مقایسه با ذغال ، بازده بیشتری دارد. در واقع کشف امکان تبدیل زغال سنگ به کک در سال 1709 میلادی، انقلابی در صنایع متالورژی آهن و فولاد بوجود آورد. از دوران باستان تا کنون مجموعا" 87 فلز کشف شده که به جز 7 فلزکشف شده در دوران باستان، 2 فلز در قرون وسطی، 15 فلز در قرن هجدهم میلادی، 43 فلز در قرن نوزدهم میلادی و 20 در قرن بیستم کشف شده اند. البته بین تاریخ کشف و زمانی که تولید فلزات از نظر اقتصادی مقرون به صرفه بوده است، زمانی طولانی وجود دارد. چون در بررسی مسائل متالورژی نه تنها تولید فلز مهم است، بلکه موارد کاربرد آن نیز باید قابل توجیه باشد. برای مثال : تولید صنعتی اورانیم حدود یک قرن پس از کشف آن، یعنی زمانی که پدیده شکافت اتمی فلزات هسته ای تحت استفاده مطلوب قرار گرفت، آغاز شد. غیر از فلزات مختلف، عوامل دیگری نیز علم متالورژی را گسترش دادند. ابداع روشهای نوین استخراج فلزات، تکمیل و ساخت کوره های تولید فلزات، تحقیقات واکتشافات گوناگون در رشته های زمین شناسی، معدن، بلورشناسی، شیمی، فیزیک، ترمودینامیک و دیگر علوم نظری و عملی، ابداعات مختلف در زمینه بررسی فلزات از جمله : روشهای الکترولیز، طیف سنجی، کشف پدیده رادیو اکتیویته، پی بردن به انرژی اتمی، پیشرفت صنایع هوا فضا که باعث توجه به فلز تیتانیوم شد، کشف نیمه رساناها، پیشرفت تکنولوژی ساخت مواد دیرگداز، روشهای نوین در متالورژی فیزیکی .... همه و همه در پیشرفت علم و مهندسی متالورژی نقش به سزایی داشته اند.

امروزه متالورژی را به دو بخش کلی شامل: متالورژی استخراجی و متالورژی صنعتی تقسیم می کنند تهیه فلزات از سنگ معدن آنها، در قلمرو متالوژی استخراج و تهیه قطعات فلزی قابل مصرف مستقیم یا غیر مستقیم، از مواد اولیه فلزی مانند شمش، در قلمرو متالورژی صنعتی قرار می گیرد. به عنوان مثال مصرف مستقیم یا غیر مستقیم، از مواد اولیه فلزی مانند شمش، در قلمرو متالورژی صنعتی قرار می گیرد. به عنوان مثال ، آنچه در کارخانه ذوب آهن اصفهان تا مرحله تهیه شمش،آهن خام انجام می شود، عمدتا" مربوط به متالورژی استخراجی است. خرد کردن سنگ معدن با دستگاههایی به نام سنگ شکن، آماده سازی مواد گوناگون دیگری که در تهیه فلز مورد نیاز هستند نظیر کک و آهک در ذوب آهن، عملیات شیمیایی مختلف بر روی سنگ معدن و سرانجام عملیات ذوب و پالایش و تهیه شمش فلز همگی جزو مراحل مختلف عملیات متالورژی استخراجی می باشد. آنچه پس از این انجام می دهند و محصول فلزی قابل مصرف مستقیم یا غیر مستقیم تولید می کنند، در حیطه دانش نظری و عملی متالورژی صنعتی قرار دارد.

نورد برای تهیه میله، ورق، تیرآهن و پروفیل های مختلف آهنی، و غیر آهنی، ریخته گری برای تهیه مصالح نیمه ساخته یا محصولات نهایی، عملیات حرارتی برای بدست آوردن خواص مطلوب در کاربردهای مختلف، جوشکاری، متالورژی پودر، ماشین کاری، آلیاژ سازی، مطالعه رفتار فلزات در شرایط کاربردی متفاوت و ... شاخه های مختلف متالورژی صنعتی را تشکیل می دهند.

هر یک از دو شاخه اصلی متالورژی را معمولا" به دو گروه آهنی و غیر آهنی تقسیم می کنند. متالورژی آهنی به آهن و فولاد و آلیاژهای آنها مربوط می شود و متالورژی غیر آهنی در برگیرنده بقیه فلزات است. فلزات غیرآهنی مانند: روی، مس، آلومینیوم، سرب، طلا، نقره، نیکل و غیره را فلزات رنگین نیز می نامند. در اینجا برای اینکه تفکیکی بین مهندسی مواد و مهندسی متالورژی قائل شویم باید بگوییم به طور کلی، مواد صنعتی را به سه گروه عمده فلزات، پلاستیکها و سرامیکها تقسیم بندی می کنند. که در این میان فلزات بزرگترین گروه را تشکیل می دهند. گستره مهندسی متالورژی در برگیرنده هر کاری است که روی فلزات، یا با فلزات و سنگ معدنهای آنها انجام می شود.

امروزه متالورژی از یک فن مبتنی بر آزمون و تجربه صرف، به ترکیبی از فن و علم تبدیل شده است که پیوندی نا گسستنی و تنگاتنگ با سایر علوم دارد و بخش بزرگی از صنایع تولیدی هر کشور، به ویژه صنایع مادر را، تشکیل می دهد.

روشهای تولید فلزات

انتخاب نوع روش تولید عمدتا" به مسائل اقتصادی، خواص فلزات، زمان تولید، اندازه ، شکل و تعداد قطعات مورد نیاز بستگی دارد.

به عنوان مثال فلزاتی که خاصیت پلاستیک کمی داشته یا قطعاتی که دارای اشکال پیچیده هستند، به روش ریخته گری شکل داده می شوند. به منظور آگاهی بیشتر از نحوه انتخاب روش تولید و شناخت مسائل فوق، روشهای تولید مذکور به اختصار تشریح می گردند .

ریخته گری

ریخته گری عبارت از شکل دادن فلزات و آلیاژها از طریق ذوب، ریختن مذاب در محفظه ای به نام قالب و آنگاه سرد کردن و انجماد آن مطابق شکل محفظه قالب می باشد. این روش قدیمی ترین فرآیند شناخته شده برای بدست آوردن شکل مطلوب فلزات است.
اولین کوره های ریخته گری از خاک رس ساخته شده که لایه هایی از مس و چوب به تناوب در آن چیده می شد و برای هوا دادن از دم (فوتک) بزرگی استفاده می کردند . بسیاری از قالبهای اولیه نیز از خاک رس، خاک نسوز، ماسه و سنگ تهیه می شد. شواهدی در دست است که چینی ها در حدود 700 سال قبل از میلاد به ریخته گری آهن مبادرت ورزیدند. ولی یافتن قطعات ریخته شده از خرابه های شهر حسن لو در آذربایجان شرقی نشان دهنده توسعه این فن در سال 900 قبل از میلاد در ایران بوده است.
ریخته گری هم علم است و هم فن، هم هنر است و هم صنعت. به هر میزان که ریخته گری از حیث علمی پیشرفت می کند، ولی در عمل هنوز تجربه، سلیقه و هنر قالب ساز و ریخته گر است که تضمین کننده تهیه قطعه ای سالم و بدون عیب می باشد. این فن از اساسی ترین روشهای تولید است، زیرا حدود 50 درصد وزنی کل قطعات ماشین آلات به این طریقه ساخته می شوند. برای ریخته گری از فولاد ها و چدن ها (فلزات آهنی) برنزها ، برنج ها، آلیاژهای آلومینیم و منیزیم، و آلیاژهای منیزیم و روی (فلزات غیر آهنی) به عنوان مهمترین فلزات ریخته گری استفاده می شود.
معمولا روشهای ریخته گری را به نام ماده سازنده قالب نام گذاری می کنند مانند ریخته گری در ماسه که جنس قالب آن ماسه است. مهمترین روشهای ریخته گری عبارتند از:
الف - ریخته گری در قالبهای موقت شامل ریخته گری در ماسه و در قالبهای پوسته ای
ب - ریخته گری در قالبهای دائمی شامل ریخته گری در قالبهای فلزی به روش گریز از مرکز یا تحت فشار.

متالورژی پودر

با آنکه از نظر تاریخی متالورژی پودر از قدیمی ترین روشهای شکل دادن فلزات می باشد، اما تولید در مقیاس تجارتی با این روش ، از جدیدترین راههای تولید قطعات فلزی است. در دوران باستان از روشهای متالورژی پودر برای شکل دادن فلزاتی با نقطه ذوب بالاتر از آنچه در آن زمان می توانستند بوجود آورند، استفاده می کردند . اولین بار در اوایل قرن نوزدهم بود که پودر فلزات با روشی مشابه آنچه امروزه به کار می رود، با متراکم نمودن به صورت یکپارچه در آورده شد.
متالورژی پودر (متالورژی گرد)، فرآیند قالب گیری قطعات فلزی از پودر فلز (یا مخلوط پودر فلزات) توسط اعمال فشارهای بالا می باشد. پس از عمل فشردن و تراکم پودرهای فلزی، عمل تف جوشی (سینتر کردن) در دمای بالا در یک اتمسفر کنترل شده (گاز هیدروژن ، ازت، هلیم) انجام پذیرفته که در آن فلز متراکم، جوش خورده و به صورت ساختمان همگن محکمی پیوند می خورد.
از جمله قطعاتی که بوسیله متالورژی پودر تولید می شوند، می توان به ابزاربرش، قطعات اتومبیل و قطعاتی در وسایل خانگی نظیر ماشین لباسشویی، کمپرسور یخچال و کولر، تلویزیون، ضبط صوت و غیره اشاره نمود.
امروزه موارد استعمال اصلی متالوژی پودر را به پنج قسمت تقسیم می کنند:
الف – آلیاژ کردن فلزهای غیر قابل آلیاژ، مثلاساخت نقاط اتصال و جاروبک های موتور از پودرهای مس و گرافیت در صنعت برق
ب – ترکیب کردن فلزها و غیر فلزها ، نظیر مواد اصطکاکی ساخته شده از مس، آهن و آزبست
پ – ترکیب کردن فلزهای دارای نقطه ذوب بالا با یکدیگر برای ریخته گری، نظیر تنگستن، تانتالیم و مولیبدن
ت – ساخت قطعات فلزی با خواص عالی، نظیر یاتاقانهای خودرو انکار که به علت وجود شبکه ای از خلل و فرج پیوسته (توسط روغن پر شده در آنها) به خودی خود روغن کاری می شوند
ث – تولید قطعات ظریف و دقیق، نظیر بوش ها ، بادامک ها و چرخ دنده ها .

شکل دادن

در فرآیند شکل دادن روشهای مختلفی برای تهیه محصول به صورت شکل نهایی بکار برده می شوند. این روشها شامل نورد، آهنگری، اکستروژن، کشیدن ، پرس کاری ، چرخشی، چرخشی برشی، انفجاری، الکترو مغناطیسی، الکترو هیدرولیکی و غیره می باشند که برخی از مهمترین این روشها در زیر بررسی می گردند.

نورد (غلتک کاری)

قسمت اعظم فولادی که در کارخانه های فولاد سازی به صورت شمش تهیه می گردد، توسط دستگاه های نورد به ورق، تیر آهن، تسمه های فولادی، ریل ، انواع پروفیل، لوله و سیم تبدیل می شود. دستگاه نورد به طور ساده و ابتدایی از دو غلتک استوانه ای که روی هم قرار گرفته اند، تشکیل شده است. استوانه های مذکور بوسیله موتورها در جهت عکس یکدیگر حرکت دورانی نموده و بدین ترتیب اگر شمش بین انها هدایت گردد، استوانه ها آن را گرفته و از شکاف بین خود عبور می دهند. در اثر این عمل جسم پهن و طویل می شود. با انجام این عمل به دفعات و نزدیک تر کردن استوانه ها به یکدیگر جسم پهن تر، نازک تر و طویل تر خواهد شد.
محصولات نورد شامل میل گرد، میل چهار گوش ،تسمه باریک، نبشی ، تیر آهن، ناودانی ، ریل ، ورق و صفحه های فولادی با ضخامت های متفاوت، لوله های بدون درز و با مقاطع دایره ای ، بیضی و چند ضلعی می باشند.

آهنگری (فورجینگ)

عملیات آهنگری توسط ضربه چکش یا دستگاه پرس انجام می پذیرد. این روش شامل کار روی فلز توسط چکش کاری یا پرس کاری تا حصول شکل نهایی با قالب یا بدون قالب است. چکش کاری به دو روش دستی و ماشینی قابل انجام است که امروزه اکثرا چکش های ماشینی بکار گرفته می شوند. این چکش ها با بخار یا هوای فشرده کار می کنند و با اعمال ضربه های سنگین چکش کاری قطعات را انجام می دهند. برای ساخت قطعات سنگین نیز از دستگاه های پرس استفاده می شود. قطعاتی چون محور کشتی ها، میل لنگ ها، لوله های توپ، دیگ های بخار و غیره توسط پرس کاری تهیه می گردند. امروزه برای خم کردن و شکل دادن ورق در صنایع کشتی سازی نیز از پرس استفاده می شود.

اکستروژن (حدیده کاری)

اکستروژن فرآیندی است که بوسیله آن می توان قطعات و اشکالی را تولید نمود که تقریبا با هر روش ساخت دیگری غیر ممکن می باشد. در این روش فلز را تحت تاثیر نیروی زیاد وارد قالبی نموده و به شکل مورد نظر (لوله ، سیم و مقاطع مخصوص) بیرون می آورند. آلومینیم، سرب، روی ، قلع و برخی از فولادها از جمله موادی هستند که تحت فرآیند اکستروژن قرار می گیرند.

کشیدن

کشیدن عبارت است از امتداد دادن و کشیدن ورق برای تولید اشکال با سطوح مختلف. در این روش ورق فلزی حداقل در یک جهت کشیده شده بود و در جهات دیگر فشرده می شود این فرآیند می تواند به صورت کشیدن قطعه از درون قالب نیز (برخلاف روش اکستروژن) انجام پذیرد. قطعاتی نظیر لوله های بدون درز، قطعات سقف اتومبیل، پوکه های فشنگ، ظروف حلبی و ماهی تابه ها به این روش تهیه می شوند.

جوشکاری

به طور کلی جوشکاری عمل اتصال دادن قطعات فلزی به یکدیگر توسط گرم کردن محل های تماس تا حالت ذوب یا خمیری است که اتمهای هر دو قطعه فلز در منطقه جوش درهم نفوذ کرده و پس از سرد شدن اتصال محکمی ایجاد می نمایند.
برای ایجاد حالت ذوب یا خمیری انرژیهای الکتریکی و شیمیایی به عنوان منابع حرارتی بکار برده می شوند. برای تامین این انرژی ها از ژنراتور یا اشتعال مخلوطی از گازهای سوختنی نظیر استیلن، هیدروژن، گازهای طبیعی، بخار بنزین، بنزول و اکسیژن استفاده می گردد. بسته به نوع جوشکاری به ابزار دیگری نظیر الکترود، انبر جوشکاری، ماسک، مشعل، کپسول گاز، میز کار، پرده های حفاظتی و غیره نیاز می باشد. الکترود، مفتول فلزی می باشد که جنس آن به نوع فلز جوش دادنی بستگی دارد. اطراف این مفتول از ترکیبات شیمیایی مختلف پوشیده شده تا از نفوذ اکسیژن، ازت و هیدروژن به منطقه ذوب یا خمیر جلوگیری کنند. فلزات مصرفی در الکترود ها و سیم جوشها عموما

انواع فولادها ، چدن ها و فلزات غیر آهنی مانند مس، برنج، برنز و آلومینیم می باشند. جوشکاری و لحیم کاری از هنرهای قدیمی محسوب شده و در زمانهای گذشته توسط رومیان برای اتصال ذرات طلا در زیور آلات بکار گرفته می شده است .
امروزه روشهای جوشکاری متعددی به کار برده می شوند که به چهار گروه جوشکاری فشاری، جوشکاری ذوبی، جوشکاری زرد و لحیم کاری تقسیم می شوند. برخی از مهمترین این روشها عبارتند از : جوش با قوس الکتریکی، جوش گاز، جوش آهنگری، جوش القایی، جوش مقاومتی، جوش سیلانی، لحیم سخت و نرم

ماشین کاری

فرآیند ماشین کاری عبارت از شکل دادن مواد توسط تراش و برش می باشد. این عمل بوسیله ابزارها و ماشین های تراش و برش انجام می گیرد. مقدار قشری که از قطعه اولیه برداشته می شود تا قطعه صیقلی و نهایی ایجاد گردد، اصطلاحا تراش خور نامند. به منظور رعایت مسائل اقتصادی، مقدار تراش خور باید حداقل باشد تا مصرف فلز و هزینه های تراشکاری کاهش یابد. در برش کاری (قیچی کردن) نیز برای برش و جدا کردن فلز از دو نیروی متقابل استفاده می شود، این نیروها توسط دو تیغه (با فاصله از یکدیگر) اعمال شده که با نیروی کافی موجب از هم گسیختگی و شکست فلز می گردند. در ماشین کاری قطعات بر حسب نوع کار از ماشین های تراش، فرز، مته صفحه تراش، کله زنی، سنگ زنی، تیز کاری و سوراخ کن استفاده می شود که معمولا این قطعات خود محصول فرآیندهای ریخته گری، آهنگری، نورد و غیره می باشند. ماشین کاری فلز با وسایل تخلیه الکتریکی پر فرکانس نیز فرآیند نسبتا جدیدی است که به میزان وسیعی بکار گرفته می شود.
با جمع بندی مطالب ذکر شده می توان چنین نتیجه گرفت که تقریبا غیر ممکن است تصور کنیم، هر شیئی که در زندگی روزمره بکار می بریم، حاوی فلز نبوده یا نیازی به فلز برای ساخت و تولید آن نباشد. کلیه اشکال حمل و نقل، شامل اتومبیل ، کشتی ، هواپیما و قطار برای حرکت به فلزات یا اجزا فلزی نیازمند می باشند و تقریبا همه چیز از آسمان خراش ها، ابزارها، ماشین آلات و غیره تا توزیع الکتریسیته به فلزات وابسته است . به عبارتی دیگر امروزه متالورژی در کلیه صنایع نقش ایفا می کند. لذا، برای پیشرفت در تمامی صنایع، کسب دانش وسیع و عمیقی از مواد، فرآیندها و ابزارهای لازم برای تبدیل مواد به محصولات تمام شده، ضروری است.

مراجع

1- M.B.Bever, Encyclopedia of Materials Science and Engineering, Pergamon Press, 1986
2- رضا اسلامی فارسانی، متالورژی، تاریخچه - شناخت، مجله دانشمند، آذر ماه 1374
3-حبیب ناظری، آشنایی با علم متالورژی، فصلنامه معادن و فلزات
4- مهدی فرشاد، تاریخ مهندسی در ایران، نشر بلخ،1362

فصل دوم
مقدمه ای بر متالورژی آلیاژهای آهنی

فولاد چیست؟

واژه آلیاژهای آهنی (ferrous alloys) برای بیان دامنه وسیعی از آلیاژهایی به کار می رود که عنصر اصلی تشکیل دهنده آنها آهن است یا به عبارت دیگر پایه آهنی (iron-based) هستند.

این آلیاژها به سه گروه اصلی تقسیم می شوند:

- آهن کارشده (wrought iron)
- چدن (cast iron)
- فولاد (steel)

آهن کارشده که دیگر به صورت تجاری تولید نمی شود، آهن تقریبا" خالصی است که شامل ناخالصی های غیر فلزی به صورت سرباره است. امروزه آهن کارشده در حقیقت از فولاد کم کربن تولید شود. کیفیت این نوع آلیاژ توسط درصد کربن و منگنز پایین مشخص می گردد. (کربن کمتر از 0/08 درصد و منگنز کمتر از 0/06 درصد)

چدن آلیاژی از آهن و کربن است که عموما 3 تا 5 درصد کربن و 1 تا 3 درصد سیلیسیم دارد.

فولاد را در گذشته به صورت آلیاژی از آهن و کربن توصیف می کردند اما امروزه با وجود برخی از مهم ترین انواع فولاد نظیر فولادهای(Interstitial- Free(IF و فولادهای زنگ نزن فریتی نوع 409 که در آنها کربن یک ناخالصی است که مقدار آن در حد چند جزء در میلیون است، دیگر نمی توان از توصیف آلیاژ آهن و کربن برای فولاد استفاده کرد. طبق تعریف، فولاد باید شامل حداقل 50 % آهن و یک یا چند عنصر آلیاژی دیگر باشد. این عناصر معمولا شامل کربن، منگنز، سیلیسیم، نیکل ، کرم ، وانادیم، مولیبدن، تیتانیوم، نیوبیم و آلومینیوم هستند.

رایج ترین نوع فولاد، فولاد کربنی ساده (plain carbon steel) است که معرف فولادی شامل آهن و کربن به همراه مقادیر اندکی منگنز، سیلیسیم یا آلومینیوم است. یکی دیگر از انواع مهم فولادها ، فولاد آلیاژی است که علاوه بر عناصر ذکر شده در بالا، مقادیر قابل توجهی از عناصری نظیر کرم، نیکل و مولیبدن آن را از فولاد کربنی ساده متمایز می کند. بخش خاصی از فولادهای آلیاژی، فولادهای زنگ نزن (stainless steel) هستند که حداقل 11/5 درصد کرم دارند. فولادهای ابزار (tool steels) فولادهایی هستند که برای ساخت ابزار مورد نیاز جهت برش، شکل دهی و سایر فرآیندهای مورد نیاز برای تبدیل مواد فلزی و غیر فلزی به اشکال مورد نظر بکار می روند.

ذکر این نکته لازم است که برخی فولاد ها به شکل فولاد ریختگی (steel castings) مورد استفاده قرار می گیرند اما روی بیشتر قطعات فولادی کار مکانیکی انجام می گردد تا به شکل نهایی برسند و بدین جهت به محصولات کارشده (wrought products) موسوم هستند.

تولید آهن و فولاد

آهن یکی از فراوانترین عناصر پوسته زمین است جایی که به عنوان اصلی ترین جزء تشکیل دهنده کانی هایی شامل اکسیدها، سولفیدها، سیلیکاتها و کربنات ها شناخته می شود. کانیهایی که از لحاظ تجاری پایدار نامیده می شوند عمدتا اکسید و کربنات هستند که آهن فلزی از این کانی ها به سهولت توسط روش احیاء بدست می آید. قسمت اعظم آهن تولید شده مستقیما برای تولید فولاد و چدن استفاده می شود.

عملیات تولید اولیه نوعا شامل احیاء سنگ معدن آهن در کوره بلند به منظور تولید آهن خام مایع (liquid pig iron) است. آهن خام حدود 4 % کربن دارد. آهن خام سپس در کوره های فولاد سازی تحت عملیاتی قرار می گیرد که در حین آن و با اکسیداسیون ترجیحی(preferential oxidation) کربن و ناخالصی های غیر فلزی جدا می شوند. کوره اکسیژنی بازی فناوری است که در حال حاضر بیشترین کاربرد را برای این منظور دارد. برخی فولاد ها نیز توسط ذوب مجدد قراضه ها به تنهایی یا ترکیبی از قراضه و سنگ معدن (کلوخه های پیش عملیات شده) در کوره های قوس الکتریکی بدست می آیند.

تمام فولادها به حالت مذاب تولید می شوند و پیش از انجام فرآیندهای بیشتر باید جامد گردند. در روشهای صنعتی انجماد به دو روش مختلف انجام می گیرد. در روش اول فولاد مذاب داخل قالب های مستطیل شکل ریخته می شود تا بصورت شمش (ingot) جامد گردد. این شمش ها توسط فرآیندهای دیگری نظیر نورد گرم به محصولات نیمه نهایی (semi finished) دیگری به نام های شمشه (bloom) و شمشال (billet) یا تختال (slab) بر اساس ابعادشان تبدیل می شوند.

در روش دوم که رایج تر است، شمشه، شمشال یا تختال مستقیما از آهن مذاب و توسط روش ریخته گری مداوم (continuous casting) تولید می شوند. در این فرآیند فولاد مذاب در قسمت بالای قالبی که انتهای آن باز است و توسط جریان آب خنک می شود، ریخته می شود به طوری که فولاد جامد به طور پیوسته از انتهای قالب خارج می گردد. فولاد نیمه نهایی به محصولات کارشده (wrought) نهایی نظیر میله (bar)، ورق (sheet)، نوار (strip)، صفحه (plate)، مقاطع ساختمانی، سیم، ریل و لوله توسط روش هایی مانند نورد سرد و گرم ، کشش ، آهنگری (forging) و اکستروژن تبدیل می شوند. برای رسیدن به خواص مطلوب برای کاربردهای خاص مهندسی، بیشتر محصولات نهایی به ترکیبی از عملیات حرارتی و عملیات شکل دهی نیازمندند.

اکسیژن زدایی و گوگرد زدایی

فولاد مذابی که از کوره فولادسازی بدست می آید حاوی مقادی زیادی اکسیژن حل شده است که باید پیش از ریخته گری فولاد، چه بصورت پیوسته (مداوم) و چه به صورت شمش، حذف گردد. اکسیژن زداهایی که معمولا برای این منظور مورد استفاده قرار می گیرند آلومینیوم و سیلیسیم (به شکل فروسیلیکون) هستند. حذف اکسیژن از فولاد را آرام سازی (killing) می خوانند و عبارتهای آرام شده با سیلیسیم یا آلومینیوم از اینجا آمده اند.

فولاد فولاد کاملاآرام (fully killed) فولادی است که ترکیب شیمیایی و خواص نسبتا همگنی دارد و برای کربوره کردن یا آهنگری مورد استفاده قرار می گیرد. به فولاد نیمه آرام (semi-killed) اکسیژن زدای کمتری نسبت به فولاد کاملا آرام اضافه می شود و از این فرآیند برای فولاد های کم کربن و کربن متوسط برای مصارف سازه ای استفاده می گردد. فرآیند اکسیژن زدایی در مورد برخی فولادها انجام نمی گردد و اکسیژن باقی مانده در فولاد با کربن واکنش داده و ایجاد تخلخل (حفره های گازی) که در حقیقت گاز اکسید کربن (CO) است، می کند.

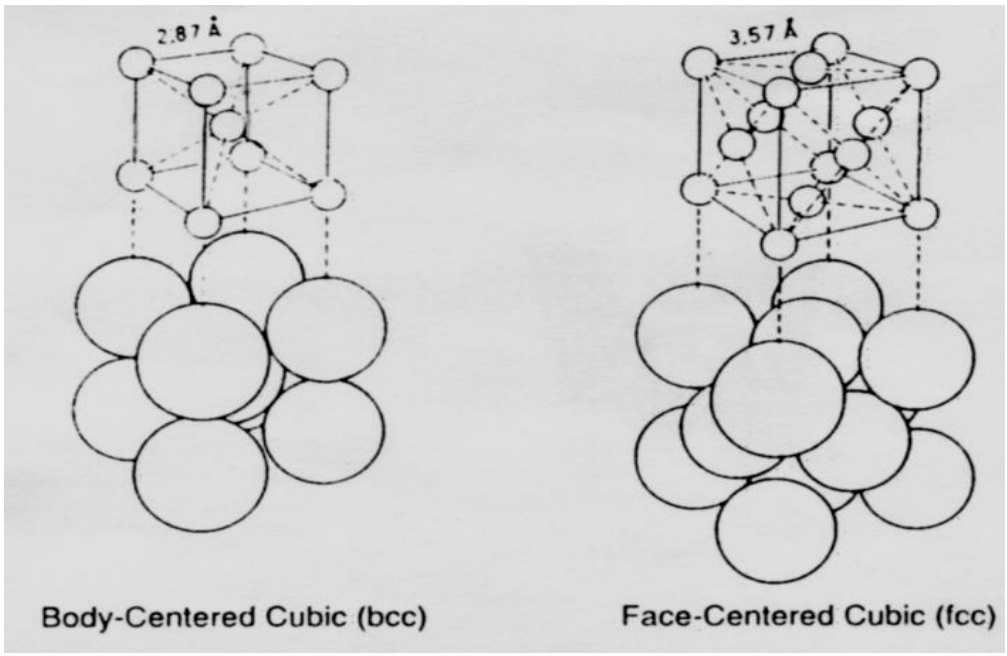
این فولادهای نا آرام (rimmed steel) دارای تغییرات زیادی در ترکیب شیمیایی هستند به گونه ای که پوسته خارجی آنها شامل آهن خالص، کربن اندک و فسفر و گوگرد است. این عناصر با مقادیری بیش از مقدار متوسط، در مرکز شمش به ویژه نزدیک به سطح بالایی یافت می شوند. لبه هایی با خلوص بالاتر باعث می شود این نوع فولاد برای تولید ورقهای فولادی کم کربن با کیفیت مناسب سطحی ، به کار رود.

فولادهای سر دار(capped steel) بین فولادهای نا آرام و نیمه آرام قرار دارند و برای تولید ورق، نوار، سیم و .. با کربن بیش از 0/15 درصد مناسبند.

منشا گوگرد موجود در فولاد، زغال سنگ است که پس از تبدیل به کک بعنوان سوخت و احیاء کننده در کوره بلند کاربرد دارد. عموما منگنز به فولاد اضافه می شود تا سولفید منگنز بجای سولفید آهن(FeS) تشکیل گردد زیرا سولفید آهن در نورد گرم ذوب شده و باعث ترد شدن فولاد یا ایجاد شکنندگی داغ (hot shortness) می شود. چون ناخالصی های سولفید منگنز باعث کاهش چقرمگی شکست (fracture toughness) می شوند، در کوره های جدید از روشهای مختلفی برای گوگرد زدایی استفاده می گردد. به عنوان مثال تزریق موادی مانند کاربید کلسیم(CaC_2)یا سیلیسید کلسیم($CaSi_2$) به آهن مذاب یا فولاد به منظور حذف گوگرد. به همین دلیل است که بیشتر فولادهای مدرن مقادیر گوگرد کمتری نسبت به مقادیر مجاز چند دهه گذشته دارند.

آهن خالص و آلوتروپی های آن

آهن فلزی خالص کاربرد بسیار محدودی در مهندسی دارد چون دارای استحکام بسیار پائین و مقاومت اندک در برابر خوردگی است. چگالی آن (وزن مخصوص 7/87) کمی کمتر از مس است و دمای ذوب آن 1540 درجه سانتیگراد است که قدری بیشتر از نیکل و خیلی بیشتر از مس و آلومینیوم است. آهن خالص جامد بین دمای محیط و دمای ذوبش، دچار دو تغییر در ساختمان بلوری می شود که به آنها تغییر فازهای آلوتروپیک گفته می شود. پس آهن خالص دارای دو نوع ساختمان بلوری است، یکی در دماهای پایین و بالا و دیگری در دماهای بینابین . زیر 912 درجه سانتیگراد، آهن دارای ساختمان بلوری مکعب مرکز دار (bcc) است که ترتیب قرار گرفتن اتم ها در شکل 1 آمده است. این ماده، آهن آلفا (α-iron) نامیده می شود.



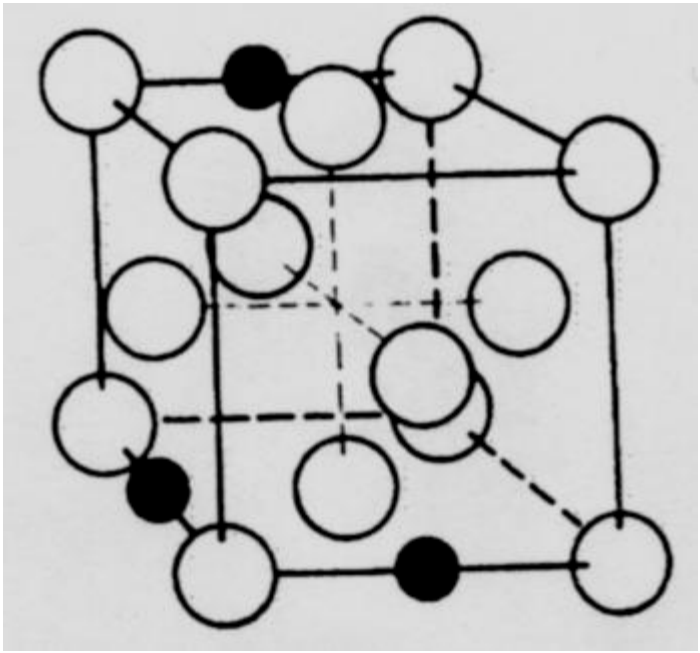
شکل1 ساختمان بلوری آهن

در دماهای خیلی بالاتر از 1395°C تا نقطه ذوب، آهن همچنان دارای ساختمان بلوری bcc است و در این دامنه دمایی به آن آهن دلتا (δ iron-) می گویند. در دماهای متوسط بین 912°C و 1395°C ساختمان بلوری آهن، مکعب با وجوه مرکز دار (fcc) است که نحوه چیدمان اتمها در شکل 1 قابل مشاهده است. این آهن گاما (γ - iron) نامیده می شود. بنابراین اگر آهن به آهستگی از دمای محیط تا بیش از نقطه ذوبش گرم شود چند تغییر فاز (دگرگونی فاز) رخ می دهد و در طی کردن این مسیر به صورت معکوس یعنی سرد کردن آهسته از بالای نقطه ذوب تا دمای محیط باز هم این اتفاق می افتد. ذکر این نکته لازم است که این تغییرات در سرد کردن آهسته اتفاق می افتد و اگر سرعت سرد کردن خیلی زیاد باشد ممکن است رفتار آهن به گونه ای دیگر باشد که بعدا در مورد آن بحث می شود.

آلیاژهای آهن – کربن

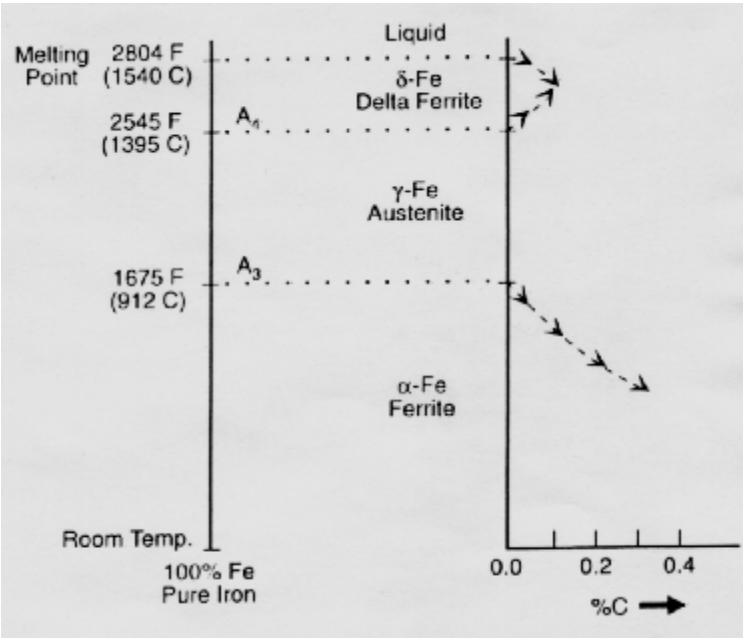
وجود کربن و عناصر آلیاژی رفتار آلوتروپی را پیچیده تر می کند و فرصت ایجاد دامنه گسترده ای از خواص و ریز ساختار را بوجود می آورد. در این فرآیند تاثیرکربن از همه بیشتر است. کربن در آهن bcc حل شده و یک محلول جامد به نام فریت (ferrite) تشکیل می دهد. اما حل شوندگی کربن بسیار کم است و حداکثر به میزان 0/025 درصد کربن در دمای 725°C در فریت آلفا (α) و فقط 0/09 درصد کربن در1495 °C در فریت δ (به صورت قرارداد عبارت فریت معادل با فریت α و عبارت فریت δ برای اشاره به فاز موجود در دمای بالا بکار می رود). از سوی دیگر در آهن γ با ساختمان بلوری fcc قابلیت انحلال کربن اندکی بیشتر است و به حداکثر میزان 2/1 درصد کربن در دمای 1150°C می رسد. محلول جامد fcc کربن در آهن fccآستنیت(austenite) خوانده می شود. هم فریت و هم آستنیت محلول جامد بین نشین هستند یعنی اتمهای کربن به این صورت در آهن حل می شوند که در مکانهای بین نشین (میان اتمهای آهن) در شبکه بلوری fcc یا bcc قرار می گیرند.

شکل 2 ساختار fcc آستنیت را نشان می دهد که در آن برخی از مکان های بین نشینی شبکه به وسیله اتمهای کربن پر شده اند. فریت و آستنیت فاز هستند چون آنها از لحاظ فیزیکی همگن و از لحاظ ساختاری اجزاء مجزای ریز ساختار یک آلیاژ را تشکیل می دهند. فازهای دیگری که می توانند در آلیاژهای آهنی ایجاد شوند را ذیلا مورد بحث قرار می دهیم.



شکل2 کربن به صورت بین نشین در آستنیت fcc حل شده است. اتم های کربن با دایره های سیاه و اتمهای آهن با دایره های سفید مشخص شده اند.

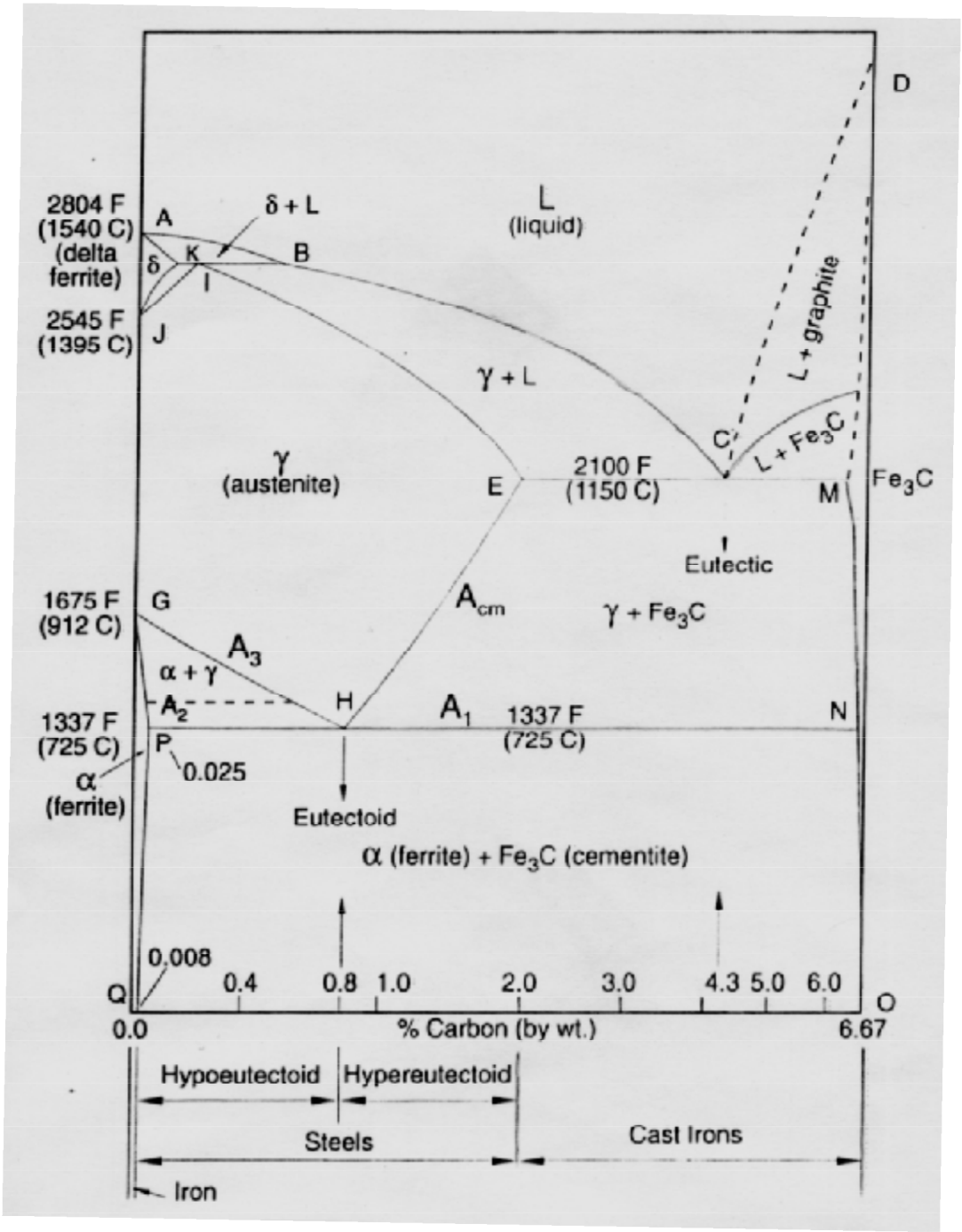
دامنه دمایی بالایی که ساختمانهای بلوری fcc و bcc پایدار هستند توسط حضور کربن تاثیر می پذیرد. کربن حد پائین پایداری فاز fcc را از°C 912 به پائینتر از °C 725 کاهش داده و حد بالایی را از°C 1395 به بالای°C 1495 افـزایش مـی دهـد. ایـن مطلـب در شـکل3 نمایش داده شده است و در آن حدود دقیق به میزان کربن بستگی دارد.



شکل3 تاثیرات اضافه شدن کربن به آهن خالص

این پیچیدگی در رفتار فازی و پایداری فازی را می توان بسیار ساده تر به وسیله دیاگرام فاز توضیح داد.

شکل4 دیاگرام فاز تاثیر کربن را در آهن نشان می دهد. منتهی الیه سمت چپ این دیاگرام آهن خالص را مشخص می کند و افزایش میزان کربن به سمت راست است. افزایش دما از پائین به بالااست. پیش از بررسی جزئیات دیاگرام باید به این نکته توجه کنیم که دیاگرام های فاز در شرایط تعادلی کاربرد دارند که منظور حالت پایدار ترمودینامیکی است که پس از در اختیار گذاردن زمان کافی به اتم ها به منظور حرکت و سازمان دهی مجدد خودشان، به فاز یا فازهای پایدار که توسط دیاگرام پیش بینی می شود، به وجود می آید. تعادل، زمان نسبتا زیادی می برد به ویژه در دماهای پائین چون فرآیند نفوذ (Diffusion) در دمای پائین به دلیل کم بودن انرژی حرارتی سیستم، پائین است.



شکل 4 دیاگرام فاز آهن - کاربید آهن

اگر سیستم تحت تغییر سریع دمایی قرارگیرد، اتمها ممکن است نتوانند به سرعت نفوذ انجام داده و به تغییرات فازی مورد انتظار دیاگرام فاز دست یابند. در نتیجه، حین تغییرات سریع دمایی، دیاگرام فاز نمی تواند رفتار فازی را دقیقا پیش بینی کند. در این موارد از نوع متفاوتی از دیاگرام استفاده می شود که ذیلا در مورد آن توضیح داده می شود.

درک تمامی این دیاگرامها از اهمیت به سزایی برخوردار است چون فولادها همیشه تحت عملیات حرارتی به منظور توسعه خواصشان قرار می گیرند و دیاگرام ها کمک می کنند تا مراحل عملیات حرارتی پیش بینی شده و درک شوند. اساسا دیاگرام فاز نقشه ای است که پیش بینی می کند کدام فاز برای هر آلیاژی در میزان کربن و دمای مشخص، پایدار است. و اینکار با مشخص شدن یک نقطه در دیاگرام انجام می شود. آن نقطه ممکن است در ناحیه یک فازی مثلا ناحیه آستنیت، یا در نواحی دو فازی که بین نواحی یک فازی وجود دارند، قرار گیرد. محلول های جامد تک فاز در شکل 4 به صورت فریت α در ناحیه GQPG و فریت δ در ناحیه AJKA مشخص شده اند. مرزهای این نواحی (مثلا خطهای QPG و JKA) نشان دهنده حدود حل شوندگی کربن هستند. همچنین این دیاگرام این واقعیت را بیان می کند که حل شوندگی کربن در آستنیت بیشتر از فریت است که حدود فاز آستنیت JIEHGJ با حداکثر 2/1 درصد کربن در نقطه E است.

دو فاز دیگر نیز در این دیاگرام نمایش داده شده اند. یکی از آنها محلول مایع کربن در آهن است که در دمای ایجاد می شود و بالای دیاگرام را تشکیل می دهد. مرز پائینی این ناحیه نشان می دهد که چگونه دمای انجماد (یا به عبارت دقیقتر دمای لیکوئیدوس liquidus که پائین ترین دمایی است که در آن تمام ماده مایع است) آلیاژهای آهن – کربن با مقدار کربن تغییر می کند. به عنوان مثال دیاگرام نشان می دهد که چگونه در چدن (بین 3 تا 5 درصد کربن) دمای لیکوئیدوس پائین است و به $1150^{\circ}C$ در حدود 4/3 درصد کربن می رسد. نقطه انجماد پائین مهم ترین دلیل سهولت و هزینه اندک تولید محصولات چدنی است.

فاز دیگری که در منتهی الیه سمت راست دیاگرام فاز قرار دارد و در مرز ONMDO قرار می گیرد کاربید آهن یا سمنتیت (cementite) است که ترکیبی با فرمول شیمیایی Fe_3C معادل با 6/67 درصد کربن است (باید توجه کرد که درصدهای دیاگرام فاز به طور معمول برحسب درصد وزنی داده می شوند که Fe_3C شامل 25 درصد اتمی کربن است که معادل 6/67 درصد وزنی کربن می باشد). ساختمان بلوری سمنتیت، ارترومبیک (Orthrohombic) است که باعث سختی، استحکام و شکنندگی زیادی برای سمنتیت در تقابل با فازهای فریت و آستنیت می گردد.

بین هر دو ناحیه یک فازی در یک خط افقی دیاگرام، نواحی دو فازی قرار دارند. به عنوان مثال فولاد با 0/4 درصد کربن در دمای$760^{\circ}C$ در ناحیه دو فازی فریت در سمت چپ و آستنیت در سمت راست قرار می گیرد. بنابراین دیاگرام پیش بینی می کند که این فولاد در این دما شامل ترکیبی از فریت و آستنیت خواهد بود.

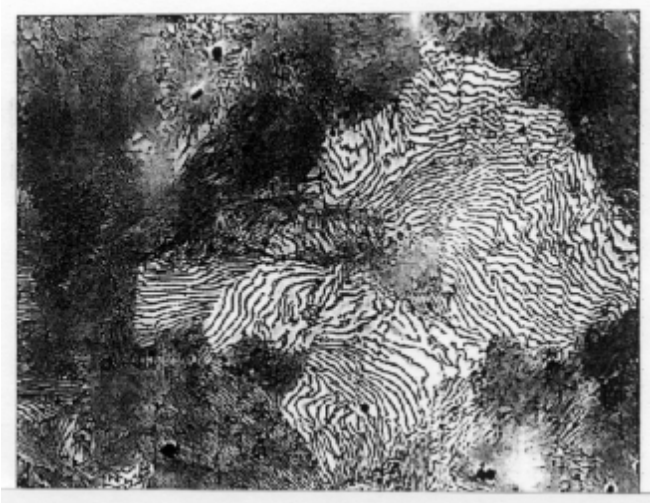
توسط کشیدن یک خط فرضی افقی که ناحیه دو فازی را در دمای مورد نظر قطع کند، مقادیر نسبی فریت و آستنیت و درصد کربن هر کدام قابل پیش بینی است. پس برای فولاد 0/4 در صد کربن در دمای $760^{\circ}C$ انتهای چپ خط افقی، خط PG (حد حلالیت فریت) را در 0/01 درصد کربن قطع می کند که میزان کربن قابل پیش بینی در فریت است. به همین ترتیب، انتهای راست خط افقی فرضی، خط HE (حد حلالیت آستنیت) را در 0/7 درصد کربن قطع می کند که میزان کربن قابل پیش بینی برای آستنیت است. وضعیت قرار گرفتن ترکیب شیمیایی آلیاژ روی خط افقی نسبت به دو انتهای خط، مقادیر نسبی فریت و آستنیت را قابل محاسبه می سازد. در این مثال مقدار بیشتری آستنیت نسبت به فریت وجود دارد چون ترکیب شیمیایی آلیاژ(0/4 درصد کربن) اندکی به 0/7 درصد نسبت به 0/01 درصد نزدیکتر است.

در مجموع، در این حالت دیاگرام فاز برای پیش بینی ساختار فاز تعادلی هر آلیاژ در هر دمایی، شامل نوع فاز، ترکیب شیمیایی آن (به عبارت دیگر مقدار کربن) و مقادیر نسبی فازها به کار می رود.

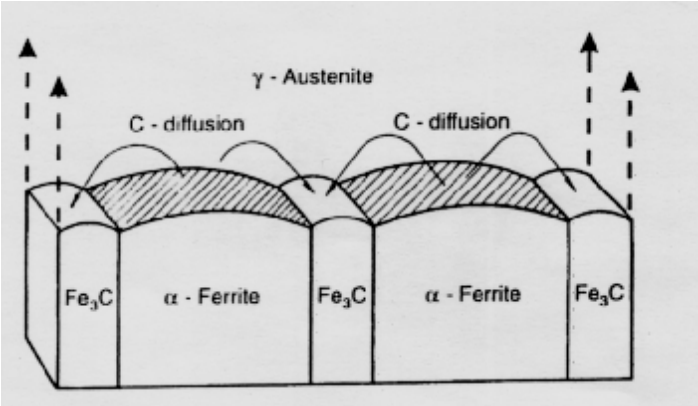
از دیاگرام فاز همچنین می توان برای پیش بینی تغییراتی (دگرگونی هایی) که در حین گرم کردن و سرد کردن آهسته بوجود می آید، استفاده کرد. به عنوان مثال یکی از انواع عملیات حرارتی فولاد با 0/2 درصد کربن شامل سرمایش آهسته از دمای ناحیه آستنیت $900^{\circ}C$ است. در این وضعیت، دیاگرام فاز پیش بینی می کند زمانی که دمای آستنیت زیر خط GH قرار می گیرد (حدود$865^{\circ}C$) فریت در آستنیت شروع به تشکیل شدن می کند. با کاهش دما، فریتهای بیشتری تشکیل می شود و زمانی که دمای فولاد به دمایی درست بالای خط $725\ ^{\circ}C$ (HP) می رسد، حدود 75 درصد فولاد به فریت تغییر فاز داده است و بقیه آن آستنیت باقی مانده است. در سرمایش از $725^{\circ}C$ ، فریت بدون تغییر باقی می ماند و همزمان تمامی آستنیت باقیمانده به ترکیبی از فریت و سمنتیت تبدیل می شود. در ادامه

سرمایش تا دمای محیط تغییر عمده ای رخ نمی دهد بنابراین ساختار نهایی فولاد شامل عمدتا فریت به همراه مقادیر اندکی سمنتیت خواهد بود. مورفولوژی این ساختار در ادامه مورد بحث قرار خواهد گرفت و مثالهای بیشتری نیز در مورد استفاده از دیاگرام های فاز ذکر خواهد شد.
دیاگرام فاز شکل4-4 رفتار آلیاژ آهن – کربن با ترکیب شیمیایی تا 6/67 درصد کربن را نشان می دهد و به همین دلیل دیاگرام فاز آهن – کاربید آهن ($Fe-Fe_3C$) خوانده می شود. امکان رسم دیاگرام فازی برای پوشش دادن تمام دامنه کربن از آهن خالص تا کربن خالص وجود دارد اما مقادیر کربن بیش از 6/67 درصد کاربردی در آلیاژهای آهنی صنعتی ندارند.
در واقع دیاگرام فاز $Fe-Fe_3C$ در شکل 4 بجای یک دیاگرام فاز تعادلی یک دیاگرام فاز نیمه پایدار است. چون گرافیت از نظر ترمودینامیکی پایدارتر از کاربید آهن است یک دیاگرام فاز تعادلی باید شامل آهن در یک سو و گرافیت در سوی دیگر باشد و نباید کاربید آهن در آن مشخص شودبا وجود اینکه از لحاظ سینتیکی تشکیل کاربید آهن بر تشکیل گرافیت ارجحیت دارد و تبدیل کاربید آهن به گرافیت معمولا بسیار آهسته اتفاق می افتد. بعنوان مثال، کاربید آهن در فولادهایی با قدمت 3000 ساله مشاهده شده اند. به همین دلیل سیستم $Fe-Fe_3C$ برای بیشتر آلیاژهای آهنی بجای دیاگرام تعادلی به کار می رود. مرزهای فازهای اشباع از آهن (α وδ وγ) تفاوت قابل توجهی در دیاگرام $Fe-Fe_3c$ و دیاگرام$Fe-C$ (گرافیت) ندارند. اما عناصر آلیاژی می توانند تاثیرات قابل توجهی بر تشکیل Fe_3C یا گرافیت داشته باشند که این امر بویژه در مورد چدن ها صادق است.
نقاط مهمی دیگری نیز روی دیاگرام فاز شکل 4 وجود دارند. نقطه 0/8 درصد کربن و دمای$725^{\circ}C$ به نام نقطه یوتکتوید (eutectoid point) موسوم است. نقطه یوتکتیک نیز (eutectic point) در 4/3 درصد کربن و دمای$1150^{\circ}C$ قرار دارد. یوتکتیک اهیمت فراوانی در مورد چدن ها دارد همانطور که یوتکتوید نقش مهمی برای فولادها بازی می کند.
فولادهای 0/8 درصد کربن به فولادهای یوتکتوید معروف هستند . فولادهایی با کربن کمتر، hypoeutectoid هستند و فولادهای با کربن بیشتر hyperutectoid هستند. بیشتر فولادها از نوع اول هستند. در حالت خاص فولادهای با درصد کربن کمتر از 0/15 به نام mild steel خوانده می شوند. در مورد عملیات حرارتی فولادها خط PN که دمای یوتکتوید خوانده می شود اهمیت فراوانی دارد و به دمای بحرانی پائینی یا دمایA_1 اشاره می کند. این خط اولین خط دگرگونی است که حین گرم کردن آهسته فولاد از دمای اتاق به آن می رسیم به بیان دیگر دمایی است که در آن در حین گرمایش آهسته، آستنیت شروع به تشکیل شدن می کند. خط GH دمایی را نشان می دهد که در آن آخرین فریت از فولاد hypoeutectoid در حین گرمایش ناپدید می شود و ساختار متشکل از آستنیت خواهد بود. این به دمایA_3 یا دمای بحرانی بالایی اشاره دارد. توجه داشته باشید که بر خلاف دمای A_1 ، دمای A_3 به میزان کربن فولاد بستگی دارد.
برای فولادهای hyperutectoid خط متناظر، خط HE است که دمای A_{cm} خوانده می شود و دمایی است که در آن در اثر گرم کردن، آخرین سمنتیت ناپدید می شود. دمای A_2 را دمای کوری (.Curi temp) فولاد می نامند.
دمای داده شده توسط خط JI ، کمترین دمایی است که فریت δ پایدار است و دمای A_4 نامیده می گردد.
دماهای دگرگونی در گرم کردن بیش از سرد کردن است و مقادیر این تفاوت با افزایش سرعت سرد کردن و گرم کردن بیشتر می شود. به همین دلیل آنها با دماهای A_r و A_c متمایز می شوند که r و c برگرفته از واژه های فرانسوی chauffage refroidissement به معنای سرد کردن و گرم کردن هستند.
اگر فولاد، ترکیب یوتکتوید (0/8 درصد کربن) داشته باشد و در ناحیه دمایی آستنیت در زمان کافی گرم شود تا 100 درصد آستنیت تشکیل شود (این عملیات حرارتی به آستنیته کردن موسوم است) و سپس به آن اجازه دهیم به آهستگی سرد شود، کاملا آستنیتی است تا دما به نقطه یوتکتوید ($725^{\circ}C$) می رسد. در این زمان تغییر فاز به مخلوطی دو فازی از فریت و سمنتیت صورت می پذیرد.
اگر مقادیر کربن فازها محاسبه شوند، روی دیاگرام فاز قابل مشاهده است که این دگرگونی یوتکتویدی شامل تغییر آستنیت با درصد کربن یکنواخت 0/8 درصد به فریت با کربن بسیار کم (0/025 درصد) و سمنتیت با کربن بالا (6/67 درصد) است .
مورفولوژی واقعی فازهای فریت و سمنتیت در فولاد یوتکتویدی به صورت لایه ای است. این ساختار لایه ای که در شکل 5 نشان داده شده است، پرلیت (pearlite) خوانده می شود. توجه نمایید که پرلیت فاز نیست بلکه از دو فاز فریت و سمنتیت تشکیل شده است.
نحوه تشکیل پرلیت در شکل 6 نشان داده شده است. ضخامت صفحات فریت و سمنتیت در پرلیت خواص مکانیکی فولاد را تحت تاثیر قرار می دهند. وقتی پرلیت تحت شرایط سرد کردن خیلی آهسته تشکیل شده باشد لایه های فریت و سمنتیت ضخیم تر از حالتی هستند که عمل سرد کردن به سرعت صورت گیرد به همین دلیل پرلیت می تواند ظریف یا خشن باشد. با پرلیت ظریف (fine pearlite) می توان استحکام بالاتر و انعطاف پذیری (ductility) کمتری را انتظار داشت.

این تنها یکی از مواردی است که سرعت سرد کردن روی ریز ساختار تاثیر می گذارد. در ادامه سعی خواهیم کرد جنبه های دیگری از عملیات حرارتی فولادها را بررسی کنیم.



شکل 5 پرلیت در فولاد پر کربن (بزرگنمایی 550 برابر)



شکل 6 چگونگی تشکیل پرلیت

عملیات حرارتی فولاد، تاثیر مقدار کربن و سرعت سرد کردن

عملیات حرارتی فولاد معمولا با گرم کردن فولاد در ناحیه دمایی تشکیل آستنیت و اجازه دادن به ساختار موجود برای تبدیل کامل به آستنیت آغاز می گردد. این فرآیند آستنیته کردن در محیط های مختلفی نظیر هوا، گاز خنثی ، خلاء یا حمام نمک انجام می شود. فولاد آستنیتی داغ سپس سرد می شود. این سرد شدن می تواند با سرعت های سریع (چند هزار درجه سانتیگراد در ثانیه بوسیله کوئنچ کردن در آب نمک) یا آهسته (چند درجه سانتیگراد در ساعت بوسیله سرد کردن در کوره) صورت پذیرد.

یاد آوری این مطلب مهم است که سرعت سرد کردن معمولا در سطح مقطع فولاد یکنواخت نیست بویژه در مورد سرد کردن سریع. درون مغز یک مقطع ضخیم فقط توسط مکانیسم انتقال حرارت به سطح خنک می شود که این مکانیسم بسیار آهسته صورت می گیرد.

اگر یک فولاد با ضخامت زیاد کوئنچ گردد، سرعت سرد شدن بیشتری در سطح فولاد نسبت به مغز آن وجود دارد و به همین دلیل سطح و مغز فولاد دارای خواص متفاوت و ریز ساختارهای متفاوتی خواهند بود. علاوه بر این تنش باقیمانده نیز در فولاد وجود خواهد داشت. تاثیرات

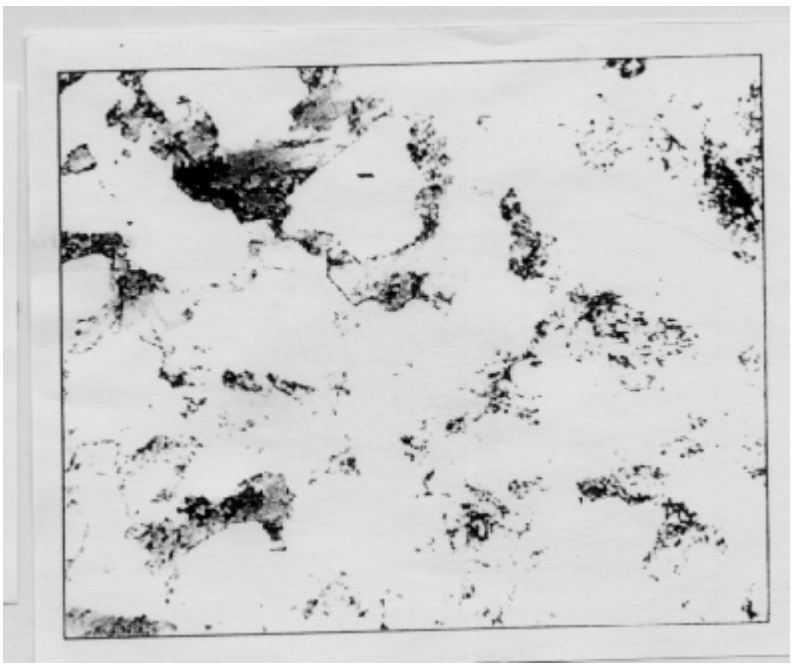
گفته شده ممکن است مفید یا مضر باشند. در ادامه سرد شدن یک مقطع نازک بررسی می گردد که فرض می شود سرعت سرد کردن در کل سطح مقطع ثابت است.

همانطور که در دیاگرام فاز پیش بینی می شود، در طول سرد کردن آستنیت ناپایدار می شود و به ریز ساختار دیگری تبدیل می شود که ویژگی آن ساختار بستگی به شرایط آستنیته کردن، مقدار کربن و سرعت سرد کردن دارد. همچنین ممکن است به دلیل حضور سایر عناصر آلیاژی، تاثیراتی ایجاد شود که در زیر به آن می پردازیم.

یک فولاد هایپویوتکتوید (مثلا با 0/4 درصد کربن) را در نظر بگیرید که از دمایی که آستنیت پایدار است به صورت آهسته سرد می شود. باید به این نکته توجه داشت برای آستنیته کردن به زمان نیاز است که این زمان به ضخامت قطعه بستگی دارد و اکثرا به ازاء هر اینچ ضخامت، یک ساعت در نظر گرفته می شود.

هر چه دمای آستنیته کردن نسبت به دمای A_3 بیشتر باشد (برای فولاد با 0/4 درصد کربن دمای A_3 حدود $820^{\circ}C$ است) و هر چه زمان نگهداری در دمای آستنیته کردن بیشتر باشد، اندازه دانه آستنیت بزرگتر خواهد بود . رشد دانه آستنیت اثر مخربی بر خواص مکانیکی دارد و به همین دلیل آستنیته کردن معمولا بیشتر از $60^{\circ}C$ بالای A_3 انجام نمی شود. حین سرد کردن آهسته از دمای آستنیته کردن، هیچ تغییری تا دمای A_3 بوجود نمی آید. زمانی که به A_3 می رسیم آستنیت fcc شروع به تبدیل شدن به فریت bcc می کند. این تغییر با جوانه زنی و رشد دانه های فریت در مرز دانه های آستنیت آغاز می گردد. همینطور که سرد شدن از A_3 به سمت A_1 ادامه می یابد، دگرگونی آستنیت به فریت با جوانه زنی و رشد دانه های جدید فریت ادامه می یابد. این فریت که در دمای بالای اوتکتوید تشکیل شده است، فریت Proeutectoid نامیده می شود. از آنجا که فریت مقدار بسیار کمی کربن (حداکثر 0/025 درصد) دارد، میزان کربن آستنیت باقیمانده (که دچار دگرگونی نشده است) مرتبا با جایگزینی آستنیت توسط فریت، افزایش می یابد. در این زمان که دما درست بالای دمای A_1 رسیده است، آنقدر فریت تشکیل شده است که میزان کربن آستنیت باقیمانده به 0/8 درصد رسیده است که همان ترکیب یوتکتوید است .

با کاهش بیشتر دما تا زیر A_1 ، آستنیت تبدیل نشده ناپایدار گردیده و به پرلیت تبدیل می گردد. در این هنگام ریز ساختار مخلوطی از فریت و پرلیت است. این ریز ساختار در شکل7 نمایش داده شده است که در آن نواحی سفید رنگ، فریت پرویوتکتوید و نواحی تیره، پرلیت است.



شکل 7 ساختار فولاد هایپریوتکتوید متشکل از فریت پرویوتکتوید و پرلیت

ادامه سرد کردن از دمای A_1 تا دمای محیط تغییرات فازی بیشتری را ایجاد نخواهد کرد. مقادیر وزنی فریت و سمنتیت به طور نسبی در ساختار نهایی فولاد با 0/4 درصد کربن را می توان با توجه به پیش بینی دیاگرام فاز متشکل از 94 بخش فریت و 6 بخش سمنتیت دانست. مقادیر نسبی پرلیت و فریت پرویوتکتوید را می توان به شکل مشابه با در نظر گرفتن این نکته که آن مقادیر همان مقادیر نسبی آستنیت و فریت درست بالای دمای A_1 هستند، تخمین زد (حدودا مقادیری یکسان دارند)

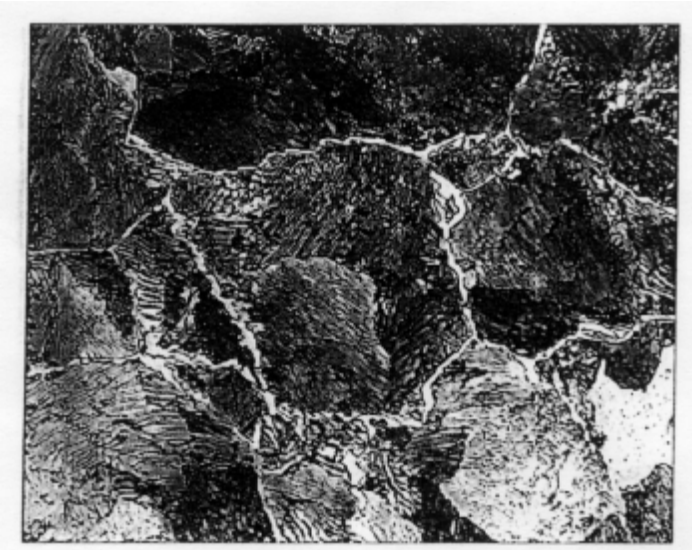
سرد کردن آهسته فولاد هایپویوتکتوید که درصد کربن آن کمتر از 0/4 است، ریز ساختاری شامل فریت پرویوتکتوید بیشتر و پرلیت کمتر نسبت به فولاد 0/4 درصد کربن خواهد داشت. به همین ترتیب، ریز ساختار فولادهایی که درصد کربن آنها بین 0/4 و 0/8 (ترکیب یوتکتوید) باشد، شامل پرلیت بیشتر از فریت پرویوتکتوید خواهد بود.

اگر سرعت سرد کردن سریعتر از مثالهای بالا باشد، به دلیل عدم وجود زمان کافی جهت فرآیند نفوذ برای رسیدن به تعادل کامل، نتایج متفاوتی خواهیم داشت. یکی از آنها این است که فریت پرویوتکتوید که بالای دمای A_1 تشکیل می شود در مرز دانه های آستنیت به صورت دانه های بزرگ رشد نمی کند. بجای آن پس از جوانه زنی روی مرز دانه های آستنیت، با شکل های مختلفی در داخل آستنیت رشد می کند . یکی از مورفولوژی های معمول فریت پرویوتکتوید شامل صفحات فریت است که به داخل دانه های آستنتیت در جهات مختلف رشد کرده اند. این مورفولوژی که نخستین بار در آهن شهاب سنگی مشاهده گردید، به فریت وید منشتاتن (Widmanstaten) موسوم است.

تاثیر دیگر سرد کردن سریع این است که پرلیت در دمای خیلی پائینتر از A_1 تشکیل می گردد که لایه های فریت وسمنتیت در آن نازکتر است و پرلیت ظریف می شود.

فولادهای هایپریوتکتوید در سرد کردن آهسته همان رفتار فولادهای هایپویوتکتوید را نشان می دهند اما با چند تفاوت. برای آستنیته کردن کامل لازم است عمل آستنیته کردن بالای دمای A_{cm} انجام شود. فاز پرویوتکتویدی که حین سرد کردن بین A_{cm} و A_1 تشکیل می شود، سمنتیت است که در مرز دانه های آستنیت رسوب کرده است، هنگامی که دما به A_1 می رسد، آنقدر سمنتیت پرویوتکتوید تشکیل شده است که میزان کربن آستنیت را به 0/8 درصد برساند.

بنابراین زمانی که دما به زیر A_1 می رسد، آستنیت باقیمانده به پرلیت تبدیل می گردد. از آنجایی که زیر دمای A_1 ، تغییر فازی نداریم، ریز ساختار نهایی در دمای محیط شامل پرلیت با شبکه ای از سمنتیت (پرویوتکتوید) در مرزدانه های اولیه آستنیت است. شکل 8 این ساختار را نمایش می دهد. دیاگرام فاز نشان می دهد که برای نوعی از فولاد پر کربن که حدود 1 درصد کربن دارد، مقدار کل سمنتیت پرویوتکتوید، اندک است (بعبارت دیگر بسیار کمتر از فریت پرویوتکتوید در یک فولاد هایپویوتکتوید)



شکل 8 فولاد هایپویوتکتوید که ساختار آن شامل پرلیت و شبکه ای از سمنتیت (پرویوتکتوید) در مرزدانه های آستنیت اولیه است.

مثال های بالا اهمیت دیاگرام فاز آهن – کاربید آهن در پیش بینی تغییرات ریز ساختار و در نتیجه تغییر خواص فولادها را به هنگام عملیات حرارتی نشان می دهد. خاطر نشان می گردد که محدودیت هایی نیز در استفاده از دیاگرام وجود دارد. به عنوان مثال وجود عناصر آلیاژی باعث جابجا شدن (Shifting) موقعیت برخی از خطوط دیاگرام بسته به نوع و مقدار عنصر آلیاژی خواهد شد.
علاوه بر این، همانطور که قبلا نیز ذکر شد، سریع گرم کردن یا سرد کردن سریع نظیر آنچه در جوشکاری یا کوئنچ کردن اتفاق می افتد باعث می شود دگرگونی فازها به تاخیر بیفتد، جابجا شود یا به دلیل عدم وجود زمان کافی، اتفاق نیفتد.
تاثیر سرعت سرد کردن بیشتر از نمونه های قبلی را در اینجا بررسی می کنیم. آهسته ترین سرعت سرد کردن، سرد کردن در کوره است که در دمای مورد نظر کوره خاموش شده و اجازه داده می شود تا کل سیستم به دمای محیط برسد. پس از این روش سرد کردن در هواست که اقتصادی تر است یعنی قطعه از کوره خارج شده و در هوا سرد می شود.
سرعت سرد کردن بیشتر با کوئنچ کردن فولاد بدست می آید یعنی قطعه از کوره خارج شده و بلافاصله در یک محیط سرد با ضریب انتقال حرارت خاص غوطه ور می شود.
این محیط ها به ترتیب قدرت سرد کنندگی عبارتند از : روغن ، آب و آب نمک . در ضمن دامنه وسیعی از مواد شیمیایی (بویژه پلیمرها) وجود دارند که به آب اضافه شده و سرعت سرد کردن را افزایش یا کاهش می دهند. محیط سرد کننده باید به هم زده شود (تلاطم) تا سرد شدن بصورت یکنواخت انجام شود. قدرت سرد کنندگی محیط های کوئنچ را بوسیله عدد H نشان می دهند که برای آب ساکن 1 ، برای روغن ساکن 0/25 و برای آب نمک متلاطم 5 است. معمولا ازکمترین سرعت سرد کردن در دامنه مورد نظر برای رسیدن به ریز ساختار مطلوب استفاده می گردد چون افزایش سرعت سرد کردن باعث افزایش میزان تنش باقیمانده و افزایش احتمال اعوجاج یا ترک خوردن قطعه خواهد شد.
برخی از تاثیرات افزایش سرعت سرد کردن بر تشکیل ساختار فریتی – پرلیتی قبلا مورد بحث قرار گرفت که تحت نام مورفولوژی های مختلف فریت پرویوتکتوید و نیز ظریفتر شدن پرلیت به آنها اشاره شد. حال اگر سرعت سرد کردن باز هم افزایش یابد زمانی کافی برای نفوذ اتمها که شرط لازم برای تشکیل پرلیت است، وجود نخواهد داشت. در نتیجه، ریز ساختار بجای پرلیت شامل اجزاء دیگری خواهد بود که بینیت (bainite) و مارتنزیت (martensite) هستند. این دو اجزائی غیر تعادلی هستند و به همین دلیل است که شما آنها را در دیاگرام فاز (تعادلی) نمی بینید . در مورد بینیت بخشی از فرآیند تشکیل بر اساس نفوذ اتمی است و در مورد مارتنزیت نفوذ اتمی هیچ نقشی ندارد.

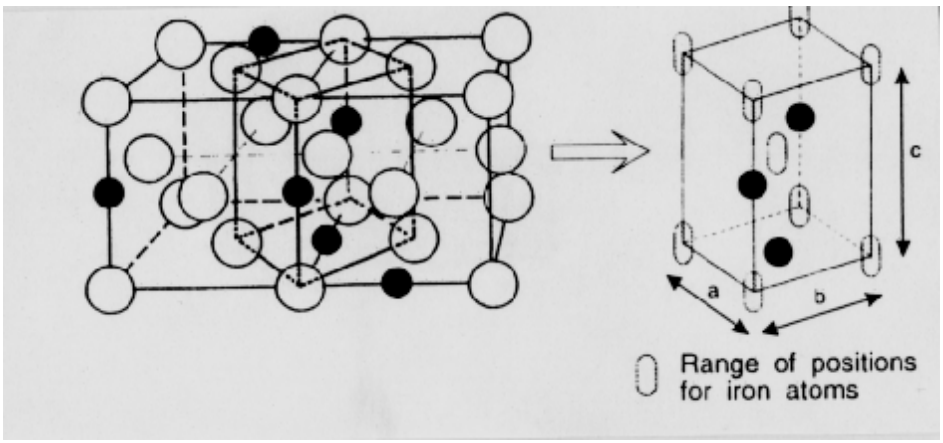
تشکیل بینیت

بینیت در دامنه دمایی زیر$^{\circ}C$ 535 و بالای یک دمای بحرانی (که دمای M_s نامیده می شود و بعدا درباره آن صحبت می کنیم) که بستگی به میزان کربن دارد و حدود $^{\circ}C$ 275 برای فولاد یوتکتوید است از آستنیت شروع به تشکیل شدن می کند. بینیت شبیه پرلیت، مخلوطی از فریت و کاربید آهن است اما مورفولوژی آن با پرلیت متفاوت است چون تشکیل آن بوسیله نفوذ اتمی و نیز یک فرآیند غیر نفوذی (برش) است .
این ویژگی باعث می شود تا بینیت در سرعتهای سرد کردن سریع تر از مربوط به تشکیل پرلیت، بوجود آید. علاوه براین جزئیات فرآیند تشکیل بینیت قویا به دمای دگرگونی آستنیت بستگی دارد. در دماهای دگرگونی در بخش بالایی دامنه تشکیل بینیت، بینیت بالایی (upper bainite) تشکیل می گردد. این نوع، حالتی پر شکل دارد. بینیت پائینی (lower bainite) که در دماهای کمتر تشکیل می شود ، سوزنی شکل است. این دو نوع بینیت در خواص مکانیکی با هم تفاوت دارند. در دماهای پائین، فولاد بینیتی ، سخت تر، مستحکم تر و قابل انعطاف تر از فولاد فریتی – پرلیتی یا پرلیتی است. متاسفانه تشخیص بینیت بالایی و پائینی، یا بینیت بالایی و پرلیت ظریف یا تشخیص بینیت پائینی و مارتنزیت توسط میکروسکوپ نوری بسیار دشوار است. در این موارد بهره گرفتن از میکروسکوپ الکترونی راهگشا خواهد بود.

تشکیل مارتنزیت

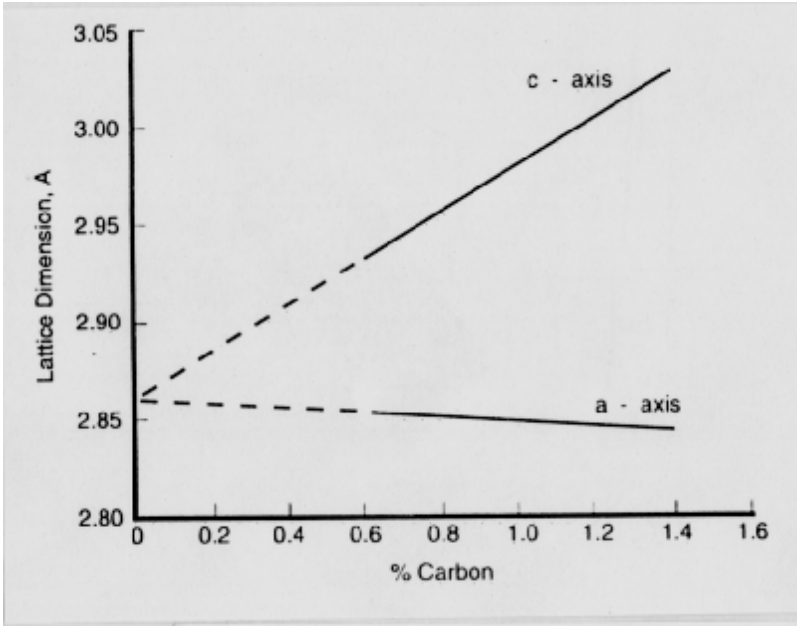
اگر سرعت سرد کردن بسیار زیاد باشد دگرگونی به وسیله نفوذ کنترل شده به منظور تبدیل آستنیت به فریت، پرلیت و یا حتی بینیت امکان پذیر نخواهد بود. بجای آن، آستنیت آنقدر ناپایدار خواهد شد که ساختمان بلوری آن توسط دگرگونی غیر نفوذی برشی تغییر می کند. در این

دگرگونی مجموعه ای از اتمها به طور همزمان در یک فاصله کوتاه جابجا می شوند. محصول این دگرگونی، مارتنزیت است که فـازی نیمـه پایدار بوده و شبیه بینیت به دلیل عدم تشکیل در شرایط تعادلی، در دیاگرام فاز مشاهده نمی شود. ساختمان مارتنزیـت اساسـا نتیجـه تغییـر فولاد fcc (آستنیت) به bcc (فریت) است. فرآیندی که به دلیل وجود مقادیر زیادی کربن در آستنیت که بسیار بیشتر از حد انحلال بـسیار کم کربن در فریت است، انجام نمی شود. این مقدار کربن فوق اشباع از تـشکیل یـک سـاختار واقعـی bcc جلـوگیری مـی کنـد. سـاختار مارتنزیت را می توان شبیه bcc دانست که بخاطر جبران وجود کربن اضافی که در موقعیت های بین نشین حبس شده است، این bcc بـه مقدار زیادی دچار اعوجاج (پیچش) شده است. در نتیجه، مارتنزیت ساختمان بلوری مرکز دار اما نه بصورت مکعبـی دارد بـه عبـارت دیگـر شبیه شکل9 ساختار، تتراگونال مرکز دار bct (body-centered tetragonal) است.



شکل 9 دگرگونی آستنیت (fcc) به مارتنزیت (bct)

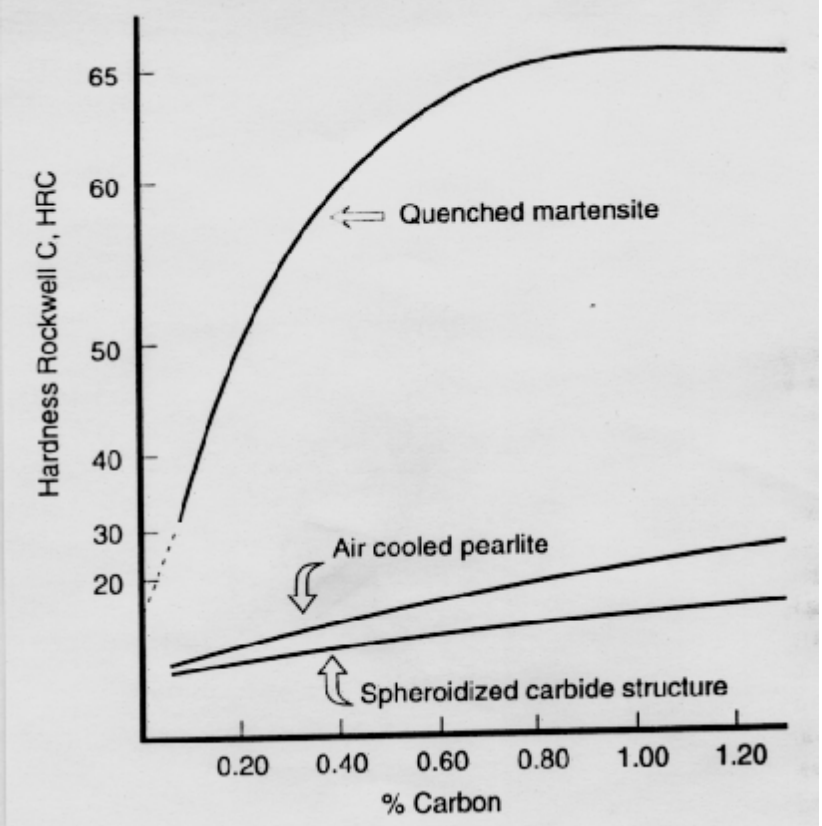
اعوجاج زیاد ساختار بلوری ونیز تنش باقیمانده حاصل از آن باعث سختی و استحکام بالای مارتنزیت و انعطاف پذیری و چقرمگی پـائین آن می شود. همانطور که در شکل10 نشان داده شده است، میزان اعوجاج بستگی به مقدار کربن دارد.
چون هر چه فولاد دارای کربن بالاتری باشد میزان کربن محبوس شده در مارتنزیت نیز بیشتر است.



شکل 10 تاثیر اعوجاج روی ساختار bct به دلیل میزان کربن

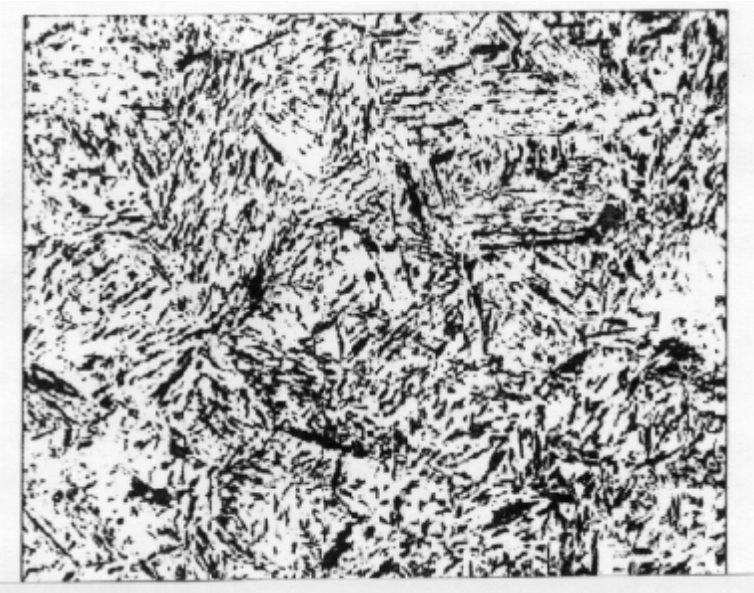
محور a و محور c در شکل 9-4 معرفی شده اند.

همین مسئله باعث می گردد تا سختی مارتنزیت مستقیما متناسب با میزان کربن باشد (در کربن 0/8 درصد این میزان به حداکثر خـود مـی رسد). این مطلب در شکل 11نمایش داده شده است.



شکل11تاثیر کربن بر سختی مارتنزیت

به دلیل کرنشهای زیادی که در دگرگونی مارتنزیتی وجود دارد، مارتنزیت در صفحات یا لایه های کوچکی درون دانه های آستنیت تشکیل مـی شـود. شـکل ظـاهری ایـن ریـز سـاختار اغلـب بـه صـورت سـوزنی (needle-like-acicular) توصیف می شود همانطور که این ریز ساختاردر شکل 12 آمده است. بررسی های دقیق تر نشان داده است که شکل ظاهری مارتنزیت بستگی به میزان کربن دارد به طوری که مارتنزیت پر کربن بشقابی شکل و مارتنزیت کم کربن سـوزنی شـکل است . در مقادیر کربن متوسط هر دو شکل مشاهده می شوند.



شکل 12 مارتنزیت سوزنی شکل (بزرگنمایی 475 برابر)

همانطور که در بالا اشاره شد، به منظور تشکیل مارتنزیت، آستنیت باید به دمایی پائین با سرعت سرد کردن سریعی که مانع از تشکیل فریت، پرلیت و بینیت شود، آورده شود. بنابر این یک سرعت سرد کردن بحرانی وجود دارد که باید سرعت سرد کردن بیشتر از آن باشد تا مارتنزیت تشکیل شود. اگر سرعت سرد کردن اندکی کمتر از آن باشد مخلوطی از مارتنزیت و سایر محصولات تغییر فاز نیافته نظیر پرلیت، تشکیل می گردد. هر چه میزان کربن بیشتر باشد، نفوذ کربن بیشتری نیاز است تا با فرآیندهای نفوذی، فریت، پرلیت یا بینیت تشکیل شود به همین دلیل مارتنزیت در فولادهای با کربن بالاتر با سهولت بیشتری تشکیل می گردد به بیان ساده تر دمای بحرانی تشکیل مارتنزیت برای فولادهای با کربن بیشتر، کاهش می یابد.

در فولادهای کم کربن، حتی با سرعت های سرد کردن زیاد هم تشکیل مارتنزیت بسیار دشوار است. این موضوع به ویژه در مورد مقاطع ضخیم خود را بیشتر نشان می دهد چون در مغز مقاطع ضخیم، سرد شدن به اندازه کافی سریع نیست.

هنگام سرد کردن سریع آستنیت، مارتنزیت زمانی شروع به تشکیل شدن می کند که آستنیت به دمای پائین رسیده باشد که به آن دما ، دمای شروع مارتنزیت یا دمای Ms اطلاق می شود.

دگرگونی آستنیت به مارتنزیت کامل نخواهد شد مگر دما باز هم کاهش یابد که به آن دمای پایان مارتنزیت یا M_f گفته می شود. از آنجایی که مارتنزیت های با کربن بیشتر به همان نسبت بیشتر دچار اعوجاج (پیچش) می شوند، آستنیت با کربن بالا باید تا دماهای بیشتری زیر دمای یوتکتوید سرد شود .

به عبارت دیگر تا دمای پایین تری سرد شوند تا ناپایداری کافی ایجاد گردد و مارتنزیت تشکیل شود0به همین دلیل دماهای M_s و M_f با افزایش میزان کربن فولاد کاهش می یابند0عناصر آلیاژی (به جز کبالت)دماهای M_s و M_f را کاهش می دهند0دمای M_f برای فولاد های کم کربن و کربن متوسط می تواند کمتر از دمای محیط باشد و به همین دلیل اگر این نوع فولاد ها آستنیته شده و تا دمای محیط کوئنچ شوند،ساختار نهایی آنها مخلوطی از مارتنزیت و آستنیت باقیمانده خواهد بود.این آستنیت باقیمانده میتواند باعث کاهش استحکام مکانیکی شود. آستنیت باقیمانده معمولا نا مطلوب تلقی می شود چون در حین عملیات حرارتی بعدی یا حتی حین سرویس ممکن است با تبدیل به مارتنزیت که ترد است، باعث بروز مشکلاتی گردد.

مارتنزیت تمپر شده

اگر چه مارتنزیت، بسیار مستحکم، سخت و مقاوم به سایش است اما به تبع آن چقرمگی و داکتیلیتی (چکش خواری) کمی دارد.به همین دلیل شکست ترد مارتنزیت به راحتی ممکن است اتفاق بیفتد.بنابر این فولادی که تمام مقطع آن به مارتنزیت تبدیل شده نمی تواند فولاد مناسبی برای کاربرد های مهندسی باشد.در حقیقت یک لایه سطحی مارتنزیت روی فلز پایه فریتی – پرلیتی خواص مناسبتری به ما می

دهد.حتی می توان مارتنزیت را توسط تمپر کردن عملیات حرارتی کرد تا به ریز ساختار مارتنزیت تمپر شده با خواصی مناسب بـرای کـاربرد های صنعتی دست یافت. تمپر کردن اجازه می دهد کربن نفوذ محدودی در ساختار bct مارتنزیت داشته باشد و تغییر ساختار اندکی رخ دهد (تشکیل کاربید بصورت محدود). این تغییر باعث کاهش اعوجاج(پیچش)و نیز کاهش تـنش داخلـی مارتنزیـت شـده و چقرمگـی و انعطـاف پذیری را افزایش می دهد. میزان تمپر شدن و تغییرات خواص مکانیکی با کنترل دما و زمان تمپر شدن، انجام می پذیرد.یعنی تعـادلی بـین استحکام و انعطاف پذیری ایجاد می گردد.

سختی پذیری

باید تفاوت بین سختی (hardness)و سختی پذیری (hardenability)روشن شود.سختی طبق تعریف مقاومت جسم در برابر فرو رفتن یک فرو رونده در شرایط استاندارد نظیر سختی سنجی به روش راکول یا ویکرز یا برینل است. سختی فولاد به وسیله ترکیب شیمیایی و ریز ساختارش تعیین می گردد. سختی پذیری، قابلیت فولاد را برای سخت شدن نشان می دهد.به عبارت دیگر تا چه عمقی مارتنزیت تشکیل می شود. فولاد هایی که سختی پذیری اندکی دارند آنهایی هستند که هنگام کوئنچ شدن آنها فقط یک لایه نازک مارتنزیت تشکیل می شود.

اطلاعاتی درباره عناصر آلیاژی و عناصر همراه

بین عناصر آلیاژی از این نظر که آیا آنها کاربیدساز، پایدار کننده آستنیت و یا پایدار کننده فریت هستند و یا هدف خاصی دیگری را برآورده می کنند، می توان تمایز قائل شد. هر عنصر آلیاژی، متناسب با مقدار اضافه شده، خواص ویژه ای را در فولاد ایجاد می کند. استفاده همزمان از چند نوع عنصر آلیاژی متفاوت، خواص ایجاد شده در فولاد را می تواند تشدید کند و یا ممکن است تاثیر تک تک آن عناصر به تنهایی تضعیف شده ویا حتی بی اثر گردد.
جدول زیر تاثیر عناصر آلیاژی را در فولادها نشان می دهد.

	سختی	استحکام کششی	تنش تسلیم	ازدیاد طول نسبی	کاهش سطح مقطع	انرژی ضربه	استحکام دمای بالا	مقاومت سایشی	قابلیت آهنگری	قابلیت ماشینکاری	مقاومت خوردگی
سیلیسیم (Si)	+	+	2+	-	≈	-	+	3-	-	-	?
منگنز(Mn) در فولادهای پرلیتی	+	+	+	≈	≈	≈	≈	2-	+	-	?
منگنز(Mn) در فولادهای آستنیتی	3-	+	-	3+	≈	?	?	?	3-	3-	?
کرم(Cr)	2+	2+	2+	-	-	-	+	+	-	?	3+
نیکل(Ni) در فولادهای پرلیتی	+	+	+	≈	≈	≈	+	2-	-	-	?
نیکل(Ni) در فولادهای آستنیتی	2-	+	-	3+	2+	3+	3+	?	3-	3-	2+
آلومینیوم(Al)	?	?	?	?	-	-	?	?	2-	?	?
تنگستن(W)	+	+	+	-	-	≈	3+	3+	2-	2-	?
وانادیم(V)	+	+	+	≈	≈	+	2+	2+	+	?	+
کبالت(Co)	+	+	+	-	-	-	2+	3+	-	≈	?
مولیبدن(Mo)	+	+	+	-	-	+	2+	2+	-	2+	?
مس(Cu)	+	+	2+	≈	≈	≈	+	?	≈	≈	+
گوگرد(S)	?	?	?	-	-	-	?	?	3+	?	-
فسفر(P)	+	+	+	-	-	3-	?	?	2+	?	?

≈ : تقریبا بدون تاثیر + : افزایش خواص - : کاهش خواص ? : تاثیر نامشخص اعداد : شدت افزایش و کاهش

مراجع

1-The Metals Black Book, Ferrous Metals, Vol. 1, 2nd ed., CASTI Publishing Inc., 1995
2- M.Kutz, Handbook of Materials Selection, John Wiley & Sons, New York, 2002

فصل سوم

آشنایی با استاندارد و انواع آن

استاندارد چیست ؟

استاندارد نظمی است مبتنی بر نتایج استوار علوم، فنون و تجارب بشری در رشته ای از فعالیتهای عمومی که بصورت قواعد، مقررات و نظام نامه به منظور ایجاد هماهنگی و وحدت رویه، توسعه تفاهم، تسهیل ارتباطات، صرفه جویی در اقتصاد، حفظ سلامت و گسترش مبادلات بازرگانی داخلی و خارجی بکار می رود، به بیان کلی استاندارد به معنای قانون، قاعده، اصل و ضابطه آورده شده است. تعاریف دیگری نیز از استاندارد وجود دارد که عبارتند از:

1- استاندارد به معنای کلی عبارت است از هر نوع نظم ثابتی که در مجاری امور پدیده ها جاری باشد.

2- استاندارد به معنای هر معیار و مقیاسی است که با آن بتوان کیفیت و کمیت اموری را مورد سنجش قرارداد.

3- استاندارد عبارت است از پیشنهاد و یا تعیین یک مجموعه از شرایط یا عوامل انتخاب شده، که در اثر همکاری طرفهای ذینفع یا در نتیجه اختیارات اشخاص مسؤل حاصل شده باشد.

4- استاندارد یک راه حل دائمی برای یک مشکل تکراری است.

5- استاندارد نتیجه کوششی است برای یکسان کردن مواردی که از سوی مقامات ذیصلاح پذیرفته شده باشد.

6- استاندارد نوشته ایست شامل مجوعه ای از شرایط که باید عملی شوند.

7- استاندارد کردن یعنی تنظیم و کاربرد قواعدی برای یک اقدام منظم درباره فعالیتی خاص برای منفعت همه آنهائی که ذیربط هستند.

8- استاندارد حاصل کوشش خاصی است در امر یکسان سازی اموری که از تصویب یک مقام شناخته شده گذشته باشد.

9- استاندارد هماهنگی منظم و پیوسته اصولی است که در کتابچه هائی نوشته شده و یا به نحو اختیاری مورد پذیرش یک انجمن یا سازمان معین واقع شده است.

11- در تعریف استانکو (ISO Committee on Standardization Principles: STANCO کمیته ثابت اصول علمی استاندارد وابسته به ISO) استاندارد یعنی نوشته هایی که محتوای آن حاکی از راه حل انجام دادن یک عملیات فنی تکراری است.

12- استاندارد یعنی انتخاب.

استاندارد در تاریخ

مفهوم استاندارد مربوط به ماقبل تاریخ است. اصولا" انسان بدون استاندارد نمی تواند بصورت اجتماعی زندگی کند. مصنوعات دست بشر نیز در هر دوره و زمان از نظر شکل، طرح، رنگ و سایر خصوصیات دارای نظم و استاندارد خاصی بوده اند و با پیشرفت دانش و تجربه انسان همواره هماهنگی داشته اند. نگاهی به آثار تخت جمشید و پاسارگاد نشان می دهد که باید استاندارد طول مشخص در آن زمان وجود داشته باشد که هم اکنون باستانشناسان در پی محاسبه آن استاندارد طول هستند. همین وضع را در آثار تاریخی یونان قدیم و مصر باستان نیز می توان مشاهده کرد. بطور مثال اگر به قطعات سنگ بناهای اهرام مصر دقت کنیم، متوجه خواهیم شد که ابعاد آنها بطور شگفت انگیزی استاندارد شده است و با دقت تمام با یکدیگر جفت گردیده اند و هیچ شکاف و درزی در بین آنها دیده نمی شود. این دقت حتی با استانداردهای صنعتی مدرن نیز قابل تحسین است.

استاندارد از سپیده دم پیدایش تا روزگاری که ما در آن زندگی می کنیم راه درازی را پیموده است. برای آشنایی با سیر تحول استاندارد بد نیست نگاهی به تاریخچه اندازه گیری بیندازیم زیرا به نظر می رسد که اولین استاندارد کردن در مورد اندازه گیری صورت گرفته باشد چون می توان اندازه گیری را به عنوان یکی از قدیمی ترین علوم به حساب آورد. درباره اهمیت اندازه گیری سخنان بسیاری گفته شده است از جمله :

" اعتقاد من بر این است که هر گاه بتوان آنچه را در باره اش صحبت می کنیم اندازه گرفته و آن را با اعداد و ارقام نمایش دهیم آنگاه می توانیم ادعا کنیم که چیزی در آن خصوص می دانیم. در غیر این صورت آگاهی ما از مطلب ناقص بوده و در آن مورد تا مرحله علم نتوانسته ایم پیشرفت نمائیم." لرد کلوین

" آنچه را قابل شمردن است، بشمار، آنچه را که قابل اندازه گیری است، اندازه گیری کن و آنچه را که قابل اندازه گیری نیست، قابل اندازه گیری کن " گالیله

" آنچه را که نمی توان اندازه گیری کرد، نمی توان مدیریت نمود" تام دو مارکو

" علم از جائی آغاز می شود که اندازه گیری شروع می شود." مندلیف

تاریخچه اندازه گیری

سابقه اندازه گیری به عهد باستان بر می گردد و می توان آن را به عنوان یکی از قدیمی ترین علوم به حساب آورد.
قدیمی ترین تمدن از منطقه بین النهرین که دره حاصلخیزی بین رودخانه های دجله و فرات بوده، آغاز گردید. در آن زمان آشنایی با پدیده کشاورزی باعث شد انسانها از شکار به سمت کشت و زرع رو آورند که این امر موجب پیدایش شهر و شهر نشینی و نهایتا" گسترش تجارت و داد و ستد و بازرگانی شد. بنابراین واحدهایی برای سنجش کمیت های مورد نیاز زندگی بشر مطرح شد و از جمله واحدهایی برای اندازه گیری طول پارچه، توزین موادغذایی، واحد پولی برای مبادله به هنگام داد و ستد و واحد زمانی برای اندازه گیری یک روز کاری و نحوه پرداخت دستمزد و نیز محاسبه باج و خراج و مالیتهای مورد نیاز دولتها مشخص گردید.
اولین قدم در توسعه و رشد سیستم اندازه گیری در زمان حکومت امپراتور بابل برداشته شد. بعد از آن مردمان مصر باستان که در اطراف دره حاصلخیز نیل زندگی می کردند اولین افرادی بودند که سیستم اندازه گیری و کالیبراسیون را با استفاده از استانداردهای به هم پیوسته (linear) برقرار کردند. آنها کالیبراسیون را این گونه تعریف می کردند: مقایسه یک شئی با یک استاندارد شناخته شده.
در 2900 سال قبل از میلاد فاروق خوفا (Pharach Khufa)فرعون مصر تصمیم به ساختن یک هرم برای آرامگاهش گرفت و برای حصول اطمینان از صحت ساخت آن مقیاسی به نام کیوبیت (Cubit) ساخت که طول آن برابر با مقدار فاصله آرنج تا نوک انگشتان دست بود. کیوبیت سلطنتی مصر از سنگ گرانیت سیاه بود که تقسیمات آن به اندازه عرض انگشت بود و در قصر فاروق به عنوان استاندارد اولیه نگهداری می شد. کیوبیت دیگر از گرانیت خاکستری بود که به عنوان استاندارد ثانویه در ساخت بنا مورد استفاده قرار می گرفت. با همین تمهیدات بود که گفته می شود راس وجوه اهرام مصر فقط 15 دقیقه خطا داشته است.
از قدیمی ترین آثاری که در مورد اوزان به دست آمده است، می توان به وزنه های استاندارد که به دستور داریوش اول ساخته شده اند، اشاره نمود. این وزنه ها بر اساس واحدی به نام کرشه(karsha) ساخته می شد که هر کرشه معادل 83,3 گرم بوده است. چهار نمونه از این وزنه ها در موزه های داخل و خارج از کشور وجود دارند. ورنه ای که در ایران موجود است معادل 120 کرشه است.
در دوران تسلط رومیان بر انگلستان بعد از میلاد، انگلیسی ها با سیستم اندازه گیری رومیان آشنا شدند و هنوز هم برخی از آنها به کار می برند. آنها از واحدی تحت عنوان Libra که برابر یک پوند بود، برای اندازه گیری وزن استفاده می کردند. در قرن 12 میلادی هنری اول اندازه پای خود را معیاری برای یک پا و یک یارد را برابر با فاصله بین نوک بینی تا انگشت شصت خود اعلام کرد.
در سال 1324 میلادی هنری دوم طول سه دانه جو را برابر با یک اینچ اعلام کرد. (تعریف دقیق این بود: یک اینچ عبارت است از طول سه دانه جو خشک شده با شکل طبیعی که در یک امتداد و سر به سر قرار داشته باشند). در قرن هفدهم، گالیله بارومتر اولیه ، ترمومتر و تلسکوپ را اختراع کرد. با همه این پیشرفتها، جامعه علمی و تولید کنندگان به علت عدم وجود استانداردهای مرجع دچار مشکلات زیادی بودند و به دلیل عدم وجود این عامل کنترل کننده، هر کشوری سیستم اندازه گیری و اصطلاحات خاص خود را به کار می برد.
در اوائل قرن 18 جیمزوات مخترع اسکاتلندی پیشنهاد نمود تا دانشمندان جهان دور هم جمع شده، یک سیستم جهانی واحد برای اندازه گیری ها به وجود آورند. به دنبال این پیشنهاد گروهی از دانشمندان فرانسوی برای به وجود آوردن سیستم متریک وارد عمل شدند و سیستم پایه ای را که دارای دو استاندارد یکی متر برای واحد طول و دیگری کیلوگرم برای وزن بود، به وجود آورند. در این زمان ثانیه را به عنوان استاندارد زمان و ترموسانتیگراد را به عنوان استاندارد درجه حرارت مورد استفاده قرار می دادند.
در سال 1875 میلادی دانشمندان و متخصصان جهان در پاریس برای امضاء قراردادی به نام پیمان جهانی متریک (International metric convention)دور هم گرد آمدند. این قرارداد زمینه را برای ایجاد دفتر بین المللی اوزان و مقیاسها در سور (Sevres)فرانسه آماده کرد. این موسسه هنوز به عنوان یک منبع و مرجع جهانی استاندارد پا برجاست.
در یک بررسی اجمالی مشخص خواهد شد که استانداردهای عمده در عهد باستان و قرون گذشته به طور کلی قبل از رنسانس که جنبه عمومی داشته و نیاز به آن بیشتر از موارد دیگر احساس شده است استانداردهای اوزان و مقیاسها می باشد. اما پس از عصر رنسانس با توجه به تحول بنیادی در طرز تفکر اجتماعی و رشد اختراعات و تولیدات صنعتی (انقلاب صنعتی) استانداردهای صنعتی نیز به وجود آمد. یکی از قدیمی ترین و اساسی ترین اصل استاندارد که در استانداردهای کنونی بدان توجه شده است و در حال حاضر نیز به عنوان اولین اصل استاندارد کردن مطرح است اصل کاهش انواع و در کنار آن اصل تعویض پذیری است. به طوری که همین اصل موجبات تولید انبوه و زنجیره ای را فراهم نموده است. در گذشته هر تولید کننده یا صنعتگری با توجه به ابزارهای ابتدایی و میراث نیاکان خود محصولاتی با شکل و طرح و ابعاد متفاوت می ساخت اما امروزه با منسجم شدن تولید، محصولاتی با ویژگیهای یکسان تولید می گردد.

از پیشگامان اصل کاهش انواع و تعویض پذیری می توان به یک آمریکایی به نام الی ویتنی اشاره کرد. این شخص در سال 1793 برای نخستین بار تفنگ سر پری را طراحی کرد که دارای قسمتهای قابل تعویض بود و در واقع پایه تولید انبوه را فراهم آورد. همچنین در انگلستان در سال 1841 شخصی به نام جورج ویتورث بر اساس ارتفاع، عمق و تعداد دنده در هر اینچ نظام مخصوصی را برای انواع دنده های پیچ و مهره به وجود آورد که تعویض پذیری پیچها و مهره ها به سهولت امکان پذیر باشد. همگام با گسترش تولیدات صنعتی و انبوه سازی ، رعایت نکات ایمنی نیز مطرح گردید به ویژه پس از اختراع ماشین بخار و کاربرد گسترده آن در سیستم های حمل و نقل از قبیل کشتی ها و لوکوموتیوها و خسارات ناشی از آن، به طوری که در نیمه دوم قرن نوزدهم در آمریکا انفجار مخازن تحت فشار 50000کشته و دو میلیون نفر زخمی بر جای گذاشت.

رشد تکنولوژی و استفاده از ماشین آلات جدید، افزایش تولیدات صنعتی و در نتیجه رقابت در بازارهای داخلی و خارجی را به دنبال داشته است.از این رو در روند تکامل استاندارد کردن ، استانداردهای دیگری از قبیل روشهای بررسی و آزمون، توصیف ویژگیها، اصطلاحات، آیین کار، فنون کنترل کیفیت و سیستمهای مدیریت کیفیت اهمیت یافتند.

همانطور که گفته شد در طول تاریخ، استاندارد تحولات زیادی را پشت سر گذارده است. در ابتدا بصورت استاندارد اندازه شناسی مطرح شده، بعد از آن به صورت **استاندارد** محصول طرح گردیده و سپس به استاندارد روش و سیستم رسیده است.

واژه استاندارد

برخی از نویسندگان معتقدند که هشت قرن پیش از زبان فرانسه واژه etendard یا etandard که به معانی بیرق نظامی ، بیرق قشون، علم و پرچم می باشد وارد زبان انگلیسی شد. به همین دلیل در زبان انگلیسی باستانی، استاندارد به معنی پرچم واحدهای نظامی بوده است و از نظر ریشه لغت به فعل extend لاتین به معنی گسترده کردن و برافراشتن باز می گردد.

بر اساس مطالعات و نوشته های مختلف،کلمه استاندارد از لحاظ معنی تحت تاثیر واژهstand قرار می گیرد که به معانی ایستادن ، ماندن، توقف کردن و قرارگرفتن می باشد. ذکر این نکته لازم است که واژه استاندارد در زبان انگلیسی، از نظر علمی و فنی با دو معنی کاملا" متمایز به کار برده می شود: الف- واحدها و مقیاس های اندازه گیری چه از نظر کمی و مادی (مانند متر و کیلوگرم) و چه از لحاظ تعریف (مانند آمپر و کالری) که در فرانسه امروزی آن را etalon می نامند.

ب- به معنای نوشته های حاوی مقررات و اصول برای تنظیم امور فنی ، علمی و تجاری که در فرانسه به lanorme و در آلمان به norm موسوم است که از ریشه لاتین normn یعنی گونیا مشتق شده اند.

واژه norm به معانی، ماخذ ، میزان، قانون، هنجار و واژه normal برای بیان مقاصدی مانند متوسط ، معتدل، با قاعده ، معمولی، عادی و طبیعی به کار می روند ولی به دلیل عدم جامعیت آن مطابق معانی برشمرده شده برای واژه استاندارد، در زبان انگلیسی به کار برده نمی شوند. فرانسویان نیز واژهnormalization را که نمایانگر مفهوم استاندارد کردن است از کلمه normal ساخته اند و ترجیح می دهند که از واژه نرمالیزاسیون که در زبان فرانسه اصالت بیشتری دارد استفاده نمایند.

در ایران نیز واژه '' استانده'' به معنی تثبیت شده، توسط مرحوم غلامحسین مصاحب پیشنهاد شد اما هرگز رواج نیافت.

انواع استانداردها

الف – استانداردهای کارخانه ای

این استانداردها آنهایی هستند که در حوزه یک کارخانه یا شرکت اعتبار دارند. این نوع استاندارد سطح فناوری کشور را نشان می دهد. در این استانداردها فعالیتهای مختلف تولید، طراحی، آزمون، خدمات پس از فروش، پرسنل، خط مشی مدیریت و .... مورد توجه قرار گرفته به طور کلی شکل و سیستم یک کارخانه را به صورت اصولی در می آورند. استانداردهایی نظیر جنرال الکتریک (GE) ، ولوو (VOLVO) ، فورد (FORD) ، رنو (RENAULT) و .... در این رده جای می گیرند.

ب– استانداردهای انجمنی یا صنفی

شامل قراردادها و مستندات یک گروه کاری متخصص است که حول یک محور صنعتی – فنی و با هدف تبیین تعاریف مشخص و ایجاد یک زبان بین گروهی تدوین می شود. رشد و توسعه این نوع استاندارد بیشتر در کشور آمریکا دیده می شود که به لحاظ کیفیت بالا و

تخصصی بودن مدارک این گروه، مستندات آنها اعتبار جهانی پیدا کرده است. از جمله این گروه می توان به استانداردهای انجمن آزمون و مواد آمریکا (ASTM) ، انجمن مهندسان مکانیک آمریکا (ASME)، موسسه نفت آمریکا (API) ، انجمن مهندسان خودرو (SAE) و .... اشاره نمود.

استانداردهای وزارت دفاع آمریکا (MIL-STD) و وزارت دفاع انگلستان (MOD) را نیز می توان از این دسته به شمار آورد گرچه به لحاظ تنوع موضوعی و کیفیت فنی جزو بهترین استانداردهای دنیا به شمار می آیند به گونه ای که به طور مثال در مجموع استانداردهای MIL می توان مجموعه ای از استانداردهای صنعتی، طراحی، مهندسی، آزمایشگاهی، تولیدی ، کنترل کیفیت و .... را در زمینه های مختلف فلزات، غیر فلزات، محصولات نفتی و پالایشگاهی ، رنگ و پوشش ها، موتور و اجزاء آن ، گیر بکس ، چسب وسیلانت ، پمپ، اسلحه، تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی ، آزمونهای غیر مخرب و ... یافت.

اگر به قسمت بالای مانیتور کامپیوترتان دقت کنید حروف TCO را خواهید دید. این حروف مخفف نام سوئدی "اتحادیه کارمندان حرفه ای سوئد"(The Swedish Confederation of Professional Employees) است که بیش از 1/3 میلیون نفر عضو دارد . اعضاء TCO توجه خاصی به کاربرد کامپیوتر و وسایل جانبی آن داشته و استاندارد وضع شده را به نام خود TCO اعلام نموده اند. اکثر تولیدکنندگان، این استاندارد را مناسب تشخیص داده و مقررات آن را پذیرفته و به مورد اجراء در آورده اند. بطوریکه امروزه در کلیه تبلیغات مانیتور در آمریکا و اروپا، استاندارد TCO جزو ویژگیهای اصلی مانیتور ذکر می گردد. در حقیقت این استاندارد را نیز می توان استانداردی انجمنی یا صنفی با گستره ای جهانی معرفی کرد.

پ – استانداردهای ملی

شامل مستندات و مقررات کیفی، تعاریف، روشهای آزمون و ... یک کشور در مورد محصولات خود یا محصولاتی است که در آن کشور اجازه فروش پیدا می کنند. این گروه از استانداردها به وسیله موسسه استاندارد آن کشور که مقام ذیصلاح برای کار شناخته شده است، تهیه می شوند. در تدوین این استاندارد ها تمامی طرفهای ذینفع از قبیل تولید کننده ، مصرف کننده، اعضای مراکز علمی و پژوهشی، تجاری، سازمانهای دولتی و امثال آن شرکت دارند. استانداردهای ملی با توجه به شرایط مختلف مانند شرایط اقتصادی ، فنی و غیره تدوین می شوند. استانداردهای ملی به دو دسته اجباری و تشویقی تقسیم می شوند. استانداردهای اجباری، استانداردهایی هستند که در رابطه مستقیم با ایمنی، بهداشت، محیط زیست و یا تجارت بوده و به طور قانونی از نظر اجرا، اجباری اعلام می شوند. گاهی این امر می تواند با یک توافق بین المللی صورت گیرد مانند مقررات ترافیک و مبارزه با آلودگی محیط زیست.

استانداردهای تشویقی، استانداردهایی هستند که تولید کننده با توجه به توان بالای تولید و همچنین علاقمندی و موافقت خود تمایل به اجرای آن دارد . از جمله استانداردهای ملی می توان به استاندارد ملی ایران (ISIRI) ، آمریکا (ANSI) آلمان (DIN)، انگلستان (BSI) و ... اشاره کرد.

ت – استانداردهای منطقه ای

عوامل نظیر موفقیت جغرافیایی، فرهنگ، سیاست، روش تولید و مصرف و امثال آن برخی از کشورها را بر آن داشته است تا مشترکا" مبادرت به تدوین استانداردهای منطقه ای نمایند. به عبارت دیگر مستندات و مدارک فنی گروهی از کشورهای همسایه به منظور بهره مندی از کیفیت مشترک و زبان عمومی در مکاتبات ، تجارت و تبادل کالا این مجموعه استانداردها را تشکیل می دهد. برخی از این استانداردها عبارتند از استاندارد اروپا (EN) ، استاندارد کشورهای عربی (ASMO)، استاندارد کشورهای آفریقایی (ARSO) و استاندارد کشورهای آمریکایی (پان آمریکن) (COPANT)

ث – استانداردهای بین المللی

امروزه روند رشد صنعت و تجارت و همچنین تحولات علمی و اجتماعی در جهان به گونه ای است که کشورها را بیش از پیش به یکدیگر نزدیک می کند و در این راستا استانداردهای بین المللی به جهت ایجاد هماهنگی، سهولت ارتباط و رفع مشکلات فنی تدوین می شوند. این استاندارد ها حاصل توافق نظرات کارشناسان ذیربط کشورهای عضو سازمان بین المللی استاندارد است که البته در ابتدا ممکن است تصور شود که اهداف استانداردهای ملی و منطقه ای با استانداردهای بین المللی مشترک باشد. برای تبیین این موضوع باید اشاره کرد که هدف نهایی این استانداردها چنین بیان می شود: " توانایی عملکرد در تمام سطوح " و هدف از استاندارد کردن در سطوح قبلی نیز مشابه تعریف ارتقاء فعالیت در مورد انواع استاندارد های جهانی و یا تعمیم استانداردهای بین المللی در زمینه های علمی، فناوری و اقتصادی می باشد.

مهمترین سازمانهای بین المللی تدوین و نشر استانداردهای بین المللی عبارتند از : سازمان بین المللی استاندارد (ISO) کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC) و کمیسیون مقررات مواد غذایی (CAC). تاریخچه تدوین استانداردهای بین المللی به سال 1906 میلادی باز می گردد. در آن سال کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC) با هدف فعالیت در تدوین استانداردهای بین المللی در زمینه برق و الکترونیک تشکیل گردید و تاکنون نیز فعالیت دارد .

چند سال بعد در سال 1926 میلادی با تاسیس اتحادیه بین المللی موسسات بین المللی استاندارد (ISA) که 20 کشور اروپایی عضویت آن را پذیرفته بودند، قدمهای نخستین تدوین استانداردهای بین المللی در سایر زمینه ها به ویژه مهندسی مکانیک برداشته شد اما به دلیل بروز جنگ جهانی دوم تمامی این فعالیتها در سال 1942 متوقف شد. ولی به دلیل احساس نیاز به چنین سازمانی جهت پیشرفت صنایع و فناوری و تسهیل مبادلات تجاری، نمایندگان 25 کشور که عمدتا" عضو کمیته هماهنگی استاندارد وابسته به سازمان ملل متحد بودند در تاریخ 14 اکتبر 1946 میلادی برابر با 22 مهر ماه 1325 خورشیدی در لندن گرد هم آمدند و پس از مذاکرات طولانی سرانجام برای تاسیس سازمان بین المللی استاندارد با حروف اختصاری ISO که کوتاه شده
International Organization for Standardization است توافق نمودند.

این سازمان رسما" در فوریه 1947 در شهر ژنو سوئیس کار خود را آغاز نمود. ISO یک اتحادیه جهانی غیر دولتی است که اعضاء آن از میان موسسه های استاندارد ملی هر کشور (از هر کشور یک نفر) انتخاب شده اند و ماموریت آن توسعه فرهنگ استاندارد و فعالیت های وابسته به آن در سطح جهان می باشد تا امکان مبادلات کالا و خدمات بهتر فراهم شود و همکاریهای جهانی در خصوص فعالیتهای اقتصادی، فنی، علمی و تحقیقاتی توسعه یابد.

انتخاب نام این سازمان بر اساس مخفف نام لاتین آن نبوده است زیرا اگر چنین بود می بایست IOS باشد و در آن صورت مخفف آن در زبانهای گوناگون تغییر می کرد در حالی که در تمامی زبانها این سازمان همان ISO است. در واقع ریشه ISO از واژه یونانی ISOS به معنای مساوی و برابر گرفته شده است که به صورت پیشوند در بسیاری از عبارات همچون ایزوتوپ (ISOTOPE)، ایزو متریک (ISOMETRIC) ایزوبار(ISOBAR) و .. با همان مفهوم برابری و مساوی بودن بکار برده می شود.

زمینه فعالیتهای سازمان ISO دارای هیچگونه محدودیتی نیست و در برگیرنده کلیه شاخه های تخصصی است و تنها در خصوص برق و الکترونیک که بر عهده IEC است، فعالیت نمی کند. در برخی موارد همانند تکنولوژی اطلاعات، آزمون و کالیبراسیون، بازرسی و ... نیز فعالیت بصورت مشترک (ISO/IEC) صورت می پذیرد. سازمان ISO اولین استاندارد بین المللی خود را در سال 1951 منتشر نمود و تاکنون بیش از 13600 استاندارد بین المللی مختلف در زمینه های گوناگون منتشر کرده است. انتشار این استانداردها تحت نظر کمیته های تخصصی گوناگون صورت می پذیرد. سازمان ISO تا پایان سال 2000 میلادی دارای 187 کمیته فنی اصلی (TC) ، 552 کمیته فرعی (SC) و 200 گروه کاری (WG) و19 گروه مطالعاتی ویژه (AHG) بوده است که بیش از 300000 متخصص در سرتا سر جهان به امر تدوین این استانداردها می پردازند.

سازمانهای بین المللی دیگری نیز وجود دارند که در زمینه های خاصی مبادرت به تدوین استاندارد مینمایند. برخی از این سازمانها عبارتند از:

انجمن بین المللی حمل و نقل هوایی IATA (International Air Transport Association)

آژانس بین المللی انرژی اتمی IAEI (International Atomic Energy Agency)

سازمان بین المللی هوانوردی کشوری(غیر نظامی)ICAO (International Civil Aviation Organization)

دفتر بین المللی اوزان و مقیاسها BIPM (International Bureau of Weights and Measure)

سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی OIML (International Organization of Legal Metrology)

اتحادیه بین المللی شیمی محض و کاربردی IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry)

سازمان فرهنگی، علمی و آموزشی ملل متحد UNESCO (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization)

سازمان بهداشت جهانی WHO (World Health Organization)

فهرست برخی دیگر از سازمانهای بین المللی به اختصار عبارتند از:

مرکز همکاری تحقیقات (CORESTA (Cooperator Center for Scientific Research Relative to Tobacco
علمی دخانیات

فدراسیون بین المللی دندانپزشکی(FDI (World Dental Federation
کمیسیون بین المللی روشنایی(CIE (International Commission on Illumination
فدراسیون بین المللی لبنیات(IDF (International Dairy Federation
فدراسیون بین المللی اسناد و اطلاعات(FID (International Federation for Information and Documentation
اتحادیه بین المللی گاز(IGU (International Gas Union
موسسه بین المللی جوشکاری(IIW (International Institute of Welding
شورای جهانی روغن زیتون(IOOC (International Olive Oil Council
اتحادیه بین المللی ابریشم(ISA (International Silk Association
اتحادیه بین المللی راه آهن (UIC (International Union of Railways
سازمان جهانی هواشناسی(WMO (World Meteorological Organization
سازمان بین المللی کار (ILO (International Labor Organization

روز جهانی استاندارد

در اصلاحیه شورای ISO که از 25 تا 27 سپتامبر 1969 در ژنو تشکیل گردید بنابر پیشنهاد رئیس ISO مقرر شد روزی به عنوان روز جهانی استاندارد اختصاص یابد و در سراسر جهان نیز به همین مناسبت مراسمی برگزار گردد تا از این طریق تبلیغات در سطح جهانی برای پیشرفت امر استاندارد بعمل آید. اولین مراسم برگزاری روز جهانی استاندارد در 14 اکتبر 1970 انجام شد و پس از آن نیز همه روزه در این روز (برابر با 22 مهر ماه) برگزار می گردد.

تاسیس موسسه استاندارد در ایران

اولین حرکت مدون در ارتباط با استاندارد و استاندارد نویسی در ایران با تصویب قانون اوزان و مقیاسها در سال 1304 خورشیدی آغاز شد اما تاسیس یک سازمان برای استاندارد کردن کالاها در ایران از سال 1332 مورد توجه رسمی دولت واقع گردید. در تاریخ دوم اردیبهشت ماه همان سال، موافقت نامه ای بین وزیر اقتصاد ملی و مدیر عامل سازمان برنامه و هیت مدیره عملیات اقتصادی آمریکا در ایران به امضاء رسید که به عنوان پروژه 38 اصل4 نامیده شد. در موافقت نامه فوق افزایش در صادرات کشور از طریق تاسیس یک آزمایشگاه به منظور تعیین استاندارد کالاهای صادراتی پیش بینی شده بود. بعد ها به موجب اصلاحیه هایی که به این پروژه افزوده شد، وظایف دیگری نیز برای پروژه تعیین گردید که عبارت بودند از تاسیس اداره استاندارد ایران با وظایف آزمایش کالاها، تعیین استانداردها و بازرسی بر طبق استاندارد و صدور گواهی مطابقت با استاندارد برای هر یک از کالاها. از آغاز سال 1333 مقدمات ساختمان سازی و تاسیس اداره استاندارد ایران فراهم شد و در هفتم تیر ماه 1338 عنوان آن به موسسه استاندارد تغییر یافت . در سال 1344 به هنگام تصویب اساسنامه موسسه ، عبارت "تحقیقات صنعتی" نیز به نام موسسه استاندارد افزوده شد. جالب توجه اینکه نخستین بار در سال 1345 علامت استاندارد ایران روی کالاهای ایرانی مشاهده شد. در این سال دو شرکت ایرانی سازنده کاشی و بیسکویت موفق به دریافت نشان استاندارد شدند. در دی ماه 1349 طبق قانون، موارد الحاقی به قانون موسسه استاندارد که به تصویب قوه مقننه رسیده بود، به موسسه ابلاغ گردید که به موجب این مواد موسسه استاندارد می توانست اجرای استاندارد فرآورده هایی را که از نظر ایمنی یا حفظ سلامت عمومی حائز اهمیت می باشند به منظور حمایت از مصرف کننده اجباری اعلام نماید. درحال حاضر از بین بیش از 7000 استاندارد ملی تدوین شده حدود 400 مورد (حدود 6 درصد) شامل استاندارد اجباری است.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در تدوین استانداردهای ملی مشارکت موثر دارد و در بیش از یکصد کمیته فنی فعال است و همچنین دبیرخانه چهار کمیته بین المللی به شرح زیر در ایران مستقر است:

دبیر خانه کمیته فرعی واژه شناسی، اطلاعات و اسناد TC46/SC3
دبیر خانه کمیته فنی شوینده هاTC91

دبیر خانه کمیته فنی کودهای شیمیایی TC137
دبیر خانه کمیته فنی فراورده های بهداشتی و آرایشی TC217
از دیگر فعالیتهای موسسه استاندارد در کمیته های بین المللی می توان به ریاست گروه کاری شماره 11(زبانهای پارسی و عربی) و عضویت در گروه کاری روشهای آزمون میکروبیولوژی کاغذ و مقوا اشاره کرد.

نشان استاندارد ایران

نشان استاندارد ایران دارای یک کادر اصلی می باشد که به صورت S لاتین است و می تواند هم گویای واژه safety (ایمنی) و هم علامت اختصاری استاندارد (Standard) باشد . طرحهای داخل کادر نیز به نحوی با موضوع کاربرد ارتباط دارند و طرح داخل علامت اصلی واژه " ایران" است و در صورتیکه نشان وارونه شود علامت اختصاری موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به زبان انگلیسی (ISIRI) مشاهده می گردد. این نشان توسط گرافیست معاصر کشورمان روانشاد مرتضی ممیز طراحی شده است.

مراجع

1- جمشید قضاتی مصلح آبادی،استاندارد در قطعات و مواد، انتشارات آزاده، چاپ اول، 1379
2- فرزین انتصاریان، جایگاه استاندارد سازی از ابتدا تا امروز، فصلنامه کیفیت و مدیریت، بهار و تابستان 1384
3- آزیتا اشرف جهانی،استاندارد چیست؟، مجله اطلاعات علمی، سال هفدهم، شماره 12، مهر 1382
4- مرتضی رحمانیان، ایزو و استانداردهای خوردگی، فصلنامه زنگ، سال اول، شماره 2، تابستان 1379
5-راهنمای استاندارد ملی ایران،انتشارات راهنمای همشهری، بهار 1383
6- استاندارد و استاندارد کردن، انتشارات مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران، چاپ اول، 1379

فصل چهارم

روش نامگذاری فولادها در استانداردهای آمریکایی

تقسیم بندی 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 کربنی، فولاد کم آلیاژ ، فولاد زنگ نزن و ...
- بر اساس روش تولید، نظیر مانند open hearth ، روش کوره الکتریکی و ...
- بر اساس روش ساخت، مانند نورد گرم، نورد سرد و ...
- بر اساس شکل محصول مانند ورق، لوله، میله، صفحه و ...
- بر اساس روش اکسیژن زدایی مانند فولاد آرام، نیمه آرام، جوشان و ...
- بر اساس ریز ساختار مانند فریتی، پرلیتی، مارتنزیتی
- بر اساس استحکام مورد نیاز
- بر اساس عملیات حرارتی مانند بازپختی، کوئنچ و تمپر و...
- بر اساس کیفیت محصول مانند فولاد با کیفیت آهنگری، کیفیت تجاری و ...
- بر اساس کاربرد مانند فولاد فنر، فولاد ساختمانی، فولاد ابزار و ....

در حال حاضر استانداردهای ملی، منطقه ای و بین المللی بسیاری وجود دارند که سیستم نامگذاری مخصوص به خود جهت نامگذاری فولادها دارند. در ادامه سعی خواهد گردید برخی از رایج ترین این استانداردها که در سطح کشور ما نیز کاربرد بیشتری دارند مورد بررسی قرار گیرند.

به این منظور روش های نامگذاری فولادها را در سه شاخه اصلی: استانداردهای آمریکایی ، استانداردهای اروپایی و استانداردهای برخی از کشورهای صنعتی مورد بررسی قرار می دهیم. البته در اینجا منظور از استانداردهای آمریکایی استانداردهای مربوط به کشورهای آمریکایی شمالی (ایالات متحده و کانادا) است.

سیستم نامگذاری فولادها در استانداردهای آمریکایی

در آمریکا سازمانهای مختلفی متولی امر استاندارد هستند که هر کدام از آنها سیستم ویژه ای جهت نامگذاری فولادها دارند. برخی از این سازمانها عبارتند از :

انجمن آهن و فولاد آمریکا (AISI)، انجمن ملی استاندارد آمریکا (ANSI)، انجمن نفت آمریکا (API)، جامعه مهندسین مکانیک آمریکا (ASME)، موسسه آزمون و مواد آمریکا (ASTM)، انجمن جوشکاری آمریکا (AWS)، موسسه استاندارد کانادا (CSA) و جامعه مهندسین خودرو آمریکا (SAE)

در زیر برخی از سیستم های نامگذاری رایج تر در بین استانداردهای آمریکایی مورد بحث قرار می گیرد.

استاندارد ASTM

ASTM یکی از مراجع معتبر تدوین استاندارد به شمار می رود که در سال 1898 میلادی تاسیس شده است. ASTM کوتاه شده عبارت American Society for Testing and Materials است. اولین کتاب کامل استانداردهای ASTM در سال 1915 چاپ شد. امروزه 77 کتاب استاندارد ASTM در 15 بخش وجود دارند. استانداردهای مرتبط با فلزات در بخش های زیر یافت می شوند:

بخش 1- محصولات آهنی و فولادی (8 جلد)

بخش 2- محصولات فلزی غیر آهنی (5 جلد)

بخش 3- روشهای آزمون فلزات و دستور العمل های تحلیلی (6 جلد)

تمامی این استانداردها به صورت سالانه مورد بازبینی(REVISION)قرار می گیرند به عنوان مثال از سال 1992 تا 1993 تعداد 256 استاندارد از مجموع 631 استاندارد بخش 1 مورد بازبینی قرار گرفته اند. برخی استانداردهای نیز ممکن است در طول یک سال چندین مرتبه دچار تغییر شوند. مطالب گفته شده نشان می دهد که استاندارد فلزات اسنادی هستند که مدام دچار تغییر و تحول می شوند.

استاندارد ASTM در حالت کلی در برگیرنده 15 فصل و 77 بخش به قرار زیر است:

فصل اول	:	مشتمل بر هشت بخش پیرامون محصولات آهنی و فولادی
فصل دوم	:	مشتمل بر پنج بخش پیرامون محصولات فلزی غیر آهنی
فصل سوم	:	مشتمل بر شش بخش در حوزه روشهای آزمون فلزات و دستورالعمل های تحلیلی
فصل چهارم	:	مشتمل بر سیزده بخش درباره مصالح ساختمانی
فصل پنجم	:	مشتمل بر شش بخش شامل فرآورده های نفتی، روانکارها، سوختهای فسیلی
فصل ششم	:	مشتمل بر چهار بخش رنگها و پوشش ها
فصل هفتم	:	مشتمل بر دو بخش در برگیرنده اطلاعات منسوجات
فصل هشتم	:	مشتمل بر چهار بخش در برگیرنده اطلاعات پلاستیکها
فصل نهم	:	مشتمل بر دو بخش در مورد اطلاعات لاستیکها و انواع آنها
فصل دهم	:	مشتمل بر چهار بخش در برگیرنده اطلاعات عایقهای الکتریکی و مباحث الکترونیک
فصل یازدهم	:	مشتمل بر شش بخش اطلاعات تکنولوژی آبی و مسایل محیطی
فصل دوازدهم	:	مشتمل بر دو بخش پیرامون انرژی هسته ای، انرژی خورشیدی و انرژی زمین گرمایی
فصل سیزدهم	:	مشتمل بر دو بخش پیرامون ابزارهای پزشکی
فصل چهاردهم	:	مشتمل بر چهار بخش روشهای کلی و ابزارهای اندازه گیری
فصل پانزدهم	:	مشتمل بر نه بخش در حوزه ویژگیهای محصولات عمومی

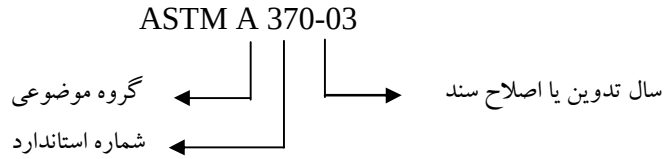
در ضمن فصل 00 آن هم به نمایه (Index) اختصاص دارد.
با توجه به این که استاندارد ASTM استانداردی رایج در صنعت است لازم است نگاهی کلی به این استاندارد داشته باشیم .

چند نکته درباره استاندارد ASTM

هریک از استانداردهای ASTM با ترکیبی از حروف و شماره‌ها معرفی می‌شوند که هر کدام از این حروف و شماره‌ها اطلاعاتی را درباره آن استاندارد در اختیار ما قرار می دهند. به عنوان مثال

Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products

به صورت زیر معرفی می شود:



ذکر این نکته لازم است که اگر از حرف M پس از شماره استاندارد استفاده شده باشد ، نشان دهنده تغییر سیستم استاندارد از سیستم اینچی به متریک است مانند: ASTM F 606M-01 .در برخی موارد هم ممکن است حروف d, c, b, a دیده شوند که مربوط به ترتیب بازنگری‌ها و اصلاحات انجام شده برروی آن سند در همان سال می‌باشد مثلا 99a نشان‌دهنده دومین بازنگری در سال 99، 99b سومین بازنگری در سال 1999 و الی آخر می‌باشد. برای استانداردهایی که در این بازنگری‌ها بدون هیچ تغییری به تصویب می‌رسند، سال این تصویب مجدد را در پرانتز نشان می‌دهند مثلا (2004). اگر از اپسیلون به‌صورت superscript استفاده شده باشد نشانگر تغییرات editorial بر روی آخرین بازنگری یا تصویب مجدد آن سند است ε1 برای اولین تغییر و الی آخر. بعنوان مثال: A 144-90(2003)ε1 . برای کامل‌تر شدن نکات مربوط به شناسایی شماره استاندارد ASTM، گروه‌بندی موضوعات این استاندارد در زیر آورده شده است:

A ferrous metals; **B** nonferrous metals; **C** cementitious, ceramic, concrete, and masonry materials; **D** miscellaneous materials; **E** miscellaneous subjects;

F materials for specific applications; **G** corrosion, deterioration, and degradation of materials; **ES** emergency standards; **P** proposals; **PS** provisional standards

سیستم نامگذاری استاندارد ASTM

در استاندارد ASTM همانطور که در بالا نیز اشاره شد فلزات با حرف A به همراه یک شماره مشخص می شوند. این روش نامگذاری اغلب برای مشخص کردن محصولی خاص بکار می رود مثلا" A548 برای مفتول فولاد کربنی با کیفیت کله زنی سرد (cold heading) برای تولید پیچ به کار می رود.

تعریف فلزات آهنی

تا قبل از 1993 میلادی، ASTM تعریف فلزات آهنی را بر مبنای ترکیب شیمیایی نامی قرار داده بود که در آن آلیاژ آهنی به آلیاژی گفته می شد که میزان آهن آن بیشتر یا مساوی 50 درصد بود. در اینصورت آلیاژ با حرف A شروع می شد. اگر میزان آهن کمتر از 50 درصد بود آلیاژ غیر آهنی شده و با حرف B آغاز می گشت.
در حال حاضر ASTM تعریف اروپایی فولاد را که در استاندارد CEN EN 10020 تحت عنوان "تعریف و تقسیم بندی فولاد ها" آمده است، پذیرفته است. در این استاندارد فولاد به صورت زیر تعریف می شود:
ماده ای که مقدار وزنی آهن در آن از هر عنصر مجزای دیگر بیشتر است و عموما" میزان کربن آن کمتر از 2 درصد بوده ونیز شامل عناصر دیگری باشد. تعداد محدودی از فولادهای کرم دار ممکن است بیش از 2% کربن داشته باشند اما 2 % مرز بین فولاد و چدن است.
CEN همچنین پیشنهاد کرده است که عبارت وزنی (by weight) به جرمی (by mass) تغییر یابد تا هماهنگی با سیستم بین المللی واحدها (SI) ایجاد گردد.

فولادهای ASTM

مثالهای زیر کاربرد حروف و اعداد را در این استاندارد برای نامگذاری فولاد ها مشخص می کنند.

ASTM A 516/A 516M-01 Grade 70 – Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, for Moderate- and Lower- Temperature Service

- حرف A نشان دهنده فلز آهنی است اما آنرا به زیر مجموعه های چدن، فولاد کربنی، فولاد آلیاژی یا فولاد زنگ نزن تقسیم نمی کند.
- عدد 516 یک شماره ترتیبی است که مستقیما" با خواص فلز ارتباطی ندارد.
- حرف M نشان می دهد که استاندارد بر مبنای واحدهای SI نوشته شده است (حرف M از واژه Metric آمده است) و A 516/A 516M یعنی واحد های SI و اینچ – پوند تواما" به کار رفته اند.
- عدد 01 نشان دهنده سال باز بینی یا انتشار است(2001).
- Grade 70 نشان می دهد که حداقل استحکام کششی (Tensile Strength) 70 ksi است.

توجه به این نکته لازم است که در صنعت فولاد واژه های Grade، Type و Class معانی مشخصی دارند.
" Grade " برای مشخص کردن ترکیب شیمیایی، " Type " برای اشاره به روش اکسیژن زدایی و " Class " برای نشان دادن سایر ویژگی ها نظیر درجه استحکام یا درجه پرداخت سطحی به کار می روند.
اگر چه در استاندارد ASTM این واژه ها برای مشخص کردن یک فلز خاص در استاندارد تطبیق داده شده اند و معمولا" بدون تعریف خاص بکار می روند اما اساسا" همان معانی ذکر شده برای آنها صادق است. مثالهای زیر موضوع را روشن می کنند.

ASTM A 106-99 Grade A, Grade B, Grade C - Seamless Carbon Steel Pipe for High-Tempe4rature Service

- ترتیب حروف از A به C نشان دهنده افزایش استحکام (کششی یا تسلیم) فولاد است و اگر فولاد از نوع غیر آلیاژی باشد نشانگر افزایش مقدار کربن است.

در این مثال :

Grade A - 0.25%C (max), 48 ksi Tensile Strength (min)
Grade B - 0.30% C (min), 60 ksi Tensile Strength (min)
Grade C - 0.35% C , 70 ksi Tensile Strength (min)

مثالی دیگر :

ASTM A 48 - Class No. 20A, 25A, 30A - Gray Iron Castings

- Class No.20A نشان می دهد که این چدن دارای حداقل استحکام کششی 20 ksi است.
- به همین ترتیب Class No.30A ,Class No.25A بیانگر حداقل استحکام کششی 25ksiو30ksi هستند.

مثالی دیگر :

ASTM A 276 Type 304,316,410 - Stainless and Heat-Resisting Steel Bars and Shapes

- Type 304,316,410 و بقیه بر اساس نامگذاری AISI برای فولاد زنگ نزن هستند که بعدا در مورد آن بحث خواهد شد.

در برخی از استانداردهای ASTM چند واژه مختلف برای توصیف یک فلز در گروهی از فلزات یک استاندارد به کار می روند. مثال زیر این موضوع را نشان می دهد.

ASTM A 193/A 193M-01b - Alloy Steel and Stainless Steel Bolting Materials for High Temperature Service.

- عبارتهای "type " و "identification symbol " و "grade " و " class " برای توصیف مواد مورد استفاده در پیچ بکار رفته اند.
- به عنوان مثال :

Identification symbol: B8, type : austenitic steel Grade: unstabilized
18 chromium-8 nickel (AISI type 304)

در چهار Class مختلف وجود دارند : 1, 1A ,1D ,2

سیستم نامگذاری ASTM برای فولادهای زنگ نزن ریختگی (cast s.s.) از انجمن ریخته گری آلیاژ (Alloy Casting Institute) با مخفف ACI گرفته شده است. بر اساس این سیستم، روش نامگذاری شامل 2 حرف است که به دنبال آنها عدد آمده و پس از آنها حروف پسوند انتخابی اضافه می شوند.
در این سیستم، اگر آلیاژ برای کاربرد در محیط های خورنده مایع باشد حرف "C " و برای کار برد در دماهای بالا حرف "H " به عنوان حرف اول در نظر گرفته می شود.
حرف دوم نشان دهنده میزان کرم و نیکل آلیاژ است که با افزایش درصد نیکل، ترتیب الفبایی آن نیز اضافه می شود. عدد بعدی اضافه شونده بیانگر میزان کربن بر حسب صدم درصد است و در برخی موارد پسوندی نیز برای نشان دادن سایر عناصر آلیاژی افزوده می گردد. ذکر این نکته لازم است که گریدهای مختلف ریختگی این فولادهای زنگ نزن سیستم نامگذاری منحصر به فردی دارند که با سیستم نامگذاری آلیاژهای کارشده (wrought) متفاوت است.

به عنوان مثال، فولاد زنگ نزن "cast 304 " مطابق سیستم نامگذاری ASTM (ACI) نیست و نام آن فولاد در سیستم مورد نظر grade CF8 است. مثالهای دیگر در زیر آمده اند:

ASTM A 351 Grade CF8M, Grade HK40 - Castings, Austenitic, Austenitic- Ferritic (Duplex) for Pressure Containing Parts

- حرف " C " در CF8M نشان دهنده فولادی مقاوم به خوردگی است و حرف " H " در HK40 نشان دهنده فولاد نسوز (heat resistant) است.
- قسمت عددی در فولاد مقاوم به خوردگی مشخص کننده حداکثر میزان کربن به صدم درصد است (C 0.08%) و در مورد فولاد نسوز میزان کربن اسمی (nominal) بر حسب صدم درصد است . (میزان اسمی C0.40% و میزان واقعی 0.35- 0.45%C)
- حرف " M " پس از اعداد نشانگر اضافه شدن عنصر مولیبدن به آلیاژ است.

یکی از استفاده های مفید نامگذاری با روش ASTM ، کاربرد آن در لوله و تیوب و محصولات آهنگری شده است. در این موارد حرف "P " برای لوله ، حرف "T " برای تیوب و "TP " برای لوله یا تیوب و "F " برای آهنگری (Forging) به کار می رود.
مثالهای زیر این کاربرد ها را نمایش می دهند:

ASTM A 335/A 335M-01 Grade P22 - Seamless Ferritic Alloy-Steel Pipe for High-Temperature Service.

ASTM A 213/A 213M-01a Grade T22 - Seamless Ferritic and Austenitic Alloy-Steel Boiler, Superheater and Heat-Exchanger Tubes.

ASTM A 269-01 Grade TP304 - Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service

ASTM A 312/A 312M-01a Grade TP304 - Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Pipes

ASTM A 336/A 336M-99 Class F22 - Alloy Steel Forgings for Pressure and High-Temperature Parts

سیستم نامگذاری استاندارد ASME

بخش از این استاندارد که شامل استاندارد مواد برای کاربرد آنهاست عبارتست از:
ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section II, Part A and B
در این بخش ها از تطبیق استاندارد ASTM با کد ASME استفاده شده است و حرف "S " جلو شماره استاندارد ASTM مربوطه اضافه می شود تا نشان دهد که این مربوط به کد ASME است.
Part A از Section II کد ASME مربوط به فلزات آهنی و Part B مربوط به فلزات غیر آهنی است. مثال زیر ارتباط بین سیستم های نامگذاری ASME و ASTM را نشان می دهد.
ASME SA 516/SA-516M-01 Grade 70 - Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, for Moderate - and Lower – Temperature Service

این استاندارد همانند ASTM A 516/516-01 Grade 70 است با این تفاوت که "SA " نشان می دهد این استاندارد با کد ASME منطبق شده است.

سیستم نامگذاری AISI/SAE

سیستم نامگذاری AISI/SAE از سیستم چهار رقمی برای مشخص کردن فولادهای کربنی و آلیاژی بر اساس ترکیب شیمیایی بهره می برد. بر اساس این سیستم، دو رقم آخر نشان دهنده میزان کربن برحسب صدم درصد است. رقم اول از سمت چپ مشخص کننده طبقـه ای است که فولاد به آن تعلق دارد و مطابق است با :

عدد 1 برای فولادهای کربنی
عدد 2 برای فولادهای نیکل دار
عدد 3 برای فولادهای نیکل – کرم
عدد 4 برای فولادهای مولیبدن دار
عدد 5 برای فولادهای کرم دار
عدد 6 برای فولادهای کرم – وانادیم
عدد 7 برای فولادهای تنگستن دار
عدد 8 برای فولادهای سیلیسیم – منگنز

در این نشانه های رقم دوم عموما" مشخصه درصد متوسط عنصر مسلط است.
در این سیستم اضافه شدن عنصر B (بر) به آلیاژ جهت افزایش سختی پذیری با حرف "B" و اضافه شدنPb (سرب) جهت بهبود قابلیـت ماشینکاری با حرف "L " نمایش داده می شود.
پیشوند "M " برای فولاد با کیفیت تجاری و پیشوند " E " برای فولاد تولید شده با کوره الکتریکی و پسوند "H " جهت قابلیت سـختی پذیری به کار می روند. جدول زیر به شناخت بهتر این سیستم کمک می کند.

Carbon Steels	Description
10XX	Nonreslfurized,1.00 manganese maximum
11XX	Resulfurized
12XX	Rephosphorized and reslfurized
15XX	Nonreslfurized, over 1.00 manganese maximum
Alloy Steels	**Description**
13XX	1.75 manganese
40XX	0.20 or 0.25 molybdenum or 0.25 molybdenum and 0.042 sulfur
41XX	0.50, 0.80, or 0.95 chromium and 0.12,0.20, or 0.30 molybdenum
43XX	1.83 nickel, 0.50 to 0.80 chromium and 0.25 molybdenum
46XX	0.85 or 1.83 nickel and 0.20 or 0.35 molybdenum
47XX	1.05 nickel, 0.45 chromium, 0.20 or 0.35 molybdenum
48XX	3.50 nickel and 0.25 molybdenum
51XX	0.80, 0.88, 0.93, 0.95, or 1.00 chromium
51XXX	1.03 chromium
52XXX	1.45 chromium
61XX	0.60 or 0.95 chromium and 0.13 or 0.15 vanadium minimum
86XX	0.55 nickel, 0.50 chromium and 0.20 molybdenum
87XX	0.55 nickel, 0.50 chromium and 0.25 molybdenum
88XX	0.55 nickel, 0.50 chromium and 0.35 molybdenum
92XX	2.00 silicon or 1.40 silicon and 0.70 chromium
50BXX	0.28 or 0.50 chromium
51BXX	0.80 chromium
81BXX	0.30 nickel, 0.45 chromium and 0.12 molybdenum
94BXX	0.45 nickel, 0.40 chromium and 0.12 molybdenum

فولادهای زنگ نزن

سیستم نامگذاری فولادهای زنگ نزن کارشده (wrought s.s)، که نخستین بار توسط AISI پیشنهاد شده و توسعه یافتـه اسـت، از 3 عدد که در برخی موارد حروفی به دنبال آنها می آید، تشکیل شده است.

نخستین رقم، کلاس آلیاژ را مشخص می کند. بدین صورت که 2xx, 3xx سری فولادهای زنگ نزن آستنیتی هستند و مـارتنزیتی هـا و فریتی ها با 4xx مشخص می شوند.

متاسفانه در این سیستم نامگذاری ، رقمهای دوم و سوم ترکیب شیمیایی آلیاژ را به ما نمی دهند. همچنین در مورد سری 4xx تمـایز بـین فولاد زنگ نزن فریتی با مارتنزیتی پیش بینی نشده است.

مثلا" 430 و 446 فریتی هستند در حالیکه 431 و 440 مارتنزیتی می باشند.

معانی حروف پسوند و نیز دو رقم آخر در سیستم نامگذاری UNS در جدول زیر نشان داده شده است.

(در مورد سیستم نامگذاری UNS در قسمت بعدی صحبت خواهد شد)

برخی انواع فولاد زنگ نزن در سیستم نامگذاری AISI وجود ندارند. این فولادهای زنگ نزن غیر استاندارد شامل فولادهـای زنـگ نـزن رسوب سخت شده، بیشتر فولادهای زنگ نزن DUPLEX و فولادهای زنگ نزن آلیاژی هستند.

AISI Suffix Designator	UNS No.	Description
xxxL	xxx01	Low carbon (<0.03% as compared to the normal <0.08%) for improved resistance to intergranular corrosion as discussed below
xxxS	xxx08	Low carbon (<0.08% as compared to standard <0.2% or higher)
xxxN	xxx51	Added nitrogen for increased strength
xxxLN	xxx53	Low carbon (<0.03%) plus added nitrogen
xxxF	xxx20	higher sulfur and phosphorus for improved machinability
xxxSe	xxx23	Added selenium for better machined surfaces
xxxB	xxx15	Added silicon to increase scaling resistance
xxxH	xxx09	Wider allowable range of carbon content
xxxCu	xxx30	Added copper

سیستم نامگذاری شماره ای (UNS) برای فلزات و آلیاژها

متخصصان و کارشناسان ASTM و SAE در سال 1967 میلادی مطالعاتی را به منظور ایجاد سیستم شماره گذاری یکسان (Unified Numbering System : UNS) برای فلزات و آلیاژها آغاز نمودند. این برنامه سه وجه مختلف را دنبال می کرد.

1- ساده کردن سیستمهای نامگذاری متعددی که در طول سالهای گذشته به طور مستقل ایجاد شده بودند.
2- اختصاص دادن شماره ای مشابه برای نامهای تجاری بویژه در مواقعی که چند شرکت، یک آلیاژ را تحت نام های تجاری گوناگون تولید می کنند.
3- ایجاد یک سیستم جدید سازگار با رایانه توسط توسعه یک روش ثابت.
در سال 1969 میلادی ارتش آمریکا این پروژه را تحت حمایت قرار دارد. در سال 1975 میلادی نخستین چاپ UNS بطور مشترک توسط ASTM و SAE انجام شد. جزئیات نامگذاری به این روش در استاندارد زیر آمده است:
ASTM E 527-83(Reapproved 1997) : Standard Practice for Numbering Metals and Alloys (UNS)

سیستم نامگذاری به روش UNS

این روش سیستمی متشکل از یک حرف و 5 عدد است. این سیستم فقط ترکیب شیمیایی فلز یا آلیاژ را به تنهایی نشان می دهد و استاندارد یا مشخصه فلز محسوب نمی شود. در اکثر موارد سعی شده است تا سیستم UNS با سایر سیستم های نامگذاری موجود بویژه AISI/SAE تا حد امکان انطباق داشته باشد.
بعنوان مثال ، حرف پیشوند UNS برای فولادهای کربنی و آلیاژی حرف "G " است و چهار رقم اول پس از آن مطابق همان سیستم AISI/SAE در نظر گرفته شده است مثلا G10400 . حروف B و L که کاربرد آنها پیش از این در سیستم AISI/SAE مورد بررسی قرار گرفت، در سیستم UNS با اعداد " 1 " و " 4 " به عنوان رقم پنجم جایگزین شده اند.
بجای حرف E هم از عدد " 6 " استفاده می گردد.

الزامات سختی پذیری فولاد که در AISI/SAE با H نشان داده می شد در UNS با HXXXXX نشان داده می شود.
انواعی از فولادهای کربنی و آلیاژی که در سیستم نامگذاری AISI/SAE به آنها اشاره نمی شد، با پیشوند "K " در UNS مشخص می شوند.
هر جا امکان داشته است، حرف اول در سیستم نامگذاری UNS به گونه ای انتخاب شده تا گروه فلز را مشخص نماید به عنوان مثال حرف " S " برای فولاد زنگ نزن .
از 5 عدد مشخص کننده فولادهای زنگ نزن در این سیستم نامگذاری، سه رقم اول همانند نامگذاری آلیاژ به روش AISI است مثلا" S304XX . دو رقم باقیمانده معادل پسوند های سیستم AISI هستند که در جدول قبلی به آنها اشاره شده است. جزئیات سیستم نامگذاری UNS برای فلزات آهنی و آلیاژها در جدول زیر مشاهده می شود.

UNS Descriptor	**Ferrous Metals**
Dxxxxx	Specified mechanical properties steels
Fxxxxx	Cast irons
Gxxxxx	AISI and SAE carbon and alloy steels (except tool steels)
Hxxxxx	AISI H-steels
Jxxxxx	Cast steels
Kxxxxx	Miscellaneous steels and ferrous alloys
Sxxxxx	Heat and corrosion resistant(stainless) steels
Txxxxx	Tool steels
UNS Descriptor	**Welding Filler Metals**
Wxxxxx	Welding filler metals, covered and tubular electrodes classified by weld deposit composition

جدول زیر جزییات بیشتری از این روش نامگذاری را نشان می دهد:

D00001-D99999	**Steels with specified mechanical properties**
D40450-D40900	Carbon Steels
D50400-D52101	Alloy Steels Casting
F00001-F99999	**Cast irons**
F 10001-F15501	Cast Iron, Gray
F 10090-F10920	Cast Iron Welding Filler Metal
F 20000-F22400	Cast Iron, Malleable
F 22830-F26230	Cast Iron, Pearlitic Malleable
F 30000-F36200	Cast Iron, Ductile (Nodular)
F 41000-F41007	Cast Iron, Gray, Austenitic
F 43000- F43030	Cast Iron, Ductile (Nodular), Austenitic
F45000 F 45009	Cast Iron, White
F47001-F47006	Cast Iron, Corrosion
G00001-G99999	**AISI and SAE carbon and alloy steels (except tool steels)**
G10050-G10950	Carbon Steel
G15130-G15900	Carbon Steel
G11080-G11510	Resulfurized Carbon Steel
G12110-G12150	Rephosphorized and Resulfurized Carbon Steel
G13300-G13450	Mn Alloy Steel
G40120-G48200	Mo Alloy Steel, Cr-Mo Alloy Steel, Ni-Cr-Mo Alloy Steel, Ni-Mo Alloy Steel
G81150-G88220	Ni-Cr-Mo Alloy Steel
G50150-G52986	Cr Alloy Steel, Cr-B Alloy Steel
G61180-G61500	Cr-V Alloy Steel
G92540-G98500	Cr-Si Alloy Steel, Si-Mn Alloy Steel, Cr-S-Mn Alloy Steel, Ni-Cr-Mo Alloy Steel, Ni-Cr-Mo-B Alloy Steel
H00001-H99999	**AISI and SAE H-steels**
H10380-H15621	H-Carbon Steel, C-Mn H-Alloy Steel, C-B H Carbon Steel, Mn H-Carbon Steel, B- Mn H - Carbon Steel
H40270-H48200	C-Mo H-Alloy Steel, Cr-Mo H-Alloy Steel Ni-Mo H-Alloy Steel
H50401-H51601	C-Cr-B H-Alloy Steel, C-Cr H-Alloy Steel

H61180-H61500	Cr-V H-Alloy Steel
H81451-H94301	Ni-Cr-Mo H-Alloy Steel
J00001-J99999	**Cast steels (except tool steels)**
J01700-J05003	Carbon Steel Casting
J11442-J84090	Alloy Steel Casting
J91100-J92001	Austenitic Manganese Steel Casting, Alloy Steel Casting
J92110-J93000	Alloy Steel Casting Precipitation Hardening, Alloy Steel Casting, Cast Cr-Ni-Mo Stainless Steel, Cast Cr-Ni Stainless Steel, Cast Cr-Mn-Ni-Si-N Stainless Steel
J93001-J95705	Stainless Steel Casting, Cast Cr-Ni-Mo Stainless Steel, Alloy Steel Casting, Maraging Cast Ferritic-Austenic Stainless Steel, Duplex Alloy Steel Casting, Alloy Steel Casting
K00001-K99999	**Miscellaneous steels and ferrous alloys**
K00040-K08500	Carbon Steel, Carbon Steel with Special Magnetic Properties, Steel Welding Rod, Enameling Steel
K10614-K52440	Alloy Steel, Alloy Steel Electrode and Welding Wire, High-Strength Low-Alloy Steel
K90901-K95000	Alloy Steel, Superstrength; Ferritic Cr-Mo-V Steel; Manganese Steel, Nonmagnetic; Ni-Co Steel Welding Wire; Iron, Electrical Heating Element Alloy; Iron Thermostat Alloy; Martensitic Age-Hardenable Alloy; Maraging Alloy; Fe-Co Soft Magnetic Alloy; Nickel Steel; Invar; Iron, Nickel Sealing Alloy; etc.
S00001-S99999	**Heat and corrosion resistant steels (stainless), valve steels, iron-base "super alloys"**
S13800-S17780	Precipitation Hardenable Cr-Ni-Al-Mo-(Cu, Ti) Stainless Steels
S20100-S39000	Austenitic Cr-Mn-Ni (Si,Mo,Cu,Al) Stainless Steel; Thermal Spray Wire; Austenitic Cr-Mn-Ni Stainless Steel and Welding Filler Metal; Austenitic Cr-Ni Heat Resisting Steel and Welding Filler Metal; Precipitation Hardenable Cr-Ni-(Si, Ti, Mo, Al) Stainless Steel, etc.
S40300-S46800	Martensitic Cr Stainless Steel; Ferritic Cr Stainless Steel with Ti or Ni or Mo; Martensitic Cr-Ni-Mo Stainless Steel; Hardenable Cr Stainless Steel

S50100-S50500	Cr Heat Resisting Steels and Filler Metal
S63005-S64007	Valve Steel
S65006-S65007	Valve Steel
S65150-S67956	Iron Base Super alloy
T00001-T99999	**Tool steels, wrought and cast**
T11301-T12015	High-Speed Tool Steels
T20810-T20843	Hot-Work Tool Steels
T30102-T 30407	Cold Work Tool Steels
T31501-S31507	Oil-Hardening Steels
T41901-T41907	Shock-Resisting Tool Steels
T51602-T51621	Mold Steels
T60601-T60602	C-W Tool Steels
T61202-T61206	Low-Alloy Tool Steels
T72301-T72305	Water Hardening Tool Steels
T74000-T75008	Cr-Steels Solid Welding Wire for Machinable Surfaces and Tool and Die Surfaces
T87510-T87520	Thermal Spray Wire
T90102-T91907	Cast Tool Steels

موسسه استاندارد کانادا (CSA)

این موسسه، استانداردهای مرتبط با فلزات را تحت عناوین ذیل منتشر نموده است:

Structural Steels (CSA G40.20/40.21)
Pipeline Steels (CSA Z245.1)
Corrugated Steel Pipe (G401)
Wire Products (CSA G4, G12, G30.x, G279.2, G387)
Sprayed Metal Coatings (G189)
Welding Consumables (CSA W 48.x)

اکثر استانداردهای CSA از سیستم بین المللی واحدها (SI) پیروی می کنند و برخی از آنها نیز هر دو سیستم (متریک و اینچی) را پوشش می دهند مانند CSA G4 . برخی از آنها نیز در هر دو سیستم واحدها وجود دارند اما بصورت جداگانه منتشر می شوند مانند:
G 40.20/G40.21-92(Imperial) , CSA G40.20/G40.21-M92(SI)
با توجه به این که این استاندارد کاربرد چندانی در کشور ما ندارد لذا به همین مقدار بسنده شده و از ذکر جزئیات بیشتر خودداری می گردد .

موسسه ملی استاندارد آمریکا (ANSI)

ANSI سازمانی است که صحت عمومی استانداردهای منتشره توسط سازمانهایی نظیر AWS، ASME، ASTM، AWWA و غیره را مورد تائید قرار می دهد. این موسسه تضمین می کند که پدید آورندگان استاندارد از نظرات تمامی طرفهای ذینفع آن استاندارد در تدوین آن سند یا در بازبینی آن استفاده کرده اند. در ضمن کاربران استاندارد را مطمئن می سازد که توافق عمومی روی شرایط موجود در استاندارد (standard's provisions) وجود دارد و با استانداردهای ملی هیچگونه تزاحمی نداشته و آنها را به صورت غیر ضروری تشدید نمی کند.
نشانه ANSI پیش از یک استاندارد خاص منعکس کننده نقش این موسسه به عنوان هماهنگ کننده فعالیتها ی داوطلبانه تدوین استاندارد و سازمان تائید کننده و رفع ابهام کننده استانداردهای توافقی است. این گونه استانداردها با ANSI آغاز شده و به دنبال آن شماره انتشار یا نشانگر حروفی یا عددی آن استاندارد می آید مانند:

ANSI/AWS A 5.1-91 - Specification for Carbon Steel Electrodes For Shielded Metal Arc Welding.
ANSI/AWWA D 100-96 - Welded Steel Tanks for Storage

البته استانداردهایی نیز وجود دارند که فقط نام ANSI در آنها آمده است مانند:
ANSI Z87.1-1989 - Practice for Occupational and Educational Eye and Face Protection.

مراجع

1- Internet Document, www.key-to-steel.com
2-The Metals Black Book, Ferrous Metals, Vol. 1, 2nd ed., CASTI Publishing Inc., 1995

فصل پنجم

روش نامگذاری فولادها با استاندارد اروپا

سیستم نامگذاری فولاد با استاندارد اروپا (CEN)

کمیته اروپایی استاندارد (CEN) تشکلی از موسسه های ملی استاندارد کشورهای عضو اتحادیه اروپا و جامعه تجارت آزاد اروپاست. وظیفه اصلی CEN تدوین و انتشار استانداردهای اروپا (EN) است که به مجموعه ای از مشخصات فنی اطلاق می شود که با مشارکت طرف های ذینفع کشورهای مختلف عضو CEN منتشر می گردد. این استانداردها بر اساس اجماع عمومی منتشر شده و با رای اکثریت تصویب می شوند. استانداردهای تصویب شده باید توسط هر کشور عضو ، به عنوان استانداردهای ملی تلقی شده و هر استاندارد ملی مغایر با آن باید ملغی شود. نام گذاری استاندارد اروپا (EN) در هر کشور به این صورت است که ابتدا حروف مشخصه استاندارد ملی آن کشور آمده (مثلا" BS برای انگلستان یا DIN برای آلمان) و سپس EN و پس از آن عددی 5 رقمی می آید.
مثلا" BS EN 10025 یا DIN EN 10025. هر استاندارد EN می تواند شامل یک سند با چندین بخش باشد که تحت نام Part می آیند مثلا" EN 10028 Parts 1 to 8 که هر Part ویژگی خاصی از محصولات فولادی را مشخص می کند و بجای آوردن واژه Part در شماره استاندارد از یک خط تیره(hyphen) استفاده می شود مثلا" EN 10028-1 یعنی Part 1 .
پیشوند pr نشان می دهد که این سند یک استاندارد پیش نویس (draft standard) است که هنوز تائید نهایی نشده است.
مثلا" prEN 10088-1 (pr از واژه انگلیسی preliminary اخذ شده است)
از جمله اسناد دیگر منتشره توسط CEN که اهمیت دارند اسناد هماهنگ سازی (Harmonization Document) و استانداردهای اولیه اروپایی (European Prestandards) هستند که اولی را اختصارا" HD و دومی را ENV می نامند. HD مراحل تدوین و تصویب مشابه سایر استاندارد های EN دارد اما کاربرد آن انعطاف بیشتری داشته به طوری که شرایط خاص فنی برخی کشورها می تواند در آن لحاظ گردد. در مورد این نوع سند فقط بجای EN از HD برای مشخص شدن آن استفاده می شود. ENV نوعی استاندارد آینده نگر است که بصورت موقت در حوزه هایی از فناوری که خیلی سریع دچار تغییر و تحول می شوند یا جایی که نیاز اضطراری وجود دارد و جایی که ایمنی افراد و کالاها شامل نیست، تدوین می گردد. بدین ترتیب زمان لازم برای تدوین این استاندارد ها بسیار کاهش می یابد. ENV پس از تصویب، به مدت 3 سال به بوته آزمون گذارده می شود به این منظور که نهایتا" به EN یا HD تبدیل گردد. علامت شناسایی این گونه استاندارد ها همانند EN است فقط به جای حروف EN حروف ENV قرار می گیرند.
از سال 1995، قریب 40 درصد استانداردهای EN که هر ساله منتشر می شوند مستقیما" از استانداردهای ISO استفاده کرده اند. توافق وین بین CEN و ISO یک توافق رسمی بین این دو سازمان است که در حال حاضر 800 پروژه تدوین استاندارد تحت این همکاری در حال اجراست.

سیستم نامگذاری اروپایی فولادها – EN 10027

سیستم نامگذاری اروپایی فولادها در EN 10027 استاندارد شده است و شامل دو بخش Part 2-Steel Numbers Part 1- Steel Names است. این استاندارد مرجعی جهت فولادها بر اساس نام آن و شماره آن است. این روش بدین منظور به کار رفته است تا از سردرگم شدن احتمالی کاربر در تشخیص فولادها کاسته شده و نیز از مشکلات احتمالی آینده برای تصحیح نام یا شماره فولاد ها جلوگیری گردد. لازم به ذکر است که شماره فولاد و نام فولاد لزوما" قابل تبدیل به یکدیگر نیستند.

نام فولاد (Steel Name)

نام فولاد ترکیبی از حروف و اعداد است که نحوه نام گذاری در EN 10027-1 و در گزارش تکمیلی CEN با شماره CR 10260 آمده است. مطابق این سیستم نامهای فولاد ها در دو گروه به شرحی که بعدا" خواهد آمد تقسیم بندی می شوند. این سیستم از بعضی جنبه ها شبیه (اما نه همانند) روش نام گذاری ISO در گزارش فنی ISO TR 4949: 1989 با عنوان " نام های فولاد بر اساس حروف " است.

نام فولاد – گروه ۱

گروه 1 از استاندارد EN 10027-1 به فولادهایی اشاره دارد که بر اساس کاربرد و خواص مکانیکی یا فیزیکیشان مشخص شده اند. این فولادها با یک یا چند حرف مرتبط با کاربرد و به دنبال آنها عددی مرتبط با خواص ، مشخص می شوند.

بعنوان مثال، اسامی فولادهای ساختمانی با S که مخفف Structural است، آغاز می گردد. این حروف در زیر نمایش داده شده اند.

S Structural steels
P Pressure purpose steels
L Linepipe steels
E Engineering steels
B Steels for reinforcing concrete
Y Steels for prestressing concrete
R Rail steels or steels in the form of rails
H Cold rolled flat products of high strength steels for cold forming
D Flat products for cold forming
T Tinmill products (steel products for packaging)
M Electric steels

به دنبال این حروف عددی که مرتبط با ویژگی آن فولاد در ارتباط با کاربردش است ، می آید. به مثال زیر توجه کنید :
EN 10025 S 185 (structural steel with min. yield strength equal to 185 MPa.)

نام های فولادها – گروه ۲

این گروه برای مشخص کردن فولادها بر اساس ترکیب شیمیایی آنها در نظر گرفته شده است و به 4 زیر گروه بر اساس میزان عناصر آلیاژی تقسیم می شود. اولین زیر گروه شامل فولادهای غیر آلیاژی (به جز فولادهای تندبر) است که منگنز آنها به طور متوسط کمتر از 1 درصد است. این فولاد ها با حرف C که به دنبال آن میزان متوسط کربن برحسب صدم درصد می آید، مشخص می شوند.
دومین زیرگروه شامل فولادهای غیر آلیاژی با منگنز مساوی یا بیشتر از 1 درصد، فولادهای خوش تراش غیر آلیاژی و فولادهای آلیاژی (به جز فولادهای تندبر) به صورتی که درصد وزنی هر عنصر آلیاژی کمتر از 5% باشد، است.
برای این زیر گروه، نام فولاد شامل میزان متوسط کربن برحسب صدم درصد و به دنبال آن نشانه عناصر آلیاژی (البته به ترتیب مقدار درصد آن عنصر) می آید. بعد از این گروه علایم، اعدادی که نشان دهنده میزان عناصر آلیاژی است می آید (این اعداد به ترتیب نشان دهنده درصد متوسط عنصر آلیاژی نشان داده شده هستند که در ضریبی که بستگی به نوع عنصر دارد ضرب شده اند. این ضرائب در جدول زیر آمده اند)

Element	Factor
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10
Ce, N, P, S	100
B	1000

اعدادی که به عناصر آلیاژی متفاوتی اشاره می کنند به نزدیکترین عدد صحیح، گرد شده و با خط تیره جدا می شوند. در زیر یک مثال آمده است.

EN 10028 Part 2, 13CrMo4-5 nominally contains 0.13%C, 1% Cr, and 0.5% Mo

سومین زیر گروه بر اساس ترکیب شیمیایی برای فولادهای آلیاژی است (به غیر از فولادهای تندبر) که درصد وزنی حداقل یکی از عناصر آلیاژی بیش از 5% باشد. برای این زیر گروه، نام مشخصه با حرف X شروع شده و پس از آن میزان کربن بر حسب صدم درصد و به دنبالش نشانه عناصر آلیاژی (به ترتیب نزولی مقادیر آنها) و پس از آن اعداد نشان دهنده مقادیر عناصر آلیاژی می آید. همانند زیر گروه قبلی گرد شدن به نزدیکترین عدد صحیح در اینجا نیز انجام می گردد.

به مثال زیر توجه نمایید:

EN 10088 Part 1, X2CrNi18-9 nominally contains 0.02% C, 18% Cr, and 9%Ni

آخرین زیر گروه بر اساس ترکیب شیمیایی و برای فولادهای تند بر کاربرد دارد. در اینجا مشخصه فولاد شامل HS (که مخفف واژه High Speed می باشد) است که به دنبال آن عددی که نشان دهنده درصد عناصر آلیاژی که به ترتیب تنگستن، مولیبدن، وانادیم و کبالت هستند، می آید. هر عدد درصد متوسط عنصر مربوطه را مشخص می کند که به نزدیکترین عدد صحیح گرد شده و با سایر اعداد که نشانگر عناصر دیگر هستند توسط خط تیره فاصله ایجاد می گردد.

برای هر دو سیستم نامگذاری گفته شده در گروه 1 (بر اساس کاربرد و خواص) و گروه 2 (بر اساس ترکیب) اگر نام با حرف G شروع شده باشد نشانگر این است که فولاد از نوع ریختگی است.

شماره های فولادها (Steel Numbers)

استاندارد EN10027 Part 2 نام گذاری فولادها بر اساس شماره بیان می کند که می تواند تکمیل کننده نام گذاری با نام فولاد که در بالا به آن اشاره شد، باشد. در این روش تعداد ارقام ثابت بوده و برای داده پردازی مناسب است. عدد به صورت 1.XXXX است که عدد 1 اشاره به فولاد دارد.دو عدد اول پس از 1 گروه فولاد را مشخص می کنند. این گروه ها در جدول زیر آمده اند.

Non alloy steel		
Base steel	1.00XX - base steels	
Quality steels	1.01XX - general structural steels with $R_m < 500$ N/mm^2	
Special steels	1.11XX - structural, pressure vessel and engineering steels with C < 0.50%	
Alloy steels		
Quality steels	1.08XX - steels with special physical properties	
Special steels		
	Tool steels	1.23XX - Cr-Mo, Cr-Mo-V or Mo-V steels
	Miscelaneous steels	1.35XX - bearing steels
	Stainless and heat resisting steels	1.46XX - chemical resistant and high temperature Ni alloys
	Structural, pressure vessel and engineering steels	1.51XX - Mn-Si or Mn-Cr steels

ارقام بعدی نشانگر ترتیب (شماره سریال) هستند. همانطور که در جدول بالا دیده می شود فولادها به انواع مختلفی تقسیم شده اند که تقسیم بندی آنها در EN 10020 آمده است و در اینجا به آنها اشاره می کنیم.

فولادهای غیر آلیاژی (Non-alloy steels)

فولادهای پایه (base steels)، کیفی (quality steels) و ویژه (special steels) در این گروه قرار دارند که بـدین منظـور ارقـام دوم و سوم شماره فولاد، رده کیفی فولاد را با توجه به کاربرد یا خواص مشخص می کنند.
مطابق استاندارد EN 10020 ، فولاد پایه غیر آلیاژی توسط روش های معمولی فولاد سازی تولید می شود و بـه عملیـات حرارتـی نیـاز ندارد. این نوع فولاد الزامات کیفی خاصی (نظیر مطلوبیت جهت کشش سرد و ...) ندارد و عناصر آلیاژی دیگری به جز منگنز و سیلیسیم نیز ندارد.
فولاد کیفی غیر آلیاژی الزامات کیفی بیشتری نسبت به فولاد پایه نظیر، استحکام شکست، اندازه دانه یا شکل پـذیری دارد. در عـین حـال فولادهای کیفی الزامات خاصی برای عملیات حرارتی یا عاری بودن از آخال ها (non-metalic inclusion) ندارند.
فولادهای ویژه غیر آلیاژی آخال کمتری نسبت به فولادها پایه دارند (تمیزترند) . آنها عموما" برای کـوئنچ و تمپرشـدن یـا سـخت کـردن سطحی تولید می شوند. کنترل دقیق ترکیب شیمیایی و دقت در تولید و کنترل فرآیند تولید باعث می شود تا این دسته از فولادهـا خـواص بهبود یافته ای (بعنوان مثال استحکام تسلیم، سختی پذیری) داشته باشند و به همین سبب دارای ویژگیهای ثابتی نظیر استحکام ضـربه یـا سختی معین (پس از عملیات حرارتی خاص) یا مقادیر کم فسفر و گوگرد و آخال باشند.

فولادهای آلیاژی (Alloy steels)

استاندارد EN 10020 بین فولادهای کیفی آلیاژی و فولادهای ویژه آلیاژی تفاوت قائل شده است. فولاد کیفی آلیـاژی بـرای عملیـات حرارتی کوئنچ- تمپر یا سخت کاری سطحی طراحی نشده اند بلکه جاهایی به کار می روند که خواص خاص مورد نیاز است. این رده شامل برخی فولادهای ساختمانی دانه ریز برای جوشکاری، برخی از فولادهای الکتریکی و فولادهای آلیاژی برای کاربردهای شکل دادن سرد بـا کاهش سطح مقطع زیاد می باشند.
رده فولادهای آلیاژی ویژه شامل فولادهای زنگ نزن، فولادهای نسوز، فولادهای مقاوم به خزش، فولادهای ابـزار، فولادهـای مهندسـی، فولادهای ساختمانی ویژه و فولادهای با خواص فیزیکی خاص می باشند.
مشخصه این رده کنترل دقیق ترکیب شیمیایی و فرآیندهای تولید است.

سایر استانداردهای اروپایی مرتبط با فولادها

همانطور که پیش از این نیز اشاره شد، فولادها را می توان بر مبنای روش تولید، شکل محصول و ... نیز تقسیم بنـدی کـرد.EN 10079 اشکال مختلف تولیدی فولادها را تقسیم بندی می کند. این تقسیم بندی شامل محصولات تخت (Flat Products) که پوشش دارند یا ندارند شامل ورق، نوار، فولادهای الکتریکی و ... محصولات طولی (Long Products) شامل سیم ، مفتول و ... و سایر محصولات نظیر محصولات آهنگری و محصولات تولید شده توسط متالورژی پودر را در بر می گیرد. در ضمن واژه ها و تعاریف مرتبط با عملیـات حرارتـی را می توان در EN 10052 یافت.

فصل ششم
نامگذاری فولادها در استانداردهای کشورهای صنعتی

مقدمه

پیش از این و در فصل گذشته به استاندارد اروپا و استاندارد های آمریکایی در نامگذاری فولادها پرداخته شد. در این فصل سعی می گردد که استانداردهای رایج در کشور ما (استانداردهای GOST و DIN) با جزئیات بیشتر و سایر استانداردها (AFNOR و JIS) در حد اشاره مورد بررسی قرار گیرند.

سیستم نامگذاری فولادها طبق DIN

قبلا هر فولادی با نام شرکت تولید کننده آن فولاد نامگذاری می شد. به این ترتیب ناهماهنگی کلی در نامگذاری وجود داشت. کمیته استاندارد آلمان در اولین انتشار برنامه فولاد، در سال 1942، تصمیم گرفت که به هر نوع استاندارد شده یک نشانه کوتاه اختصاص داده شود تا اینکه به صورت واضح در مدارک قطعات، نقشه ها، سفارشها و مکاتبات مشخص گردد. در ابتدا نام کوتاه فولادها تا حد ممکن ساده بود اما از سیستم واحدی پیروی نمی شد. مدتی بعد در DIN 17006 سیستمی متشکل از حروف و اعداد برقرار گردید که به سهولت بتوان به کمک نام کوتاه فولاد، خصوصیات مربوط را بدست آورد. علاوه بر این در DIN 17006 یک سیستم عددی به عنوان شماره مواد وضع گردیده که نه فقط برای فولادها بلکه برای سایر آلیاژهای غیر آهنی نیز صادق است.

نام کوتاه

نام کوتاه فولادها بر اساس دو تقسیم بندی مختلف ساخته می شود:
بسته به خواص کاربردی و بسته به ترکیب شیمیایی

نامگذاری بر اساس خواص کاربردی

در اینجا نام کوتاه به فولادهای عمومی ساختمانی اختصاص داشته که بعد از St به معنی فولاد، عددی که مشخص کننده حداقل استحکام کششی است، نوشته می شود. این عدد بر حسب واحد kg/mm^2 بیان شده که حدود 1/10 از مقدار آن بر حسب N/mm^2 بزرگتر می باشد. مثلا St37 فولادی است با حداقل استحکام کششی $37\ kg/mm^2$ که معادل با $360\ N/mm^2$ است.
در صورت نیاز به توضیحات ضروری از حروف زیر قبل از St استفاده می شود:
Q فولادهای ویژه شکل دادن سرد (کله زنی) مثلاQ St37-3
R فولادهای آرام و نیمه آرام، مثلا R St37-2
U فولاد ناآرام (جوشان) مثلا U St37-2
در صورت نیاز درجه کیفیت فولادهای همانند را با عددی که در انتهای نام کوتاه فولاد نوشته می شود، مشخص می کنند.

نامگذاری فولادهای غیر آلیاژی

نام کوتاه عموما" از علامت شیمیایی C و عدد مشخصه مقدار کربن تشکیل شده است، مثلا" C15 .
جهت تمایز فولادهای غیر آلیاژی یا مشخصه وابستگی آن به گروه معینی از فولادها، بعد از علامت C حروف زیر با معانی معینی می آیند:

f فولاد برای سخت کاری شعله ای و القایی، مثلا" Cf 53 .
k فولاد نجیب با مقدار پایین فسفر و گوگرد، مثلا" Ck 15 .
m فولاد نجیب با محدوده معینی از – نه فقط حد مجاز بالا- مقدار گوگرد، مثلا" Cm 35 .
q فولادهای کربوره و بهسازی جهت کله زنی سرد، مثلا" Cq 35

گاهی بعد از عدد مشخصه مقدار کربن، حرف مشخصه زیر نیز می آیند:

W کیفیت فولاد ابزاری، مثلا" C 110 W
W1 فولاد ابزاری با کیفیت درجه اول مثلا" C 80 W1
W2 فولاد ابزاری با کیفیت درجه دوم ، مثلا" C 80 W2

نامگذاری فولادهای آلیاژی

فولادهای آلیاژی فقط بر حسب ترکیب شیمیایی نامگذاری می شوند. این روش، مشخصه دقیق فولاد را بیان می کند. به علاوه ایـن روش نامگذاری فولاد را در حالت بلوک خام ریخته گری امکانپذیر می کند. البته نمی توان به نوع فرآیند و عملیات حرارتی که روی آن انجام می شود و یا خواص استحکامی آن که بعدا به دست می آید، مثلا بهسازی، پی برد.
نامگذاری کامل یک فولاد آلیاژی به ترتیب زیر است:
حروف شناسایی نوع ذوب ریزی،
حروف شناسایی خواصی که مشروط به فرآیند ذوب ریزی و عمل آوری آن است،
عدد مشخصه کربن،
علامت شیمیایی عناصر آلیاژی،
عدد مشخصه افزوده های آلیاژی،
رقم مشخصه محدوده های تضمینی،
حروف مشخصه وضعیت عملیات حرارتی و
عدد مشخصه استحکام کششی تضمینی یا سایر خواص تعیین کننده

عدد مشخصه کربن

صد برابر مقدار کربن به عنوان عدد مشخصه کربن مطرح می شود، جهت تمایز نامهای تجاری خیلی مشابه، در صـورت نیـاز مقـدار آن بـه اندازه 1 واحد کم و یا زیاد نشان داده می شود. در فولادهای آلیاژی- به منظـور رعایـت اختـصار از C صـرف نظـر مـی شـود.C فقـط در فولادهای غیر آلیاژی قبل از عدد مشخصه قرار می گیرد.

نشانه عناصر آلیاژی

برای مشخص کردن عناصرآلیاژی، اصولا" نشانه به کار می رود. این نشانه ها بلافاصله بعد از عدد مشخص کننده میزان کـربن قـرار مـی گیرند، البته به ترتیب مقدار درصد. در صورت یکسان بودن درصد عناصر، نشانه ها به صورت الفبایی مرتب می شوند. بعد از این گروه نـشانه ها اعداد مشخصه آلیاژ مانند ترتیب نشانه ها می آیند، در حقیقت گروه اعداد در کنار هم قرار می گیرند.
به عنوان یک قاعده می توان گفت که آن دسته از عناصر آلیاژی برای نامگذاری انتخاب می شود که برای مشخصه فـولاد یـا تمـایز آن از سایر فولادهای مشابه لازم است. یعنی اعداد مشخصه مربوط به این آلیاژهاست .

اعداد مشخصه افزوده های آلیاژی و ضرایب

مفهوم و هدف از استفاده از ضرایب، کوچکتر کردن اعداد مشخصه تا حد ممکن می باشد (همچنین حذف اعشار) که به همراه نشانه هـای عناصر بسته به مقدار درصد آنها در گروههایی مشخص قرار می گیرند.
بدین ترتیب هر فولاد را می توان بسته به نوع و مقدار عناصر آلیاژی آن مرتب کرد، به علاوه در این سیستم آینده نیز در نظـر گرفتـه شـده است زیرا فولادهای جدید را هم می توان در استاندارد فولادها جای داد.
اعداد مشخصه آلیاژها با حاصلضرب مقدار میانگین عناصر آلیاژی (یا مقدار واقعی عناصر آلیاژی در مذاب) در ضرائب جدول صـفحه بعـد بـه دست می آیند.
اگر مقدار عناصرآلیاژی زیاد باشد به منظور کوتاه شدن عدد مشخصه برای عناصرآلیاژی ضریب 1 به کار می رود، ولی بـرای کـربن همـان 100 استفاده می شود. برای تمایز فولادهای کم آلیاژ و پر آلیاژ حرف X در ابتدا می آید. سیستم نامگذاری بدین صورت می باشد:
حرف X (قبل از عدد مشخصه کربن)
عدد مشخصه کربن
نشانه عناصرآلیاژی تعیین کننده
نشانه عناصر آلیاژی

حذف حرف مشخصه X

اگر عدد مشخصه مقدار کربن به جهت عدم اهمیت حذف شود، به منظور هر چه کوتاه شدن مشخصه فولاد از نوشتن X نیز صرف نظر می شود. مثلا NiCr20TiAl

به چند مثال توجه کنید:

نوع آلیاژ : C0.1,Cr 18, Ni 8 % مشخصه این فولاد چنین است : X10CrNi18 8

نوع آلیاژ : C0.20,Cr 13% مشخصه فولاد فوق چنین است : X20Cr13

سیستم نامگذاری فولادهای ریختگی

نامگذاری فولادهای ریختگی، چدنهای خاکستری و چدنهای چکش خوار با حرف G شروع می شود و بعد از علامت خط تیره (-) مشخصه فولاد ذکر می شود.

نوع آلیاژ : C0.07,Cr18,Ni9%+Nb مشخصه فولاد فوق چنین است : G-X7CrNiNb 18 9

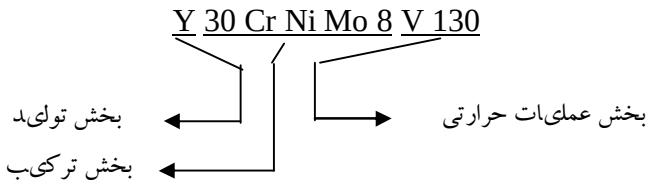
علامت کوتاه فولادهای تندبر

علامت کوتاه فولادهای تندبر بدین ترتیب نوشته می شود که بعد از علامت S (مخفف Schnellarbeitsstahl) اعدادی نوشته می شود که به ترتیب مقادیر عناصر آلیاژی تنگستن، مولیبدن، وانادیم و کبالت را بیان می کند، مثلا" S 6-5-2-5 اگرفولاد تندبری کبالت نداشته باشد چهارمین عدد حذف می شود، مثلا فولاد S 6-5-2 علامت کرم در مشخصه فولاد نمی آید، زیرا همه فولادها ی تندبر تقریبا" 4% کرم دارند.

در فولادهایی که برخلاف معمول حاوی مقدار بالایی کربن ضمن داشتن ترکیب شیمیایی یکسان هستند، مانند فولادهای پایه، جهت مشخصه آن بعد از حرف S حرف C قرار می گیرد، که دلالت بر مقدار غیر معمول کربن دارد، مثلا" SC 6-5-2

مشخصه کامل فولاد طبق DIN 17006

در بخشهای قبلی مطالبی به اختصار در خصوص نامگذاری فولادها طبق DIN 17006 آورده شد. نامگذاری فولادها طبق این استاندارد با توجه به مثال زیر از سه بخش مشخص تشکیل شده است:



با توجه به اینکه فولادها از نظر تولید، ترکیب و عملیات حرارتی انواع مختلفی دارند بدین جهت علایم مشخصه فولادها کـه در نامگـذاری ذکر می شود به صورت جدول زیر بیان می شود:

معنی حروف و اعداد مشخصه فولاد طبق DIN 17 006					
بخش تولید فولاد		**بخش ترکیب فولاد**		**بخش عملیات حرارتی فولاد**	
وضعیت عملیات حرارتی		قابل سختکاری-شعله ای و یا-القایی	f	**علایم ریختگی**	
برگشت شده	A	محتوی کم-گوگرد ویا فسفر	k	ریخته گری عمومی	G
پیر سختی شده	AH	محتوی تضمینی گوگرد در فولاد غیر آلیاژی	m	چدن خاکستری	GG
رسوب سازی گرم شده	AL	دامنه تضمینی محتوی گوگرد در فولاد	S	چدن چاپیده	GH
قابلیت ماشینکاری خوب	B	فولاد (بدون ذکر ترکیب)	St	فولاد ریختگی	GS
عملیات حرارتی شده جهت دستیابی به استحکام معین	BF	**ضریب**	**نشانه عنصر**	چدن چکش خوار، چدن قیچی	GT
سختکاری کربوره شده	E	10	Al	چدن چکش خوار مغز سفید	GTS
بازپخت نرم شده	G	10	B	چدن چکش خوار مغز سیاه	GTW
براق	g	10	Be	چدن خاکستری آستنیتی-گرافیت ورقه ای	GGL
بازپخت شده سمنتیت کروی (در DIN 17 006 نیست)	GKZ	100	C	چدن گرافیت کروی	GGG
سختکاری شده	H	100	Ce	ریخته گری در قالب فلزی	GK
سختکاری سطحی شعله ای شده	HF	4	Co	ریخته گری گریز از مرکز	GZ
سختکاری سطحی القایی شده	HJ	4	Cr	**فرآیند ذوب ریزی**	
شکل دهی سرد شده	K	10	Cu	فولاد بسمر	B
کشش براق	KBK	-	Fe	بازی، مثلا" MB	B…
بازپخت انحلال	L	-	Mg	فولاد الکترو	E
مات	m	4	Mn	ذوب ریزی کوره شعله ای	F
بازپخت نرمال شده	N	10	Mo	فولاد الکترو(در کوره القایی)	J
نیتروره شده	NT	100	N	فولاد زیمنس-مارتین	M
وبر	r	10	Nb	فولاد پودلاژ	PP
بازپخت تنش گیری شده	S	4	Ni	فولاد جوشکاری	SS
پوسته گیری شده	SH	100	P	فولاد توماس	T
بدون عملیات حرارتی	U	10	Pb	فولاد بوته ای	TI
بهسازی شده	V	100	S	فولاد خلاء	V
فولاد ابزاری غیر آلیاژی	W	4	Si	فولاد هوای تازه	W
گروه کیفی فولاد ابزاری = 1,2,3	W	-	Sn	فولاد دمش اکسیژن	Y
کارسختی سرد- گرم	WK	10	Ta	اکسیدی، مثلا" MY	Y…
رقم مشخصه محدوده تضمینی		10	Ti	**نوع ریخته گری**	
تنش تسلیم	.1	10	V	نیمه آرام ریخته شده	H
آزمایش تا و سرکوبی	.2	4	W	ناآرام ریخته شده	U
چقرمگی ضربه	.3	-	Zn	آرام ریخته شده	R
.1+.2	.4	10	Zr	آرام ویژه ریخته شده	RR
.2+.3	.5			**خواص ویژه**	
.1+.3	.6			پایدار به پیر سازی	A
				محتوی–P یا –S زیاد	G
.1+.2+.3	.7			محتوی–P و /یا –S کم	K
مقاومت دمای بالا و-خستگی	.8			پایدار به قلیا	L
خواص الکتریکی یا مغناطیسی	.9			قابل کله زنی	Q,q
				قابلیت جوشکاری ذوبی	S
				پر آلیاژ (ضریب 1)	X
				قابل کشش	Z

به برخی مثالها توجه فرمایید:

مشخصه فولاد	بخش تولید	بخش ترکیب	بخش عملیات حرارتی
Ck 15		دارای0/15 درصد کربن و فسفر و گوگرد کم	
16 Mn Cr5 K		دارای0/16 درصد کربن و 1/25درصد منگنز ، مقدار کرم ذکر نشده	شکل دهی سرد شده
EB 13 CrV5 3,8 E	فولاد الکترو، بازی	دارای0/13 درصد کربن و 0/3درصد وانادیم و 1/25درصد کرم	سختکاری کربوره شده
X 75 WCrV 18 4		فـولاد ابـزاری آلیـاژی دارای4درصـد کـرم و18 درصـد تنگـستن و 0/75درصد کربن، مقدار وانادیم ذکر نشده	
RSt37-2	آرام ریخته شده	فولاد ساختمانی با استحکام کششی 37 کیلوگرم بر میلیمتر مربع	

سیستم شماره گذاری مواد برای فولادها و فولادهای ریختگی طبق DIN 17 007

شماره مواد یک عدد هفت رقمی به قرار زیر است:

X.XXXX.X

X گروه اصلی مواد
XXXX شماره نوع
X ارقام پیوست

گروه اصلی مواد

برای گروه اصلی مواد می توان نوشت:
0 چدنها و آلیاژهای فررو
1 فولادها
2 فلزات سنگین غیر از Fe
3 فلزات سبک
4 تا 8 فلزات غیر آهنی
9 آزاد برای کاربردهای داخلی
گروه اصلی 0و1 مربوط به همه موادی است که در آن آهن (Fe) بیشترین مقدار را دارد.

شماره نوع

دو رقم اول شماره نوع فولاد و دو رقم بعدی ارقام شمارنده می باشند.
نوع فولاد به گروههای زیر تقسیم بندی می شود:
فولادهای پایه و کیفی و فولادهای نجیب
این گروهها بر حسب ترکیب شیمیایی و نیز ویژگیهای قابل توجه که از شرایط فنی کاربردی و تولیدی حاصل می شـود، بـه زیـر مجموعـه های کوچکتر تقسیم بندی می شوند.
از ارقام شمارنده نمی توان در مورد میزان کربن و عناصر آلیاژی اظهار نظر کرد.

ارقام پیوست

ارقام پیوست فقط وقتی به کار می روند که برای مشخصه واضح مواد لازم است.
اولین رقم پیوست جهت مشخصه فرآیند تولید فولاد به کار می رود، بدین ترتیب که :
0 نامعین یا اهمیت نامشخص
1 فولاد توماس ناآرام
2 فولاد توماس آرام
3 فولاد نا آرام سایر انواع ذوب ریزیها، مثلا" فولاد ویژه – هوا دمش
4 فولاد آرام سایر انواع ذوب ریزیها، مثلا" فولاد ویژه – هوا دمش
5 فولاد زیمنس – مارتین ناآرام
6 فولاد زیمنس – مارتین آرام
7 فولاد اکسیژن دمش ناآرام
8 فولاد اکسیژن دمش آرام
9 فولاد الکترو
دومین رقم پیوست جهت مشخصه وضعیت عملیات حرارتی به کار می رود:
0 بدون عملیات حرارتی یا عملیات حرارتی دلخواه (بعد از شکل دادن هیچگونه عملیات حرارتی معینی نه درخواست می شود و نه انجام می گیرد، معمولا" در وضعیت نورد گرم محصولات به همان صورت تحویل داده می شود.)
1 بازپخت نرمال
2 بازپخت نرم
3 عملیات حرارتی جهت ماشینکاری آسان
4 بهسازی چقرمه
5 بهسازی
6 بهسازی سخت
7 تغییر شکل سرد
8 تغییر شکل سرد سختی فنری
9 عملیات حرارتی بر حسب داده های مشخص

مثال برای شماره مواد

از شماره مواد 1.2713 می توان نتیجه گرفت :
1 شماره اصلی = فولاد
27 کلاس نوع = فولاد ابزاری، دارای نیکل
13 ارقام شمارنده = مخصوص فولاد : 0.55% C, 0.7%Cr, 1.7%Ni, 0.3%Mo +V

استاندارد روسی نامگذاری فولادها (GOST)

Russian	Transiliteration	element
А	A	-
Б	B	نیوبیم
В	V(W)	تنگستن
Г	G	منگنز
Д	D	مس
Е	E	-
Ж	Zh	-
З	Z	سلنیم
и	I	-
й	Y	-
К	K	کبالت
л	L	-
М	M	مولیبدن
Н	N	نیکل
О	O	-
п	P	-
Р	R	بر
С	S	سیلیسیوم
Т	T	تیتانیم
У	U	کربن
Ф	F	وانادیم
Х	Kh	کرم
ц	Ts	-
ч	Ch	-
Ш	Sch	پیشوند
щ	Shch	-
ы	Y	-
э	E	
Ю	Ju	آلومینیوم
я	Ya	-

طبق این استاندارد، مشخصه فولادها از نشانه عنصر آلیاژی و عدد بعد از آن که مقدار میانگین عناصر مربوطه را بـه درصـد بیـان مـی کنـد تشکیل شده است. از عناصری که مقدار آن جزئی است صرف نظر می شود. در آن صورت مقدار آلیاژ حدود 1 % است.

برای گروههای مشخص فولادها این پیشوندها به کار می روند:

R - برای فولاد های تندبر

U – برای فولادهای ابزاری غیر آلیاژی

Sch – برای فولادهای یاتاقانهای غلتشی (بلبرینگها)

فولادهای ابزار

عدد اول مقدار میانگین C را به صدم درصد بیان می کند. اگر مقدار آن حدود 1% و یا بیشتر از 1% شود حذف می شود.
فولادهای غیر آلیاژی:

U8A C 0.80 Mn 0.25 Si 0.25 (معادل 1.1525) A فولاد نجیب
U8GA C 0.85 Mn 0.50 Si 0.25 G فولاد منگنز بالا

فولادهای آلیاژی:

4Ch5MF1S V 1 Cr 5 Si 1 Mo 1.3 C 0.40 (معادل 1.2344)
Ch12WM V 0.2 Cr 12 W 0.7 Mo 0.8 C 2.00

فولادهای تندبر:
اولین عدد بعد از حرف R مقدار تنگستن را بیان می کند.

R 18 W18% (معادل 1.3355)
R10K5F5 W10; Co 5; V 5%

فولادهای ساختمانی

فولادهای کربنی ساختمانی با کیفیت معمولی:
این فولادها با ST شروع شده و پس از آن اعداد 0 تا 6 می آید که چه این عدد بزرگتر باشد مقدار کربن موجود در فولاد بیشتر بوده و در نتیجه استحکام آن بیشتر و شکل پذیری کمتری دارد.
فولادهای کربنی ساختمانی با کیفیت:
اولین عدد مقدار میانگین C را به صدم درصد بیان می کند. حرف A علاوه بر مشخصه نیتروژن (اگر در آخر مشخصه قرار گیرد) بیان کننده درجه خلوص بالا، کاهش مقدار P و S و نیز تنگ بودن محدوده آنالیز می باشد.

30Ch3MF C0.3;Cr 2.7;Mo0.3;V0.1;P Max.0.035;S Max.0.035%
30ChN3A C0.3;Cr 0.8;Ni3;P Max.0.025;S Max.0.025%

فولادهای زنگ نزن و نسوز

اولین عدد، مقدار میانگین و یا حداکثر C (در موارد معدودحد پایین) را به صدم درصد بیان می کند. حرف A (نیتروژن) نباید در آخر مشخصه قرار گیرد.

08Ch 17N13M2T CMax.0.08;Cr 17; Ni 13;Mo2;Ti 0.5%
55Ch20G9AN4 C0.55;Cr20;Mn9;N 0.5;Ni 4% (معادل 1.4871)

فولادهای یاتاقانهای غلتشی (بلبیرینگها)

عدد بعد از نشانه عنصرکرم مقدار ده برابر کرم را بیان می کند.

SchCh6 C 1.1;Cr 0.6 %
SchCh15SG C 1.1;Cr 1.5;Si 0.6;Mn %
برای آشنایی بیشتر به نحوه نامگذاری برخی از گریدهای مختلف فولاد توجه فرمایید:

Grade of Steel	Content of Elements, %								
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	Al	S max	P max
Carbon Steel of Common Quality, GOST 380									
ST1KP	0.06-0.12	0.25-0.50	<=0.05	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.050	0.040
ST1PS	0.06-0.12	0.25-0.50	0.05-0.15	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.050	0.040
ST1SP	0.06-0.12	0.25-0.50	0.15-0.30	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.050	0.040
ST2KP	0.09-0.15	0.25-0.70	<=0.05	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.050	0.040
ST2PS	0.09-0.15	0.25-0.70	0.05-0.15	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.050	0.040
ST2SP	0.09=0.15	0.25-0.70	0.15-0.30	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.050	0.040
ST3KP	0.14-0.22	0.30-0.80	<=0.05	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.050	0.040
ST3PS	0.14-0.22	0.40-0.85	0.05-0.15	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.050	0.040
ST3SP	0.12-0.22	0.40-0.85	0.15-0.30	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.050	0.040
Carbon Steel of Common Quality, GOST 380									
ST3GPS	0.14-0.22	0.80-1.10	<=0.15	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.050	0.040
ST3GSP	0.14-0.20	0.80-1.10	0.15-0.30	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.050	0.040
ST4SP	0.18-0.27	0.40-0.70	0.15-0.30	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.050	0.040
ST5PS	0.28-0.37	0.50-1.00	0.05-0.15	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.050	0.040
ST5SP	0.28-0.37	0.50-1.00	0.15-0.30	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.050	0.040
Structural High grade Carbon steel GOST 1050									
08KP	0.05-0.12	0.25-0.50	<=0.03	<=0.10	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
08PS	0.05-0.11	0.35-0.65	0.05-0.17	<=0.10	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
08	0.05-0.12	0.35-0.65	0.17-0.37	<=0.10	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
10KP	0.07-0.14	0.25-0.50	<=0.07	<=0.15	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
10PS	0.07-0.14	0.35-0.65	0.05-0.17	<=0.15	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
10	0.07-0.14	0.35-0.65	0.17-0.37	<=0.15	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
15KP	0.12-0.19	0.25-0.50	<=0.07	<=0.25	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
15PS	0.12-0.19	0.35-0.65	0.05-0.17	<=0.25	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
15	0.12-0.19	0.35-0.65	0.17-0.37	<=0.25	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
20KP	0.17-0.24	0.25-0.50	<=0.07	<=0.25	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
20PS	0.17-0.24	0.35-0.65	0.05-0.17	<=0.25	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
20	0.17-0.24	0.35-0.65	0.17-0.37	<=0.25	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
25	0.22-0.30	0.50-0.80	0.17-0.37	<=0.25	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
30	0.27-0.35	0.50-0.80	0.17-0.37	<=0.25	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
40	0.37-0.45	0.50-0.80	0.17-0.37	<=0.25	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
45	0.42-0.50	0.50-0.80	0.17-0.37	<=0.25	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
Low Carbon High Grade Steel for Cold Stamping GOST 9045									
08uu	<=0.07	0.20-0.35	<=0.01	<=0.03	<=0.06	<=0.06	0.02-0.07	0.025	0.020
08kp	<=0.10	0.20-0.40	<=0.03	<=0.10	<=0.10	<=0.15	---	0.030	0.025

08Pps	<=0.09	0.20-0.45	<=0.04	<=0.10	<=0.10	<=0.15	---	0.030	0.025
Structural High Grade Steel for Cold Stamping									
08ua	<=0.10	0.20-0.40	<=0.03	<=0.10	<=0.15	<=0.20	0.02-0.08	0.025	0.020
Low alloyed Steel GOST 4041									
09G2S	<=0.12	1.3-1.7	0.5-0.8	<=0.30	<=0.30	<=0.30	<=0.05	0.040	0.035
09G2S	<=0.12	1.4-1.8	0.17-0.37	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
09G2L	<=0.12	1.4-1.8	0.17-0.37	<=0.30	<=0.30	0.15-0.30	---	0.040	0.035
12GS	0.09-0.15	0.8-1.2	0.5-0.8	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
16GS	0.12-0.18	0.9-1.2	0.4-0.7	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
17GS	0.14-0.20	1.0-1.4	0.4-0.6	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
17GIS	0.15-0.20	1.15-1.6	0.4-0.6	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
14G2	0.12-0.18	1.2-1.6	0.17-0.37	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
10G2S1	<=0.12	1.3-1.65	0.8-1.1	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.040	0.035
10G2S1D	<=0.12	1.3-1.65	0.8-1.1	<=0.30	<=0.30	0.15-0.30	---	0.040	0.035
10HSN1D	<=0.12	0.5-0.8	0.8-1.1	<=0.30	<=0.30	0.4-0.6	---	0.040	0.035
A	<=0.21	0.6-1.0	0.15-0.35	<=0.30	<=0.30	<=0.30	---	0.035	0.035
V	<=0.21	0.6-1.1	0.15-0.35	<=0.30	<=0.30	<=0.30	<=0.06	0.035	0.035
D	<=0.18	0.6-1.4	0.15-0.50	<=0.30	<=0.40	<=0.30	0.015-0.06	0.035	0.035
A32	<=0.18	0.9-1.6	0.15-0.50	<=0.20	<=0.40	<=0.35	0.015-0.06	0.035	0.035
D32	<=0.18	0.9-1.6	0.15-0.50	<=0.20	<=0.40	<=0.35	0.015-0.06	0.035	0.035
A36	<=0.18	0.9-1.6	0.15-0.50	<=0.20	<=0.40	<=0.35	<=0.06	0.035	0.035
D36	<=0.18	0.9-1.6	0.15-0.50	<=0.20	<=0.40	<=0.35	0.015-0.06	0.035	0.035

استاندارد فرانسوی نامگذاری فولادها

علامتهای قراردادی که توسط AFNOR در فرانسه معمول است، به قرار زیر می باشد:
طبقه بندی فولادها ابتدا در چهار گروه زیر صورت می گیرد:
1 فولادهای غیرآلیاژی معمولی
2 فولادهای غیر آلیاژی قابل عملیات حرارتی
3 فولادهای کم آلیاژی، که در آنها مقدار هیچ عنصری از 5 درصد بیشتر نیست
4 فولادهای پرآلیاژ، که در آنها حداقل یکی از عناصر بیش از 5 درصد است

الف) گروه اول یا به صورت Adx نشان داده می شوند، (فولادهای معمولی تجاری که هیچ گونه مشخصه ای برای آنها داده نشده است)، و یا به صورت دیگری که با حرف A شروع می شود و سپس دو عدد دیگر به دنبال آن می آید. از این دو عدد، رقم اول مشخصه استحکام مکانیکی فولاد و رقم دوم شامل یکی از اعداد از 1 تا 5 می باشد که مشخص کننده درجه خلوص فولاد است(مانند A30-2) .
ب) گروه دوم شامل فولادهای غیر آلیاژی برای عملیات حرارتی است که با دو حرف مشخص شده است. عددی که پس از این دو حرف می آید، صد برابر درصد کربن فولاد را نشان می دهد(مانند CC40 یعنی فولاد با 0/4 درصد کربن) .

اگر مقدار گوگرد و فسفر فولاد کم باشد، فولاد را با XC مشخص می کنند. در این حالت نیزدو عددی که پس از حروف مشخصه می آیـد، درصد کربن را نشان می دهد. چنانچه دنبال این دو حرف TS باشد، مقصود فولادی است که برای عملیات سختکاری سطحی به کار مـی رود و در صورتی که S به تنهایی باشد، برای فولادهائی است که از نظر جوشکاری تضمین شده اند.

	XC 10	XC 38 TS	XC185
معادل استانداردهای SAE, AISI	1010	1038	1017

ج) در گروه سوم، علامت قراردادی با عددی شروع می شود که صد برابر درصد کربن را مشخص می کند. به دنبال این عـدد، حروفـی کـه مشخصه عناصر اضافه شده به فولاد می باشند، به ترتیب مقدار درصد آنها نوشته می شوند. سپس در پی آنها عددهائی که مـشخص کننـده مقدار عنصر یا عناصری است که مهمتر(تعیین کننده) می باشند، می آیند.

	32 C4	16 NC6	35 NCD6
معادل استانداردهای SAE, AISI	5132	5115	4337

د) گروه چهارم، مربوط به فولادهای پر آلیاژ است. در این فولادها، اولین علامت با Z شروع می شود و سپس به دنبال آن عددی است کـه مشخص کننده صدبرابر درصد کربن فولاد می باشد. بعد از آن، نشانه یا نشانه های مربوط به عناصر آلیاژی موجود در فولاد به ترتیب مقدار درصد آنها می آید و در آخر یک یا دو گروه و گاهی سه گروه از اعداد که معادل درصد این عناصر است، نوشته می شود.

مثال :

	Z40C13	18-08	Z10 CN
معادل استانداردهای SAE, AISI	51420(420)	(301)	30301

علامتهای اختصاری که برای عناصر آلیاژی به کار برده می شوند، به قرار زیر می باشد:

سرب Pb	آلومینیوم A
سیلیسیم S	کرم C
گوگرد F	کبالت K
تیتانیوم T	مس U
تنگستن W	منگنز M
وانادیم V	مولیبدن D
	نیکل N

ملاحظه می شود که در چهار گروه فوق چگونه می توان فورا ترکیب تقریبی شیمیایی فولاد را باز شناخت.

در مورد فولادهای کم آلیاژ باید توجه داشت که درصدهای داده شده برای عناصری نظیر W,Si,Ni,Mn,Cr,Co در 4 و بعضی عناصر دیگر نظیر N,Mo,Cr,Al و... در 10 و برای S,P,N در 100 و برای بر در1000 ضرب می شود، ولی برای فولادهای پر آلیاژی ، درصد عنصر آلیاژی مستقیما" داده می شود، نظیر Z50 N 36 که دارای C=0.5% و Ni=36% می باشد. در این استاندارد اولـین شـماره درصد کربن را نشان می دهد و پس از آن نشانه اختصاری عنصر آلیاژی می آید. اعدادی که به دنباله این نشانه می آیند، مقدار متوسـط آن عنصر آلیاژی پس از ضرب شدن در ضریب مربوطه می باشد. این ضرایب به قرار زیر می باشند:

Co,Cr,Mn,Ni,Si,W ×4
Al,Cu,Mo,Ti,V ×10
C,N,P,S ×100

برای فولادهای آلیاژی (بیش از 5 درصد از هر یک از عناصر آلیاژی) ضرایب مذکور حذف و در عوض X در جلوی کربن قرار می گیرد.

استاندارد ژاپنی نامگذاری فولادها JIS

این استاندارد، توسط کمیته استانداردهای ژاپنی که وابسته به وزارت صنایع و بازرگانی بین المللی ژاپن می باشد، تهیه و تدوین شده است. استاندارد ژاپنی، با حروف بزرگ JIS شروع می شود و به دنبال آن یک حرف که نوع محصول را مشخص می کند، (مثلا" G برای فولادهای کربنی و کم آلیاژی) می آید و پس از آن چند شماره و حروف دیگر قرار دارد.
مثالی از فولادهای استاندارد JIS و معادل SAE به صورت زیر می باشد:

G 334 5	G 4804SUM12	G 4052 SCM15H	
1008	1108	1418	نزدیکترین معادلSAE

مراجع

1- Internet Document,www.astm.org
2- ASM Metals Handbook, Properties and Selection: Iron, Steels and High Performance Alloys, Vol.1, 10th ed., ASAM International, Materials Park, OH,1990
3-The Metals Black Book, Ferrous Metals, Vol. 1, 2nd ed., CASTI Publishing Inc., 1995
4- S.H.Avner, Introduction to Physical Metallurgy, 2nd ed., McGraw-Hill Inc., 1974
5- Metallurgist’s Handbook,2 nd ed., MIR Publishers, Moscow, 1968
7- Internet Document,www.mesteel.com
7- جمشید قضاتی مصلح آبادی، استاندارد در قطعات و مواد، انتشارات آزاده، چاپ اول، 1379
8- لاختین، ترجمه افسانه ربیع نژاد، مهندسی متالورژی فیزیکی، 1363
9- عبدا... ولی نژاد، جداول و استانداردهای فولاد، انتشارات طراح، چاپ پنجم، 1384
10- عبدا... ولی نژاد، راهنمای کوچک فولادهای ماشین سازی، انتشارات طراح، چاپ اول، 1384

فصل هفتم

آشنایی با چگونگی مقایسه فولادها در استانداردهای مختلف (چگونگی تعیین استاندارد معادل فولادها)

مقدمه

هنگام بررسی و مقایسه فولادها در استانداردهای مختلف، چیزی به نام " فولاد معادل " وجود ندارد. بلکه در بهترین حالت می توان گروهی از " فولادهای قابل مقایسه " را بر اساس اصولی خاص تعیین کرد.
بعنوان مثال فولاد ASTM A 516/A516 M Grade70 با JIS G 3118 Symbol SGV و با استاندارد اروپایی EN 10028-2 steel name P29SGH با توجه به ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی قابل مقایسه (comparable) است. در حقیقت آنها معادل (equivalent) نیستند زیرا تفاوتهایی در ترکیب شیمیایی آنها و خواص مکانیکیشان وجود دارد.
مقایسه فولادها در استاندارد های مختلف همانند یک معادله ریاضی که در دو طرف آن مقادیری معادل با یکدیگر هستند، نیست زیرا همیشه تفاوتهایی بین استانداردهای مختلف وجود دارد. این تفاوت ها ممکن است برای یک کاربر (user) بسیار با اهمیت بوده و ممکن است برای فرد دیگری کم اهمیت باشد .
برخی از استاندارد های فولادها بصورت مشترک تدوین شده اند، مثلا" EN ISO 4957-Tool Steels استانداردی است که بصورت مشترک توسط CEN و ISO تدوین شده است. بدین ترتیب، داده ها و مشخصات در هر دو سیستم معادل هستند اما در حقیقت یک استاندارد وجود دارد. همچنین استانداردهایی وجود دارند که برخی از گریدهای فولادها در آنها مشترک است .بعنوان مثال در استانداردهای ASTM A 485 و EN ISO 683-17 ، هفت گرید فولاد بلبرینگ مشابه (identical) از لحاظ ترکیب شیمیایی وجود دارند . این در حالی است که سایر قسمتهای این دو نوع استاندارد شامل اندازه دانه ، سختی پذیری ، ریز ساختار ، سختی ، بازرسی و آزمون متفاوت است.در نتیجه این هفت فولاد بلبرینگ در این دو استاندارد معادل نیستند بلکه قابل مقایسه هستند. (not equivalent,but are comparable)

قابل مقایسه و نزدیک ترین انطباق (Comparative and Closest Match)

در هنگام ارزیابی استانداردهای فولادها باید به تفاوت " قابل مقایسه " و " نزدیکترین انطباق " توجه کرد. گزینش گروهی از فولادهای قابل مقایسه از لحاظ فنی می تواند کاربر را در انتخاب مواد مبتنی بر امتیاز فنی یاری دهد. اگر چه، این روش تعداد فولادهای قابل مقایسه را محدود می کند. از سوی دیگر، استفاده از روش نزدیکترین انطباق معمولا" تعداد فولادهای قابل مقایسه را افزایش می دهد اما دامنه معیارهای مقایسه فنی نیز گسترده تر می گردد . در مجموع، روش مقایسه سخت گیرانه نتایج دقیق تری می دهد اما روش نزدیکترین انطباق داده های بیشتری در اختیار کاربر می گذارد. معمولا" در کتابهایی که جداول تبدیل فولادها در استانداردهای مختلف را ارائه می دهند، اصول مشخصی برای فرموله کردن تمایز بین فولادهای قابل مقایسه و فولادهای نزدیکترین انطباق وجود ندارند. در زیر مثالی آمده است که فولادهای بدست آمده در هر دو روش در جدول آمده اند.

Standard Designation	Grade, Class, Type Symbol or Name	Steel Number	UNS Number	Weight, %, max, Unless Otherwise Specified								
				C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Others
ASTM A 959-00	SC 4330	---	---	0.28-0.33	0.60-0.90	0.30-0.80	0.035	0.040	0.70-0.90	1.65-2.00	0.20-0.30	---
	SC 4340	---	---	0.38-0.43	0.60-0.90	0.30-0.80	0.035	0.040	0.70-0.90	1.65-2.00	0.20-0.30	---
JIS G 5111:1991	SCNCrM 2	---	---	0.25-0.35	0.90-1.50	0.30-0.80	0.040	0.040	0.30-0.90	1.60-2.00	0.15-0.35	---
DIN 17205:1992	GS-25 CrNiMo 4	1.6515	---	0.22-0.29	0.60-1.00	0.60	0.020	0.015	0.90-1.20	0.80-1.20	0.20-0.30	---
	GS-34 CrNiMo 6	1.6582	---	0.30-0.37	0.60-1.00	0.60	0.020	0.015	1.40-1.70	1.40-1.70	0.20-0.30	---
	GS-30 CrNiMo 8 5	1.6570	---	0.27-0.34	0.60-1.00	0.60	0.015	0.010	1.10-1.40	1.80-2.10	0.30-0.40	---
	GS-35 CrNiMo 7 4 4	1.6740	---	0.30-0.36	0.60-0.80	0.60	0.015	0.007	0.80-1.00	1.60-1.80	0.35-0.60	---
AFNOR NF A 32-058:1992	20 NCD4 M	---	---	0.17-0.23	0.60-1.20	0.60	0.025	0.020	0.30-0.60	0.80-1.20	0.40-0.60	---
AFNOR NF A 32-054:1984	G30NiCrMo8	---	---	0.33	1.00	0.60	0.030	0.030	0.80-1.00	1.70-2.00	0.30-0.60	---

این جدول ترکیب شیمیایی 9 گرید مختلف فولاد ریختگی را نشان می دهد که همگی آلیاژهای Cr-Ni-Mo هستند و درصد کربن اسمی آنها 0.30 درصد است. اگر مقایسه، سخت گیرانه و بر اساس ترکیب شیمیایی باشد، هیچیک از این آلیاژها قابل مقایسه نخواهند بود زیرا مقادیر کربن، منگنز ، کرم ، نیکل یا مولیبدن متفاوت دارند. پس از مقایسه فنی و حذف 5 گرید فولاد نهایتا به جدول زیر خواهیم رسید. در این جدول فولادها در دو گروه تقسیم بندی شده اند که هر یک از این دو گروه توسط خط سیاه رنگ نازکی از هم جدا می شوند.

معیار انتخاب هر کدام از این گروه فولادها تفاوت در میزان مولیبدن بوده که فولادهای یک گروه بیشتر از 0.30-0.35 درصد و فولادهای گروه دیگر کمتر از این بازه مولیبدن دارند.

Standard Designation	Grade, Class, Type Symbol or Name	Steel Number	UNS Number	Weight, %, max, Unless Otherwise Specified								
				C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Others
ASTM A 356-00	SC 4330	---	---	0.28-0.33	0.60-0.90	0.30-0.60	0.035	0.040	0.70-0.90	1.65-2.00	0.20-0.30	---
JIS G 5111:1991	SCNCrM 2	---	---	0.25-0.35	0.60-1.50	0.30-0.60	0.040	0.040	0.60-0.90	1.60-2.00	0.15-0.35	---
DIN 17205:1992	GS-33 CrNiMo 7 4 4	1.6740	---	0.30-0.36	0.50-0.80	0.60	0.020	0.007	0.90-1.20	1.00-1.00	0.30-0.50	---
AFNOR NF A 32-054:1994	G30NiCrMo8	---	---	0.33	1.00	0.60	0.020	0.020	0.00-1.20	1.70-2.00	0.30-0.50	---

اگر مقایسه فنی سخت گیرانه انجام شود، گرید SCNCrM 2 چون در مقایسه با SC 4330 مقدار منگنز بیشتری دارد ، باید کنار گذاشته شود . در این صورت SC 4330 نیز خود به خود کنار گذاشته خواهد شد چون دیگر فولادی برای مقایسه شدن با آن وجود ندارد!

همین مسئله در مورد گروه دوم در مقایسه بین GS-33 CrNiMo 7 4 4 و G30NiCrMo8 به هنگام در نظر گرفتن مقدار نیکل در یک مقایسه سخت گیرانه وجود دارد.

مثالی در مورد روش انتخاب بر اساس نزدیکترین انطباق در جدول زیر نشان داده شده است. این جدول فولادهای Cr-Mo-Al را برای نیتروره کردن نشان می دهد.

Standard Designation	Grade, Class, Type, Symbol or Name	Steel Number	UNS Number	Weight, %, max, Unless Otherwise Specified								
				C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Others
ASTM A 355-00 (2000)	A	---	K24065	0.38-0.43	0.60-0.70	0.15-0.35	0.035	0.040	1.40-1.60	---	0.20-0.40	Al 0.95-1.20
JIS G 4202:1979	SACM 645	---	---	0.40-0.50	0.50	0.15-0.50	0.030	0.030	1.30-1.70	0.25	0.15-0.30	Al 0.70-1.20, Cu 0.30
EN 10085:2001	32CrAlMo7-10	1.8505	---	0.28-0.35	0.40-0.70	0.40	0.025	0.025	1.50-1.80	---	0.20-0.40	Al 0.80-1.20
	34CrAlMo5-10	1.8507	---	0.30-0.37	0.40-0.70	0.40	0.025	0.025	1.00-1.30	---	0.15-0.25	Al 0.80-1.20
	34CrAlNi7-10	1.8550	---	0.30-0.37	0.40-0.70	0.40	0.025	0.025	1.50-1.80	0.85-1.15	0.15-0.25	Al 0.80-1.20
	41CrAlMo7-10	1.8509	---	0.38-0.45	0.40-0.70	0.40	0.025	0.025	1.50-1.80	---	0.20-0.35	Al 0.80-1.20
ISO 683-10:1987	41 CrAlMo 7-4	---	---	0.38-0.45	0.50-0.80	0.50	0.030	0.025	1.50-1.80	---	0.25-0.40	Al 0.80-1.20

توجه به جدول فوق نشان می دهد که چهار گرید فولادی که در استاندارد EN آمده اند با سه گروه دیگر (ISO,JIS,ASTM) متفاوت هستند و اگر بر اساس همین اطلاعات قضاوت کنیم شاید بگوییم این چهار فولاد EN نباید با سه گروه دیگر مقایسه شوند اما جالب است بدانید آلیاژهای Cr-Al-Mo که در گروه EN آمده اند بصورت فولادهای نیتروره تیپ هستند و در حقیقت فولادهای EN 10085 نزدیکترین انطباق برای این منظور هستند و این گروه می تواند کاربر را به سایر آلیاژهای نیتروره مشابه هدایت کند پس نادیده گرفتن آنها به ضرر کاربر تمام می شود. موقعیت های زیادی برای ایجاد اشتباه و منجر شدن به انتخاب فولاد نامناسب وجود دارند. بعنوان مثال، در مقایسه فولادهای زنگ نزن باید تصمیم های فنی زیادی اتخاذ شوند زیرا یافتن ترکیب های شیمیایی یکسان در استانداردهای کشورهای مختلف ، معمول نیست.

جدول زیر لیستی از فولادهای کارشده آستنیتی Cr-Ni-Mo مربوط به کشورهای آمریکا، ژاپن و اتحادیه اروپا نشان می دهد.

Standard Designation	Grade, Class, Type Symbol or Name	Steel Number	UNS Number	Weight, %, max, Unless Otherwise Specified								
				C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Others
ASTM A 276-03	316L	---	S31603	0.030	2.00	1.00	0.045	0.030	16.0-18.0	10.0-14.0	2.00-3.00	---
JIS G 4303:1998	SUS316L	---	---	0.030	2.00	1.00	0.045	0.030	16.00-18.00	12.00-15.00	2.00-3.00	---
JIS G 4318:1998	SUS316L	---	---	0.030	2.00	1.00	0.045	0.030	16.00-18.00	12.00-15.00	2.00-3.00	---
EN 10088-3:1995	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	---	0.030	2.00	1.00	0.045	0.030	16.50-18.50	10.00-13.00	2.00-2.50	N 0.11
	X2CrNiMo17-12-3	1.4432	---	0.030	2.00	1.00	0.045	0.030	16.50-18.50	10.50-13.00	2.50-3.00	N 0.11
	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	---	0.030	2.00	1.00	0.045	0.030	17.00-19.00	12.50-15.00	2.50-3.00	N 0.11

در جدول فوق به تفاوت مقادیر Cr,Ni,Mo در تمامی استانداردها و محدوده N در استاندارد EN توجه کنید. این تفاوت ها بـر مقاومـت خوردگی فولاد در بسیاری از کاربردها تاثیر دارند بنابر این کاربر باید در انتخاب فولاد مناسب دقت فراوانی داشته باشد.

توجه به تعاریف

ASTM و CEN هر یک استانداردی برای تعریف عبارت های مرتبط با فولادها منتشر کرده اند:

* ASTM A 941-03
* EN 10020:2000

توجه به این نکته لازم است که هر یک از این استانداردها، از تعابیر مختلفی برای توصیف انواع مختلف فولاد استفاده مـی کننـد . بنـابراین کاربر باید از این مسئله آگاه باشد که هر استاندارد تعاریف خاص خودش را در مورد فولاد و محصولات مرتبط دارد و حتی ممکن است ایـن تعاریف چندگانه باشند.

بعنـوان مثـال مـی تـوان بـا سـه تعریـف مختلـف فـولاد کربنـی اشـاره کـرد کـه در اسـتانداردهای ASTM بـا شـماره هـای F 1789-04,A902-03,A941-03 آمده اند.

خلاصه ای از محدوده عناصر شیمیایی مربوط به ASTM A 941-03 (فولاد آلیاژی) و EN 10020:2000 (فولاد غیر آلیاژی) در جدول زیر آمده است.

Symbol	Name	EN 10020:2000[b]	ASTM A 941-03
Al	Aluminum	0.30	0.30
B	Boron	0.0008	0.0008
Bi	Bismuth	0.10	—
Co	Cobalt	0.30	0.30
Cr	Chromium	0.30	0.30
Cu	Copper	0.40	0.40
La	Lanthanides	0.10	—
Mn	Manganese	1.65[b]	1.65
Mo	Molybdenum	0.06	0.06
Nb	Niobium	0.06	0.06
Ni	Nickel	0.30	0.30
Pb	Lead	0.40	0.40
Se	Selenium	0.10	—
Si	Silicon	0.60	0.60
Te	Tellurium	0.10	—
Ti	Titanium	0.05	0.05
V	Vanadium	0.10	0.10
W	Tungsten	0.30	0.30
Zr	Zirconium	0.05	0.05
	Other (except C, P, S, N)	0.10	0.10

[a] Alloy steel when equal to or greater than the limit.

[b] Where manganese is specified only as a maximum the limit value is 1.60 % and the 70 % rule does not apply (see 3.1.2 of EN 10020:2000).

آنچه در جدول فوق در نگاه اول دیده می شود این است که محدوده ها به نظر شبیه هم هستند اما باید بـه اصـل هفتـاد درصـد (70% rule) در EN 10020 توجه کرد. این اصل تصریح می کند:

- هر جا برای عناصر (به جز منگنز) فقط مقدار حداکثر (max.) در استاندارد محصول یا مشخصه آنالیز مذاب ، مشخص شده باشد، هفتاد درصد این مقدار حداکثر باید برای رده بندی فولاد به کار رود.

در برخی موارد ، اصل هفتاد درصد باعث می شود برخی فولاد ها قابل مقایسه با یکدیگر نباشند.
بعنوان مثال، استاندارد EN 10028-3:2003 با عنوان:
Flat Products Made of Steels for Pressure Purposes Part3 : Weldable Fine Grain Steels,Normalized
شامل فولادهایی با مقدار نیکل حداکثر 0/5 درصد است. (به عبارت دیگر الزامی در مورد حداقل میزان نیکل وجود ندارد). با کاربرد اصل 70 درصد، این فولاد می تواند 0.35% نیکل داشته باشد که بیشتر از مقدار 0.3% است که حداکثر میزان برای فولادهای غیر آلیاژی (فولاد کربنی) است. بدین ترتیب ، با کاربرد این اصل این فولاد در رده فولادهای آلیاژی قرار می گیرد و غیر قابل مقایسه با فولاد های غیر آلیاژی خواهد بود.

مشخص شدن مسئولیت ها

در اکثر استانداردهای مربوط به مشخصات محصول، بندهایی در ارتباط با مسئولیت های کاربر وجود دارند (بعنوان مثال بند 1.5 استاندارد ASTM A 53/A 53M-02) . بدین ترتیب، مسئله بازبینی استاندارد به منظور اطمینان از مناسب بودن آن در کاربرد مورد نظر به منظور مقایسه استانداردهای فولادها، در حیطه مسولیت کاربر قرار دارد.

پرسشهایی که هنگام مقایسه استاندارد فولاد باید مطرح شوند

وقتی که دو یا چند استاندارد فولاد را مقایسه می کنیم، باید پرسش های زیر را مطرح کنیم:
آیا خواص مکانیکی باید معیار اصلی باشد یا ترکیب شیمیایی ؟
اگر خواص مکانیکی قابل مقایسه هستند، کدام ویژگی باید اولین معیار مقایسه باشد؟ استحکام تسلیم ، استحکام کششی ، تغییر طول نسبی، استحکام ضربه ، سختی یا .... ؟
اگر معیار اولیه انتخاب استحکام کششی است آیا معیار دومی نیز برای رده بندی فولاد مقایسه شونده در یک گروه وجود دارد ؟ مثلا" استحکام تسلیم یا سختی یا .... ؟
در مواقعی که خواص مکانیکی یا ترکیب شیمیایی با تغییر ضخامت سطح مقطع یک گرید فولاد تفاوت می کند، کدام ضخامت سطح باید به عنوان معیار مقایسه انتخاب گردد؟
آیا دو فولادی که حداقل استحکام کششی یکسان اما استحکام تسلیم متفاوت دارند، مشابه هستند؟
مقایسه باید بر چه مبنایی انجام شود : بر اساس مقادیر حداکثر، حداقل یا مقادیر میانگین ؟
آیا می توان فولادهای آلیاژی و فولادهای زنگ نزن را بر اساس خواص مکانیکی آنها مقایسه کرد در زمانی که آنها را معمولا بر اساس قابلیت های عناصر آلیاژیشان به منظور کاربرد در شرایط مورد نظر انتخاب می کنند؟
آیا مقایسه فولادها تنها بر اساس ترکیب شیمیایی آنها صرف نظر از شکل محصول، صحیح است؟ در این صورت، آیا فولادهای آهنگری (Forging) قابل مقایسه با ورق های فولادی یا لوله ها تنها به این دلیل که ترکیب شیمیایی یکسان داشته و داده های مهندسی آنها برای کاربرد مورد نظر مناسب است، می باشند ؟

فولادهای غیر قابل مقایسه

نمی توان گفت هر فولادی حتما" یک فولاد مشابه دارد. دانستن غیر قابل مقایسه بودن یک فولاد اهمیتی همانند دانستن قابل مقایسه بودن آن دارد. در غیر اینصورت، زمان زیادی باید صرف یافتن چیزی شود که وجود ندارد.

معیارهای مقایسه فولادها

مراجع و کتابهایی که جداولی برای مقایسه فولادها دارند، از روش های خاصی برای این منظور استفاده می کنند. عموما دو معیار خواص مکانیکی و ترکیب شیمیایی بیشترین کاربرد را دارند . برای هر گرید فولاد، عموما تنها یک ترکیب شیمیایی وجود دارد که این ویژگی باعث می گردد به عنوان معیاری ایده ال جهت مقایسه به کار رود. از سوی دیگر چند نوع خواص مکانیکی(استحکام تسلیم، استحکام کششی ، سختی و ..) وجود دارند که می توانند مبنای مقایسه قرارگیرند که معمولا استحکام کششی به عنوان معیار دوم انتخاب می گردد.

پس از انتخاب این دو معیار اصلی، قدم بعدی این است که آیا معیار اول انتخاب شود ؟یا از معیار دوم استفاده گردد؟ یا هر دو معیار به کار روند ؟

از آنجایی که فولادهای کربنی معمولا بر اساس خواص مکانیکیشان انتخاب می شوند، استحکام کششی به عنوان اولین معیار انتخاب به کار می رود. به همین ترتیب در مورد فولادهای آلیاژی و زنگ نزن و به دلیل انتخاب آنها بر اساس ترکیب شیمیایی، از ترکیب شیمیایی به عنوان معیار انتخاب و مقایسه استفاده می گردد .

یکی از استثنائات این روش در مورد فولادهای سازه ای (Structural Steel) است چون از استحکام کششی به عنوان معیار اصلی مقایسه فولادهای آلیاژی و کربنی استفاده می گردد. این معیار از این روی به کار می رود چون این رده از فولادها بر مبنای خواص مکانیکی آنها انتخاب شده و به کار برده می شوند.

قابل ذکر است که روشی کاملا اثبات شده برای مقایسه وجود ندارد. بعنوان مثال ASTM A 958 Grade SC4330 یک ترکیب شیمیایی دارد اما بر اساس انواع عملیات حرارتی دارای 13 نوع استحکام است . پس به دلیل اینکه دو گرید فولاد ترکیب شیمیایی قابل مقایسه دارند نمی توان گفت که آن دو گرید در خواص مکانیکی قابل مقایسه هستند و بالعکس .

به عبارت دیگر استفاده از کتابها و مراجع جهت یافتن فولادهای مشابه تنها قدم اول دریافتن فولاد مناسب جهت کاربرد مورد نظر است.

مرجع :

1- Handbook of Comparative World Steel Standards, ASTM DS67A, Lite E-book,2nd ed. ASTM International, 2004

پیوست 1

آداب و رسوم جستجو در اینترنت

اشاره

تحقیقات نشان می دهد ، بیش از یک میلیارد نفر در جهان به اینترنت دسترسی دارند و از این تعداد یک چهارم از طریق خطوط پهن باند و پر سرعت به اینترنت متصل می شوند .

گزارشهای بدست آمده از سوی Emarketer نشان میدهد ،در سال 2005 تعداد کاربران اینترنتی در جهان به یک میلیارد نفر رسیده است و از این تعداد 250 میلیون نفر از سرویس پهن باند و یا پر سرعت استفاده می کنند.این شرکت تخمین زده است از این تعداد 845 میلیون نفر به طور دائم از اینترنت استفاده می کنند .

کشور آمریکا بیشترین تعداد کاربران اینترنتی را به خود اختصاص داده است و در رده اول قرار گرفته است وتعداد کاربران اینترنتی این کشور برابر175 میلیون نفر می باشد و از این تعداد 43 میلیون و 700 نفر از کاربران خطوط پهن باند هستند.در آمریکای لاتین افزایش تعداد کاربران با سرعت بیشتری همراه می باشد به طوری که این روند 70 درصد می باشد. و تعداد افراد انلاین این کشور 70 میلیون نفر می باشد.

تعداد کاربران در اروپا 233 میلیون نفر می باشد از این میان 55 میلیون و 200 هزار نفر از کاربران خطوط پهن باند هستند. چین دارای 111 میلیون کاربر اینترنتی می باشد که 34 میلیون و 100 هزار نفر از کاربران خطوط پهن باند هستند .

با توجه به گسترش روز افزون استفاده از اینترنت، آشنایی با مفاهیم و کاربردهای آن امری لازم بـه نظـر مـی رسـد. از آنجائیکـه مهمتـرین استفاده دانشجویان و مهندسین از اینترنت، جنبه های علمی آن و جستجو در میان حجم عظیم اطلاعات است، لذا آشنایی آنان با روشـهای صحیح جستجو، برای رسیدن به مقاصد خود، امری لازم و ضروری است. اگر تا به حال به جستجو بر روی اینترنت پرداختـه باشـید، متوجـه شده اید که با توجه به حجم بسیار زیاد اطلاعات بر روی شبکه، یافتن اطلاعات مورد نیاز و مناسب کـار سـاده ای نیـست. اسـتفاده از روش صحیح و درست جستجو نه تنها شما را به سوی اطلاعات خواسته شده هدایت می کند، بلکه در زمان و هزینه نیز صرفه جویی خواهید کرد. در این پیوست سعی شده است الفبای جستجو معرفی گردد. در تهیه این پیوست از منبع زیر استفاده شده است:

حسن مردانی، آداب و رسوم جستجو در اینترنت، اطلاعات علمی، سال هفدهم، شماره 3، دی ماه 1381

ابزار جستجو

قبل از هر چیز می بایستی با ابزار لازم برای جستجو در اینترنت آشنا شویم. این ابزار شامل حجم عظیم اطلاعات، راهنمایان اینترنت(directions) و موتورهای جستجو(search engines) هستند.

راهنمایان اینترنت

طبیعت دینامیکی و پویای اینترنت آنرا از یک رسانه سنتی (مانند کتاب و روزنامه) جدا می کند. چنانچه اینترنت را به منزله یک کتاب عظیم در نظر بگیرید، راهنمایان اینترنت به منزله " فهرست مطالب" آن هستند. این راهنمایان اطلاعات وب را به صورت رده ها و موضوعات سازماندهی می کنند. درست مانند فهرست مطالب یک کتاب که ما را به بخشهای مختلف یک کتاب رهنمون می کند. بعلت حجم زیاد اطلاعات، راهنمایان اینترنت نیز مجبورند این اطلاعات را با رده های کلی یا سطح بالا(top-level) دسته بندی کنند.
از راهنمایان اینترنت می توان به YAHOO اشاره کرد. این راهنما توسط دو دانشجوی دکتری دانشگاه استانفورد به نام های دیوید فیلو و جری یانگ در سال 1994 تاسیس شد. فراموش نکنید که راهنمایان اینترنت به منزله فهرست مطالب یک کتاب هستند.

موتور جستجو

در بخش جستجو و ابزارهای لازم آن به غیر از دانستن مفهوم راهنمای اینترنت بایستی با مفهوم موتور جستجو نیز آشنا شویم. در کتاب عظیم اینترنت موتورهای جستجو همانند " نمایه" یا اندکس آن کتاب هستند.
موتورهای جستجو برای مقابله با طبیعت دینامیکی وب دائما نرم افزارهایی به نام روبوت ها یا خزندگان (crawler) را به اجرا درآورده و سراسر وب را می خوانند. موتورهای جستجو اطلاعات خود را برحسب حروف الفبا تنظیم می کنند، درست همانند نمایه یک کتاب که بر حسب حروف الفبا تنظیم شده است . موتور جستجو در واقع برنامه ای است که صفحه های وب را مورد تجزیه و تحلیل قرارداده و سراسر اطلاعات را مرور می کند و با استفاده از آنچه که درخواست(query) نامیده می شود، فهرستی از صفحه های وب را که با درخواست شما مطابقت دارند، ارائه می دهد.
وقتی که کلمه کلیدی مطلبتان را به موتور جستجو می دهید، کلمه یا کلمات مورد نظرتان بوسیله موتور جستجو به دام می افتند سپس نتایج و مطالبی که کلمه شما در آن وجود داشته در اختیار شما قرار می گیرد. در واقع " راهنمایان اینترنت " به منزله فهرست مطالب یک کتاب هستند و نمایه کتاب که شامل کلمات کلیدی است، موتور جستجوی این کتاب به شمار می آید. از میان موتورهای جستجو می توان از lycos و altavista نام برد.
به عنوان یک قاعده کلی به یاد داشته باشید که چنانچه موضوع مورد نظر شما عمومی است، به یک راهنمای اینترنت مراجعه کنید ولی اگر آن موضوع بسیار خاص باشد به یک موتور جستجو مراجعه کنید.
از ادغام یک راهنمای اینترنت با یک موتور جستجو، یک" راهنمای اینترنت قابل جستجو" حاصل می گردد.
اینگونه منابع اطلاعاتی از یک طرف دارای جعبه جستجو برای وارد کردن کلمات کلیدی می باشند و از طرف دیگر دارای رده هایی هستند که امکان مرورگری (browsing) را فراهم می آورند. YAHOO نمونه ای شاخص از یک راهنمای اینترنت قابل جستجو است.
یکی از مهمترین اختلافهای بین موتورهای جستجو و راهنماها این است که راهنماها دارای دو ساختار می باشند، بدین معنی که شما می توانید با استفاده از این ساختار اطلاعات را از کلی به جزئی ردیابی کرده و به موضوع مورد نظر و خاص خود دست یابید. در واقع با استفاده از سلسله مراتب اطلاعاتی از رده های اصلی به زیر رده ها و رده های فرعی تر رفته و مطلب مورد نظر را پیدا می کنید . در حالی که موتورهای جستجو به وسیله مرور وب فهرست کاملی از تمام مکانهایی را که موضوع خاص مورد نظر شما را در بر دارند، در اختیار شما قرار می دهد.

در صورتی که بدنبال موضوعات کمیاب هستید و با استفاده از موتورهای جستجو عادی نتوانستید به جواب مناسب دست یابید، می توانید از" ابر جستجوگرها "(meta search engine)استفاده کنید. از ابر جستجوگرها با موتور فرا جستجوگر می توان به ابر

جستجوگرهایmetacrawler، google وmamma اشاره کرد.این ابر جستجوگرها ، تمامی سایتهای مرتبط با موضوع مورد نظر را جستجو کرده و نتایج را به صورت یک لیست در اختیارتان قرار می دهند.

علائم و عبارات جستجو

حال که با مفاهیم جستجو و ابزارهای لازم آن آشنا شدید، لازم است با برخی از علائم و عباراتی که می توانند شما را در جستجوی پیشرفته یاری کنند، این علائم و عبارات در اکثر سایتهایی که امکان جستجو را فراهم می آورند ، قابل استفاده است. این علائم و عبارات به همراه کلمه کلیدتان که در جعبه جستجو تایپ می شوند، مورد استفاده قرار می گیرند.

and

هنگامی که به دنبال صفحاتی باشید که حاوی چند کلمه یا عبارت معین باشند از این عبارت می توانید استفاده کنید مانند steel and nickel

or

زمانی که وجود حداقل یکی از چند کلمه یا عبارت معین در صفحات نتایج ارائه شده لازم باشد مانند steel or nickel

+

قرار دادن علامت " + " در کنار یک کلمه (سمت چپ) بعنوان پیشوند، بدین معنی است که در آن کلمه باید در نتایج جستجو حضور داشته باشد. مثل pipe + duplex که صفحات و سایتهایی را در اختیار قرار می دهد که لزوما دارای واژه duplex هستند اما pipe می تواند در آنها وجود داشته باشد یا نداشته باشد.

-

قرار دادن این علامت در کنار یک کلمه بعنوان پیشوند بدین معنی است که آن کلمه نباید در نتایج جستجو حضور داشته باشد. بطور مثال copper-brass ، صفحاتی را در اختیار شما قرار می دهد که دارای نام copper می باشد، اما نامی از brass نباید در آن صفحات ذکر شده باشد.

" "

چنانچه این علامت را در طرفین عبارت قرار دهید کل کلمات عبارت مورد جستجو قرار گرفته و به همان شکل و ترتیب در درون متن سایتهای نتایج جستجو یافت می شوند. بطور مثال اگر عبارت " steel designation " را وارد کنید، در تمامی متنهای نتایج جستجو steel در کنار designation خواهد بود.

*

قرار دادن این علامت در سمت راست یک کلمه باعث می شود تطبیق های ناقص مربوط به آن کلمه نیز در نظر گرفته شوند. بطور مثال اگر عبارت * iran را تایپ کنید، تمام صفحاتی که شامل کلمه Iranian، iran و هر کلمه دیگری که با iran شروع می شود، بعنوان نتیجه ارائه می گردد.

( )

در صورتیکه بخواهید عبارات پیچیده تری را مورد جستجو قرار دهید می توانید از این علامت استفاده کنید. بطور مثال اگر به دنبال فولادهای فرانسوی هستید می توانید از عبارت (french or france) and steel استفاده کنید.

u:

با قرار دادن این علامت در کنار یک کلمه یا عبارت، عمل جستجو به url ها (آدرسهای صفحات وب) محدود می شود.
مثل : u: superalloy

t:

با قرار دادن این علامت در کنار یک کلمه یا عبارت عمل جستجو فقط به عناوین اسناد محدود می شود.

ترکیبی از علائم :

برای کاربرد ترکیبی از علائم باید ترتیب صحیح قرار گیری آنها را در نظر بگیرید، یعنی :

+ ، - ، t: ، u : ، " " ، *
مثال : + t : " European steel "

همانطور که مشاهده می کنید بایستی + قبل از علامت : t بکار می رود و به همین ترتیب الی آخر.

کجا جستجو کنیم ؟

حال که با مفاهیم و علائم مناسب برای جستجو آشنا شدیم، بایستی یک سایت مناسب را انتخاب کنیم تا به نتایج مورد نظر دست یابیم. ما در اینجا اطلاعاتی را درباره نحوه جستجو در برخی از سایتهای متداول بطور جداگانه و مختصر در اختیارتان قرار می دهیم.

yahoo یک باند عظیم از مکانهای وب است که در قالب رده ها و موضوعات گوناگون سازماندهی شده است. با وارد کردن کلمات و عبارات کلیدی در ناحیه جعبه جستجو (search box) می توانید سراسر آن را برای یافتن موضوع خاصی مورد جستجو قرار دهید. برای این منظور بایستی کلمه یا مجموعه ای از کلمات کلیدی (key words) را بر اساس آنچه درباره علائم و عبارات جستجو، در قبل گفتیم، در جعبه جستجو وارد کرده و سپس دکمه search را کلیک کنید.

هنگامی که در yahoo به دنبال مطلبی می گردید دقیقا واژه های مربوط به آن موضوع را وارد نمائید. بانک اطلاعاتی yahoo شامل پنج ناحیه می باشد.

1- categories (رده های yahoo)
2- web site (مکانهای وب)
3- web page (صفحات وب)
4- news (اخبار)
5- research documents
(اسناد تحقیقاتی)

این رده ها در صفحات نتایج جستجو در بالای صفحه بصورت نواری قابل مشاهده هستند.
هنگامی که موضوعی را مورد جستجو قرار می دهید، yahoo به ترتیب فوق نواحی را جستجو کرده و موضوعات مرتبط را نمایش می دهد. شما با انتخاب هر کدام از نواحی فوق در بالای صفحات نتایج جستجو، می توانید مطالب مرتبط را بیابید. اگر هر کدام از نواحی فوق غیر فعال باشند به این مفهوم است که yahoo هیچ سابقه ای از مطلب مورد نظر شما در ناحیه فوق نیافته است. برعکس، نواحی فعال دارای سوابقی از مطالب شما هستند که شما می توانید آن نواحی را انتخاب کنید.

همچنین در پایین ترین قسمت (در صفحه نتایج جستجو) نام چند موتور جستجو (مانند altavista، infoseek و ...) به صورت link درج شده است که می توانید جهت جستجو مطلبتان از آن موتورها استفاده کنید. بر طبق آنچه در بالا درباره نواحی بانک اطلاعاتی yahoo گفتیم، اگر به دنبال مکانهای وب درباره موضوعتان هستید بایستی گزینه شماره 2 (site web) را انتخاب کنید. اما اگر به دنبال رده ها و مقولاتی درباره مطلبتان هستید، بایستی گزینه شماره 1 (categories) را انتخاب کنید و به همین ترتیب در مورد صفحات، وب، گزینه شماره 3 (web page).

برای استفاده از امکان جستجوی پیشرفته yahoo می توانید از گزینه advanced search که در کنار search قرار دارد استفاده نمایید، با انتخاب این گزینه ضمن باز شدن صفحه ای تحت عنوان search option ، شما می توانید با انتخاب گزینه هایی همچون : search ، ناحیه search و نحوه ارائه نتایج و تعداد آنها در یک صفحه و غیره ... از جستجوی پیشرفته استفاده کنید.

ابر جستجو گر google با بیش از 2 میلیارد صفحه وب امکان جستجو بهتری را فراهم کرده است. این ابر جستجوگر بسیار بسیار سریع بوده و home page ساده ای دارد. ضمنا" آنقدر هوشمند است که بر اساس هر نسخه ویندوز که در کامپیوترتان نصب باشد، نوشته هایش را به همان زبان تغییر می دهد.

برای انجام جستجو در این ابر جستجوگر، از چهار گزینه directory , groups, lmage, web می توان استفاده کرد. برای مثال اگر شما به دنبال تصویری در مورد کلمه کلیدی خود هستید ، می توانید محدوده image را انتخاب کنید و جستجوی خود را انجام دهید.

از گزینه های دیگر این موتور می توان به language tools و preferences advanced search اشاره کرد که با استفاده از این گزینه ها شما می توانید کیفیت ارائه نتایج را به یک زبان، کشور، و زمان خاص محدود کنید.

altavista

در این موتور جستجو نیز علاوه بر امکانات عمومی موتورهای جستجو ، دارای گزینه های news, directory, video, audio , image و web می باشد که داشتن گزینه های جستجو audio و video از خصوصیات این موتور است. بدین مفهوم که شما می توانید بر حسب نوع کلمه کلیدی خود یا موضوع مورد نظر خود که در جعبه search تایپ کرده اید با انتخاب گزینه های فوق نتایج صوتی یا تصویری را دریافت کنید.

Laycos

Laycos از دیگر موتورهای جستجو در اینترنت می باشد که به میزان زیادی مورد استفاده قرار می گیرد. می توانید آن را در آدرس www.laycos.com بیابید.

Laycos پایگاه داده های بسیار بزرگی است که مانند altavista با استفاده از کلمه های کلیدی کار می کند و بیشتر گزینه های آن در رابطه با تغییر پارامترهای درخواست جستجو نیز شبیه altavista می باشد. این موتور جستجو علاوه بر داشتن امکانات عمومی موتورهای جستجو علاوه دارای ویژگی خاصی به نام parental controls است. با استفاده از این امکان شما می توانید جستجو در این سایت را در محدوده های شخصی برای کودکان محدود کنید.

موتور جستجوی دیگر HotBot است. از نظر بسیاری از افراد ممکن است استفاده از HotBot نسبت به Altavista کمی آسانتر باشد، زیرا دیگر ناچار نخواهند بود که در خواست های چند کلمه ای خود را در غالب قواعد صحیح استفاده از کلمه های کلیدی تایپ کنند.

هر چند که در HotBot نیز می توان همچنان قواعد altavista را برای جستجو مورد استفاده قرار داد. HotBot با فهرست کرکره ای ساده ای که ارائه کرده است قادر است تقریبا" با 80-70 درصد خواست های جستجوی تان مطابقت داشته باشد.

IXQUICK

IXQUICK را با هوشترین ابر جستجوگر وب می دانند و دلیل آن هم شاید این باشد که بسیار منطقی و متفکر است و علاقه خاصی به این دارد که جوابهای بازگشتی را برحسب مورد سئوالی که طرح کرده اید آنالیز و رده بندی کند. به عبارت دیگر IXQUICK در میان جوابهای بازگشتی خود با نمایش علامت (*) مشخص می سازد که تا چه حد ممکن است که همان جوابی باشد که شما دنبال آن می

گردید. ویژگی اصلی و مثال زدنی IXQUICK بهره گیری از 12 موتور جستجو و دایرکتوری برتر دنیـای وب بـرای بازگردانـدن جوابهـا است.

نکات طلایی SEARCH

از آنجایی که بیشتر دانشجویان دنبال مقالات علمی در اینترنت هستند و نیز بیشتر مقالات به صورت pdf (pdf پسوند اسناد در نرم افـزار AcrobatReader است) ذخیره می شود. بر اساس تجربیاتی که به دست آمده، اگر در جعبه جستجو ابتدا عبـارت + PDF .* و سـپس عبارت مورد نظرتان را تایپ کنید، مقالات مرتبط با موضوعتان که به صورت PDF می باشند. نمایش داده می شوند. به عنوان مثـال، اگـر بدنبال مقاله ای در مورد راکتورهای هوازی با جریان روبه بالا (UASB) هستید می توانید عبارت زیر را تایپ کنید.
اگر به دنبال کلیپ های ویدیویی مرتبط بـا موضـوعی خـاص هـستید، بـه سـایت ALTAVISTA رفتـه و پـس از انتخـاب محـدوده VIDEO ، عبارت مورد نظر تان را در جعبه جستجو تایپ کرده و سپس در ادامه عبارت avi. * + و یا mpeg . * + را تایپ کنیـد و دکمه search را کلیک کنید.
ویرایشگر های yahoo تمام صفحه های وب موجود را مورد بررسی قرار نمی دهند بلکه در قرار دادن عنوانها در پایگاه داده ها به صـورت انتخابی عمل می کنند. در نتیجه yahoo بسیار کوچکتر و بسیار سریعتر از altavista, lycos و یا بیشتر موتورهای جستجو دیگـر مـی باشد. اما اگر دیگر پارامترهای جستجو تا حدی گنگ باشند و یا عنوان مورد نظر از کلمـه هـای روزمـره بـه شـمار نمـی آیـد lycos و یـا HotBot با ارائه پایگاه داده هایی که بیش از 10 برابر yahoo می باشد نتایج بهتری را به دنبال خواهند داشت اگر به دنبـال جـستجوی پیچیده می باشید altavista بهترین نتیجه را به دنبال خواهد داشت.
جدول زیر بطور خلاصه موتور جستجو مناسب را بر اساس نوع مطلب مورد جستجو نشان می دهد.

نوع مطلب	موتور جستجوی مناسب	نوع
ساده و عامیانه و روزمره	yahoo	راهنمای اینترنت قابل جستجو
تا حدی گنگ	HotBot, lycos	موتور جستجو
پیچیده	altavista	موتور جستجو
بسیار پیچیده	Google, metacrawler, ixquick	ابر جستجوگر

البته هر روز نوآوری هایی در این عرصه رخ می دهد. بعنوان مثال شرکت "گوگل" چهار خدمت رایگان و جدید معرفی کرده‌است کـه ایـن خـدمات جـست و جـو در اینترنـت را بـه یـک فعالیـت گروهـی بـدل مـی‌کننـد یکی از این خدمات جدید، "گوگل نوت بوک (www.google.com/notebook)"نام دارد که به کـاربران امکـان مـی‌دهـد متـون، "لینک"ها و تصاویری که در پی جستجوی‌های اینترنتی بدانها دست یافته‌اند را به صورت یکجـا درون یـک دفترچـه یادداشـت نگهـداری کننـد .
این دفترچه یادداشت در رایانه‌های سرور شرکت "گوگل" نگهداری می‌شود و کاربر می‌تواند از هر رایانه که به اینترنت متصل باشـد بـدانها دسـت یافتـه و در صـورت تمایـل آنهـا را در اختیـار سـایر کـاربران نیـز قـرار بدهـد .
یکی دیگر از خدمات جدید این شرکت، "گوگل کو-آپ (www.google.com/coop)"نام دارد که کاربران می‌توانند در آن لینکها و صـفحات اینترنتـی مـورد نظـر خـود را ذخیـره کـرده و بـه سـادگی در معـرض دیـد سـایر کـاربران قـرار دهنـد .
به طور مثال یک پزشک می‌تواند با استفاده خدمات "گوگل کو-آپ" چندین وب سایت مرتبط بـا بیمـاری ورم مفاصـل را در یـک لیـست مشخص کرده و هر کاربر که در این فهرست ثبت نام کند نیز می‌تواند در صورت جـستجوی مـوارد مـشابه در اینترنـت، عـلاوه بـر نتـایج جـستجوی خـود، وب سـایتهای مـشخص شـده توسـط ایـن پزشـک را نیـز مـشاهده نمایـد .
از دیگر خدمات جدید "گوگل"، "گوگل ترندز (www.google.com/trends)"نام دارد که بـه کـاربران اجـازه مـی‌دهـد در میـان میلیاردها جستجوی صروت گرفته در موتور جستجوی "گوگل"، با میزان معروف و محبوب بودن کلید واژه مورد نظر جستجوی خـود، آشـنا شـوند .

شرکت "گوگل" به همراه این خدمات جدید، نسخه آزمایشی نگارش چهارم از نرم‌افزار جستجوگر "دسکتاپ" خود (Google Desktop 4 Beta)را نیز با ویژگی‌ها و قابلیتهای تازه، عرضه کرده‌است .
کارشناسان عقیده دارند شرکت "گوگل" در ماه‌های اخیر با ارائه این قبیل خدمات، خواهان افزایش اطلاعات تولید شده توسط کاربران و افزایش فعالیتهای اجتماعی کاربران اینترنت، به ویژه در زمینه جستجوی اینترنت است .

پیوست 2

سایتهای مفید

امروزه با پیشرفت بسیار سریع تکنولوژی اطلاع رسانی، اینترنت نقش گستردهأی در ترویج و گسترش علوم پیدا کرده است. این فن آوری در کنار پست الکترونیکی به حلقه رابط جدیدی بین پژوهشگران علوم مختلف بدل شده است . گرچه جستجوگرهای قدرتمندی همچون "گوگل" انجام جستجوهای تخصصی را آسان کردهاند اما از پیش مشخص است که در کاوشهایی با موضوعات کلی، حجم انبوهی از اطلاعات و نامها بدست میآیدکه الزاما نتایج مورد نظر نخواهند بود. به منظور پاسخگویی به این نیاز برخی سایتهای تخصصی امکاناتی در اختیار شما قرار میدهند. در این پیوست سایتهایی در ارتباط با موضوعات مطرح شده، معرفی شده اند. این سایتها از منبع زیر انتخاب شده اند.

CASTI Metals Black Book, European Ferrous Data, Second Edition on CD-ROM,2003

Engineering Associations	
Canada	
AETTN - Association of Engineering Technicians and Technologists of Newfoundland	http://www.netfx.iom.net/aettn
APEGBC - Association of Professional Engineers and Geoscientists of British Columbia	http://www.apeg.bc.ca
APEGGA - Association of Professional Engineers, Geologists, and Geophysicists of Alberta	http://www.apegga.com
APEGM - Association of Professional Engineers and Geoscientists of Manitoba	http://www.apegm.mb.ca
APEGN - Association of Professional Engineers and Geologists of Newfoundland	http://www.apegn.nf.ca/
APEGNB - Association of Professional Engineers and Geoscientists of NewBrunswick	http://www.apegnb.com
APEGS - Association of Professional Engineers and Geoscientists of Saskatchewan	http://www.apegs.sk.ca
APENS - Association of Professional Engineers of Nova Scotia	http://www.apens.ns.ca
APEPEI - Association of Professional Engineers of Prince Edward Island	http://www.apepei.com
APEY - Association of Professional Engineers of Yukon	http://www.apey.yk.ca
ASET - Alberta Society of Engineering Technologists	http://www.aset.ab.ca
ASTTBC - Applied Science Technologists and Technicians of British Columbia	http://www.asttbc.org
CCPE - Canadian Council of Professional Engineers	http://www.ccpe.ca
CCTT - Canadian Council of Technicians and Technologists	http://www.cctt.ca
CTTAM - Certified Technicians and Technologists Association of Manitoba	http://www.cttam.com
NAPEGG - Association of Professional Engineers, Geologists and Geophysicists of the Northwest Territories (representing NWT and Nunavut Territory)	http://www.napegg.nt.ca
OACETT - Ontario Association of Certified Engineering Technicians and Technologists	http://www.oacett.org
OIQ - Ordre des ingénieurs du Québec	http://www.oiq.qc.ca
OTPQ - Ordre des Technologues Professionnels du Québec	http://www.otpq.qc.ca
PEO - Professional Engineers Ontario	http://www.peo.on.ca
SASTT - Saskatchewan Applied Science Technologists and Technicians	http://www.sastt.sk.ca
SCETTNS - Society of Certified Engineering Technicians and Technologists of Nova Scotia	http://www.scettns.ns.ca/
United States - National	
ABET - Accreditation Board for Engineering and Technology	http://www.abet.org
APC - American Plastics Council	http://www.plasticsresource.com

Engineering Associations (Continued)	
United States - National (Continued)	
EIA - Electronic Industries Association	http://www.eia.org
NAS - National Academy of Engineering	http://www.nas.edu/
National Science Foundation	http://www.nsf.gov/
NCEES - National Council of Examiners for Engineering and Surveying	http://www.ncees.org/
NICET - National Institute for Certification in Engineering Technology	http://www.nicet.org/
NSPE - National Society of Professional Engineers	http://www.nspe.org/
SEMA - Specialty Equipment Market Association	http://www.sema.org
US Army Corps of Engineers	http://www.hq.usace.army.mil/faqhome/
United States - State	
ASPE - Alabama Society of Professional Engineers	http://www.aspe.al.com
AZSPE - Arizona Society of Professional Engineers	http://www.azspe.org
CEC - Consulting Engineers Council of Ohio	http://www.cecohio.org
CFPP - Connecticut Engineers in Private Practice	http://www.ctengineers.org
CSPE - California Society of Professional Engineers	http://www.cspe.com
DCSPE - District of Columbia Society of Professional Engineers	http://www.free4u.com/district_of_columbia_society_of_professional_engineers.htm
FES - Florida Engineering Society	http://www.fleng.org
GSPE - Georgia Society of Professional Engineers	http://www.gspe.org
HSPE - Hawaii Society of Professional Engineers	http://www.eng.hawaii.edu/~hspe
IES - Iowa Engineering Society	http://www.iaengr.org
ISPE - Idaho Society of Professional Engineers	http://home.rmci.net/ispe
ISPE - Illinois Society of Professional Engineers	http://www.ilspe.com/
KSE - Kansas Consulting Engineers	http://www.kce.org
KEC - Kentucky Engineering Center	http://www.kyengcenter.org/
MES - Mississippi Engineering Society	http://www.msengsoc.org
MnSPE - Minnesota Society of Professional Engineers	http://www.mnspe.org
MSPE - Maryland Society of Professional Engineers	http://www.mdspe.org/

Engineering Associations (Continued)	
United States - State (Continued)	
MSPE - Michigan Society of Professional Engineers	http://www.voyager.net/mspe/
MSPE - Missouri Society of Professional Engineers	http://www.mspe.org
NeSPE - Nebraska Society of Professional Engineers	http://www.nespe.org
NHSPE - New Hampshire Society of Professional Engineers	http://www.nhspe.org
NJSPE - New Jersey Society of Professional Engineers	http://www.njspe.org
NMSPE - New Mexico Society of Professional Engineers	http://www.swcp.com/~nmspe
NYSSPE - New York State Society of Professional Engineers	http://www.nyspe.org
OSPE - Oklahoma Society of Professional Engineers	http://www.ospe.org
PEC - Professional Engineers of Colorado	http://www.spiltas.com/pec
PENC - Professional Engineers of North Carolina	http://www.penc.org
PEO - Professional Engineers of Oregon	http://www.pro-engineers-oregon.org
PSPE - Pennsylvania Society of Professional Engineers	http://www.pspe.org
SCSPE - South Carolina Society of Professional Engineers	http://www.scspe.org
SDES - South Dakota Engineering Society	http://www.sdes.org
TSPE - Tennessee Society of Professional Engineers	http://www.tnspe.org
TSPE - Texas Society of Professional Engineers	http://www.tspe.org
USPE - Utah Society of Professional Engineers	http://www.inconnect.com/~jamieski/USPE/
VSPE - Vermont Society of Professional Engineers	http://www.geocities.com/capecanaveral/4627/index.html
VSPE - Virginia Society of Professional Engineers	http://www.us.net/vspe
WSPE - Wisconsin Society of Professional Engineers	http://www.wspe.org
Other	
ENGC - Engineering Council (UK)	http://www.engc.org
ENGVA - European Natural Gas Vehicle Association	http://www.engva.org

Government	
Canada - Federal	
Geological Survey of Canada	http://www.nrcan.gc.ca/gsc
National Energy Board	http://www.neb.gc.ca
Natural Resources Canada	http://www.nrcan.gc.ca
Canada - Provincial	
Alberta Boilers Safety Association	http://www.albertaboilers.com
Alberta Environment	http://www.gov.ab.ca/env
Alberta Energy and Utilities Board	http://www.eub.gov.ab.ca
BC Ministry of Energy and Mines	http://www.gov.bc.ca/em
BC Oil and Gas Commission	http://www.ogc.gov.bc.ca
Manitoba Industry, Trade and Mines - Mineral Resources Division	http://www.gov.mb.ca/itm/mrd
Natural Resources Conservation Board	http://www.gov.ab.ca/nrcb
New Brunswick Safety Code Services	http://www.gnb.ca/PS-SP/english/indexe.shtml
Nova Scotia Department of Enviroment and Labour - Public Safety Division	http://www.gov.ns.ca/enla/psafe
Saskatchewan Energy and Mines	http://www.gov.sk.ca/enermine
Yukon Department of Energy, Mines and Resources	http://www.emr.gov.yk.ca
Yukon Geoology Program	http://www.geology.gov.yk.ca
United States - National	
National Petroleum Technology Office	http://www.npto.doe.gov
U.S. Department of the Interior	http://www.doi.gov/bureaus.html
U.S. Department of Energy	http://www.energy.gov
U.S. Energy Information Administration	http://www.eia.doe.gov
U.S. Environmental Protection Agency	http://www.epa.gov

Government (Continued)	
United States - State	
Alabama State Oil and Gas Board	http://www.ogb.state.al.us
Alaska Oil & Gas Conservation Commission	http://www.state.ak.us/local/akpages/ADMIN/ogc/homeogc.htm
California Energy Commission	http://www.energy.ca.gov
Colorado Oil & Gas Conservation Commission	http://oil-gas.state.co.us/
Indiana State Boiler and Pressure Vessel Safety Division	http://www.ai.org/isema/iosbc_boiler.html
Kansas Geological Survey	http://www.kgs.ukans.edu
Louisiana Department of Natural Resources	http://www.dnr.state.la.us/index.asi
Louisiana State Fire Marshall Boiler Division	http://www.dps.state.la.us/sfm/index.htm
Maryland Bureau of Mines	http://www.mde.state.md.us/Area/mineburindex.html
Minnesota Code Administration and Boiler Inspection Services	http://www.doli.state.mn.us/code.html
Montana Bureau of Mines and Geology	http://www.mbmg.mtech.edu
Nebraska State Boiler Inspection Program	http://www.dol.state.ne.us/nwd/center.cfm?pncat=2&subcat=2c&action=boiler
Nevada Bureau of Mines and Geology	http://www.nbmg.unr.edu
New Mexico Bureau of Geology and Mineral Resources	http://geoinfo.nmt.edu
New Mexico Oil Conservation Division	http://www.emnrd.state.nm.us/ocd
North Carolina Geological Survey	http://www.geology.enr.state.nc.us/
North Carolina State Department of Labor Boiler Safety Bureau	http://www.dol.state.nc.us/boiler.htm
North Dakota State Boiler Inspection Program	http://www.state.nd.us/ndins/deptprog/boiler.html
Oklahoma Energy Resources Board	http://www.oerb.com
Oklahoma Marginal Well Commission	http://www.state.ok.us/~marginal
Oregon State Boiler Program	http://www.cbs.state.or.us/bcd/swa/boilerhome.htm
Texas State Boiler Law	http://www.license.state.tx.us/boilers/blrlaw.htm
Texas, Railroad Commission of Texas	http://www.rrc.state.tx.us
Utah State Safety Division	http://www.ind-com.state.ut.us/Safety_Division/safety_division.htm
Wyoming Oil & Gas Conservation Commission	http://wogcc.state.wy.us

Industry Associations	
Boiler and Pressure Vessels	
ABSA - Alberta Boilers Safety Association	http://www.albertaboilers.com
PVRC - Pressure Vessel Research Council	http://www.forengineers.org/pvrc/index.htm
VMA - Valve Manufacturers Association of America	http://www.vma.org
Construction	
AEM - Association of Equipment Manufacturers	http://www.aem.org
CCA - Canadian Construction Association	http://www.cca-acc.com
CCPA - Canadian Concrete Pipe Association	http://www.ccpa.com
CII - Construction Industry Institute	http://construction-institute.org
DCA - Distribution Contractors Association	http://www.dca-online.org
MCAA - Mechanical Contractors Association of America	http://www.mcaa.org
NASTT - North American Society for Trenchless Technology	http://www.nastt.org
NUCA - National Utility Contractors Association	http://www.nuca.com
NUCA - National Utility Contractors Association	http://www.nuca.com
OAA - Ontario Association of Architects	http://www.oaa.on.ca
OAHI - Ontario Associations of Home Inspectors	http://www.oahi.com
PLCA - Pipe Line Contractors Association	http://www.plca.org
RMPCA - Rocky Mountain Pipeline Contractors Association	http://www.rmpca.com
Engineering and Science	
AAES - American Association of Engineering Societies	http://www.aaes.org
ACEC - American Council of Engineering Companies	http://www.acec.org
AIChE - American Institute of Chemical Engineers	http://www.aiche.org
Alberta Synchrotron Institute	http://alpha.asi.ualberta.com/MainPage.htm
Association of Engineers and Architects in Israel	http://www.engineers.org.il
ASAE - American Society of Agricultural Engineers	http://www.asae.org
Bureau International des Poids et Mesures	http://www.bipm.org
CEN - Canadian Engineering Network	http://www.transenco.com

Industry Associations (Continued)	
Engineering and Science (Continued)	
CEO - Consulting Engineers of Ontario	http://www.ceo.on.ca
CTI - Cooling Technology Institute	http://www.cti.org
Electric Power Research Institute	http://www.epri.com
IACET - International Association of Continuing Education and Training	http://www.iacet.org
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers	http://www.ieee.org
IES - Institute of Environmental Sciences	http://www.bangor.ac.uk/ies/ies.html
IIE - Institute of Industrial Engineers	http://www.iienet.org
ISI - Institute of Scientific Information	http://www.isinet.com
Israel Association for Automatic Control	http://www.technion.ac.il/~iaac
Israel Association for Computational Methods in Mechanics	http://www.iacmm.org.il
Israel Institute of Chemical Engineers	http://www.iiche.org.il
Israeli Society for Medical and Biological Engineering	http://www.eng.tau.ac.il/eng/associations/ISMBE
ITI - Information Technology Institute	http://www.iti.com
NAPE - National Association of Power Engineers	http://www.powerengineers.com
NEIC - National Engineering Information Council	http://www.asee.org/neic
NGVC - Natural Gas Vehicle Coalition	http://www.ngvc.org
RIA - Robotic Industries Association	http://www.robotics.org
Metals and Materials	
AA - Aluminum Association, Inc.	http://www.aluminum.org
AAEC - Asia Aluminum Extrusion Council	http://asia-aec.org
ACI - American Concrete Institute	http://www.aci-int.net
AISE - Association of Iron and Steel Engineers	http://www.aise.org
AISI - American Iron and Steel Institute	http://www.steel.org
BIMRMU - Brockhouse Institute for Materials Research, McMaster University	http://www.science.mcmaster.ca/bimr/general.html
CD - Corrosion Doctors	http://corrosion-doctors.org
CDA - Copper Development Association	http://www.copper.org

Industry Associations (Continued)	
Metals and Materials (Continued)	
CIMM - Canadian Institute for Mining and Metallurgy	http://www.cim.org
CISA - Casting Industry Suppliers Association	http://www.cisa.org
CMI - Cast Metals Institute	http://www.castmetals.com
Corrosion Source	http://www.corrosionsource.com
CSPA - Canadian Steel Producers Association	http://www.canadiansteel.ca
DDC - Diecasting Development Council	http://www.diecasting.org/ddc
DIMG - Ductile Iron Marketing Group	http://www.ductile.org/dimg
FIRST - Foundry Industry Recycling Starts Today	http://www.foundryrecycling.org
ICI - Investment Casting Institute	http://www.investmentcasting.org
ICRI - Iron Casting Research Institute	http://www.ironcasting.org
IISI - International Iron & Steel Institute	http://www.worldsteel.org
ILSR - Institute for Local Self-Reliance	http://www.ilsr.org
IMA - International Molybdenum Association	http://www.imoa.org.uk
IMechE - The Institution of Mechanical Engineers	http://www.imeche.org
IoM - Institute of Materials	http://www.instmat.co.uk
ITA - International Titanium Association	http://www.titanium.org
MTI - Materials Technology Institute of the Chemical Process Industries	http://www.mti-link.org
NADCA - North American Die Casting Association	http://www.diecasting.org
NAPCA - National Association of Pipe Coating Applicators	http://www.napca.com
NASS - National Association of Steel Stockholders	http://www.nass.org.uk/index.htm
NiDI - Nickel Development Institute	http://www.nidi.org
NFFS - Non-Ferrous Founders' Society	http://www.nffs.org
SBI - Swedish Institute of Steel Construction	http://www.algonet.se/~sbi
SFSA - Steel Founders' Society of America	http://www.sfsa.org
SMA - Steel Manufacturers Association	http://steelnet.org/sma/index.html
SRI - Steel Recycling Institute	http://www.recycle-steel.org

Industry Associations (Continued)	
Metals and Materials (Continued)	
SSPC - Steel Structures Painting Council	http://www.sspc.org
Oil and Gas	
AAPG - American Association of Petroleum Geologists	http://www.aapg.org
AGA - American Gas Association	http://www.aga.com
APGA - American Public Gas Association	http://www.apga.org
API - American Petroleum Institute	http://www.api.org
CAODC - Canadian Association of Oil Well Drilling Contractors	http://www.caodc.ca
CAPL - Canadian Association of Petroleum Landmen	http://www.landman.ca
CAPP - Canadian Association of Petroleum Producers	http://www.capp.ca
CEPA - Canadian Energy Pipeline Association	http://www.cepa.com
CGA - Canadian Gas Association	http://www.cga.ca
CGPSA - Canadian Gas Processors Suppliers Association	http://www.cgpsa.com
CHOA - Canadian Heavy Oil Association	http://www.choa.ab.ca
CPSC - Canadian Petroleum Safety Council	http://www.psc.ca
GMRC - Gas Machinery Research Council	http://www.gmrc.org
GPA - Gas Processors Association	http://gasprocessors.com
IADC - International Association of Drilling Contractors	http://www.iadc.org
IGT - Institute of Gas Technology	http://www.igt.org
IP - Institute of Petroleum	http://www.petroleum.co.uk
IPAA - Independent Petroleum Association of America	http://www.ipaa.org
MEA - Midwest Energy Association	http://midwestenergy.org
NGSA - Natural Gas Supply Association	http://ngsa.org
NOIA - The National Ocean Industries Association	http://www.noia.org
NPC - National Petroleum Council	http://www.npc.org
NPGA - National Propane Gas Association	http://www.npga.org
PA - PETROassist.com	http://www.petroassist.com

Industry Associations (Continued)	
Oil and Gas (Continued)	
PCF - Petroleum Communication Foundation	http://www.pcf.ab.ca
PPDM - Public Petroleum Data Model	http://www.ppdm.org
PSAC - Petroleum Services Association of Canada	http://www.psac.ca
PTTC - Petroleum Technology Transfer Council	http://www.pttc.org
SEGA - Southeastern Gas Association	http://www.segas.org
SEPAC - Small Explorers and Producers Association of Canada	http://www.sepac.ca
WSPA - Western States Petroleum Association	http://www.wspa.org
Standards and Quality	
AMRA - Automatic Meter Reading Association	http://www.amra-intl.org
CSA International	http://www.csa-international.org
EECS - Electrical Equipment Certification Service	http://www.hse.gov.uk/eecs
MECS - Mining Equipment Certification Service	http://www.hse.gov.uk/eecs/eecsmecs.htm
MSS - Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry Inc.	http://www.mss-hq.com/
IPQ - Instituto Português da Qualidade	http://www.ipq.pt/
NIST - National Institute of Standards and Technology	http://www.nist.gov/welcome.html
NNI - Netherlands Normalisatie	http://www.nni.nl/
SMRP - Society for Maintenance and Reliability Professionals	http://www.smrp.org/
SSPC - The Society for Protective Coatings	http://www.sspc.org/
USM - Standards and Metrology Institute (Slovenija)	http://www.usm.mzt.si/
Welding	
EWI - Edison Welding Institute	http://www.ewi.org/
HIWT - Hobart Institute of Welding Technology	http://www.welding.org/
PEWI - E O Paton Electric Welding Institute	http://www.stcu.kiev.ua/paton/
RWMA - Resistance Welder Manufacturers' Association	http://www.rwma.org/
TWI - The Welding Institute	http://www.twi.co.uk/

Industry Associations (Continued)	
Welding (Continued)	
WRC - Welding Research Council	http://www.forengineers.org/wrc

Metals Producers	
Nonferrous	
Alcan Aluminium Corporation	http://www.alcan.com
Alcoa Inc.	http://www.alcoa.com
AlcoTec Wire Corporation	http://www.alcotec.com
Brush Wellman Inc.	http://www.brushwellman.com
Coastal Aluminum Rolling Mills Inc.	http://www.coastalum.com
Columbia Falls Aluminum Company	http://www.cfaluminum.com
Deutsche Nickel AG	http://www.deutsche-nickel.de
Hydro Raufoss Automotive, N.A.	http://www.hydro.com
IMCO Recycling Inc.	http://www.imcorecycling.com
Kaiser Aluminum & Chemical Corp.	http://www.kaiseral.com
KB Alloys Inc.	http://www.kballoys.com
Magnesium Alloy Corp	http://www.magnesiumalloy.ca
Milward Alloys Inc.	http://www.milward.com
Minalex Corporation	http://www.minlex.com
Noranda Aluminum Inc.	http://www.noranda.ca
Northwest Aluminum Company	http://www.nwaluminum.com
Ormet Corporation	http://www.ormet.com
Precision Coil, Inc.	http://www.precisioncoil.com
Ritchey Metals Company Inc.	http://www.ritcheymetals.com/
Scepter Inc.	http://www.scepterinc.com
Shieldalloy Metallurgical Corp.	http://www.metallurg.com
Southwire Co.	http://www.southwire.com

Metals Producers (Continued)	
Steel and Steel Alloy Producers (Continued)	
Beta Steel Corporation	http://www.betasteelcorp.com/
Bethlehem Steel Corporation	http://www.bethsteel.com
Birmingham Steel	http://www.birminghamsteel.com
California Steel Industries, Inc.	http://www.californiasteel.com
Cargill Steel	http://www.cargillsteel.com
Carpenter Technology Corporation	http://www.cartech.com
Chaparral Steel	http://www.chaparralsteel.com
Chicago Heights Steel	http://www.steelnet.org/chsteel
Citisteel USA, Inc.	http://www.citisteel.com
Cleveland-Cliffs Inc.	http://www.cleveland-cliffs.com
CMC Steel Group	http://www.cmcsg.com
Connecticut Steel	http://www.ctsteelco.com
Copper Development Organization	http://www.copper.org
Co-Steel Raritan	http://www.costeel.com
Deacero, S.A. de C.V.	http://www.deacero.com
Dofasco Inc.	http://www.dofasco.ca
Electralloy	http://www.electralloy.com
G.O. Carlson, Inc.	http://www.gocarlson.com
Gallatin Steel Company	http://www.gallatinsteel.com
Geneva Steel	http://www.geneva.com
Georgetown Steel	http://www.gscrods.com
Granite City Pickling & Warehousing	http://www.gcpw.com
Grupo Villacero	http://www.villacero.com
Harsco Corporation	http://www.harsco.com
Huntco Steel Inc	http://www.huntcosteel.com
Hylsamex, S. A. de C.V.	http://www.hylsamex.com

Metals Producers (Continued)	
Steel and Steel Alloy Producers (Continued)	
IPSCO Inc.	http://www.ipsco.com
Ispat Inland Inc. (Formerly Inland Steel Industries, Inc.)	http://www.inland.com
Ispat International	http://www.ispat.com
Ispat Mexicana, S.A. delspat Mexicana, S.A. de C.V.	http://www.ispat.co.uk
J&L Specialty Steel, Inc.	http://www.jlspecialty.com
J&L Structural Inc.	http://www.jlstructural.com
Krupp VDM GmbH	http://www.kruppvdm.de/Index.ASP
Marion Steel Co.	http://www.marionsteel.com
McDonald Steel	http://www.mcdonaldsteel.com
Mexinox S.A. de C.V.	http://www.mexinox.com.mx
National Steel Corporation	http://www.nationalsteel.com
North Star Steel	http://www.cargillsteel.com/divisions/nss/nss_index.shtml
Nucor	http://www.nucor.com
Precision Specialty Metals, Inc.	http://www.psm-inc.com
Republic Technologies International	http://www.repsteel.com
Rouge Industries, Inc.	http://www.rougesteel.com
Sandmeyer Steel Company	http://www.sandmeyersteel.com
Sheffield Steel Corp.	http://www.sheffieldsteel.com
Shenango Incorporated	http://www.shenango.com
Slater Steel-Fort Wayne SpecialtyAlloys Div.	http://www.slater.com
Special Metals Corporation	http://www.specialmetals.com
Stelco Inc.	http://www.stelco.com
Sumitomo Metal Industries	http://www.sumitomometals.co.jp/e
Techalloy Company, Inc.	http://www.techalloy.com
The Timken Company	http://www.timken.com
Thyssen Inc., NA	http://www.tincna.com

Metals Producers (Continued)	
Steel and Steel Alloy Producers (Continued)	
United States Steel Corporation	http://www.ussteel.com
USS-POSCO Industries	http://www.uss-posco.com
WCI Steel, Inc.	http://www.wcisteel.com
Weirton Steel Corporation	http://www.weirton.com
Wheeling-Pittsburgh Steel Corporation	http://www.wpsc.com

National Standards Bodies	
AENOR - Asociación Espanola de Normalización y Certificación	http://www.aenor.es
AFNOR - Association Française de Normalisation	http://www.afnor.fr
ANSI - American National Standards Institute	http://www.ansi.org
ASTM - American Society for Testing and Materials	http://www.astm.org
BSI - British Standards Institute	http://www.bsi-global.com
CEN - Comité Européen de Normalisation (European Committee For Standardization)	http://www.cenorm.be
CSA - Canadian Standards Association	http://www.csa.ca
CSNI - Czech Republic	http://www.csni.cz
DIN - Deutsches Institut fur Normung	http://www.din.de
DS - Dansk Standard	http://www.ds.dk
DSP - US Military Defence Standardization Program	http://www.dsp.dla.mil/
ELOT - Hellenic Organization for Standardization	http://www.elot.gr
ETSI - European Telecommunications Standards Institute	http://www.etsi.fr
IBN - Institut Belge De Normalisation	http://www.ibn.be
IPQ - Instituto Português da Qualidade	http://www.ipq.pt
ISO - International Organization for Standardization	http://www.iso.org
IST - Icelandic Standards	http://www.stri.is
JISC - Japanese Industrial Standards Committee	http://www.jisc.go.jp

National Standards Bodies (Continued)	
JSA - Japanese Standards Association	http://www.jsa.or.jp
NIST - National Institute of Standards and Technology	http://www.nist.gov/welcome.html
NNI - Netherlands Normalisatie Instituut	http://www.nni.nl
NORSOK - Norsk Sokkels Konkuranseposisjon (Norway)	http://www.nts.no
NSAI - National Standards Authority of Ireland	http://www.nsai.ie
NSF - Norges Standardiseringsforbund (Norway)	http://www.standard.no
NTS - Norsk Teknologisenter	http://www.nts.no
ON - Österreichisches Normungsinstitut (Austrian Standards Institute)	http://www.on-norm.at
SA - Standards Australia	http://www.standards.com.au
SASO - Saudi Arabian Standards Organisation	http://www.saso.org
SCC - Standards Council of Canada	http://www.scc.ca
SFS - Suomen Standardisoimisliitto r.y. (Findland)	http://www.sfs.fi
SIRIM - Berhad (Malaysia)	http://www.sirim.my
SIS - Standardiseringen i Sverige	http://www.sis.se
SNV - Swiss Association for Standardization	http://www.snv.ch
SNZ - Standards New Zealand	http://www.standards.co.nz
SPRING - Standards, Productivity and Innovation for Growth (Singapore)	http://www.spring.gov.sg
UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione	http://www.unicei.it

Scientific Data and Units	
Materials	
Crystal Lattice Structures - Institut Laue-Langevin	http://www.ill.fr/dif/3D-crystals
Crystal Lattice Structures - US Naval Research Laboratory	http://cst-www.nrl.navy.mil/lattice
Material Physics Theory - US Naval Research Laboratory	http://cst-www.nrl.navy.mil/gallery
Material Properties - Apache Point Observatory	http://www.apo.nmsu.edu/Telescopes/SDSS/eng.papers/onFactors/19950926_MProperties.html
Material Properties - Crucible Materials Corporation	http://www.crucibleservice.com

Scientific Data and Units (Continued)	
Materials (Continued)	
Material Properties for Composites - MIL-17	http://www.mil17.org
Material Properties - Ferro Ceramic Grinding Inc.	http://www.ferroceramic.com/tables/t_01.htm
Material Properties - MatWeb	http://www.matls.com/search/SearchProperty.asp
Material Properties - Plastics USA	http://www.plasticsusa.com/matchar.html
Material Properties- Swedish Ceramics Institute	http://www.keram.se/ke00007.htm
Material Properties, Periodic Table - Atlantic Equipment Engineers	http://www.micronmetals.com
Material Properties, Unit Conversion, Periodic Table, Formulas - eFunda (Engineering Fundamentals)	http://www.efunda.com
Material Properties, Unit Conversion, Periodic Table - Metal Suppliers Online	http://www.suppliersonline.com/research
Material Properties, Unit Conversion, Periodic Table - Principle Metals Online	http://www.principalmetals.com
Material Properties, Unit Conversion, Thermodynamics Data - MAYA	http://www.mayahtt.com/tmwiz/default.htm
Materials Properties Databases - CINDAS (Purdue University)	http://mpho.www.ecn.purdue.edu/MPHO/CRDA_Handbooks
Material Properties Databases - NIST	http://www.nist.gov/srd/materials.htm
Mechanical Properties - Online Metals	http://www.onlinemetals.com/property_search.cfm?step=1
Metalurgical Data, Glossary, Unit Conversion - Timken	http://www.timken.com/timken_ols/steel/handbook
Metalurgical Data, Periodic Table, Unit Conversion - All Metals & Forge	http://www.steelforge.com/infoservices/infoservices.asp
Phase Diagrams - Georgia Tech ASM/TMS Joint Student Chapter	http://cyberbuzz.gatech.edu/asm_tms/phase_diagrams
Phase Diagrams - Scientific Group Thermodata Europe	http://klara.met.kth.se/pd
Plastics - Material Selection Guides	http://www.endura.com
Surfaces of Materials Database - National Institute of Standards and Technology	http://www.nist.gov/srd/surface.htm
Thermoplastic Material Selection Guide - Actech Inc.	http://www.actech-inc.com/engmrgt.htm
Unit Conversion, Periodic Table, and other Scientific References - PhysLink.com	http://www.physlink.com/Reference/Index.cfm

Scientific Data and Units (Continued)	
Periodic Tables	
All Metals & Forge	http://www.steelforge.com/infoservices/infoservices.asp
Metal Suppliers Online	http://www.suppliersonline.com/research
Atlantic Equipment Engineers	http://www.micronmetals.com
eFunda	http://www.efunda.com
Principle Metals Online	http://www.principalmetals.com
PhysLink.com	http://www.physlink.com/Reference/PeriodicTable.cfm
Web Elements	http://www.webelements.com
Physics	
Atomic and Molecular Physics Databases - NIST	http://www.nist.gov/srd/phys.htm
Ionization, Nuclear Physics, and Condensed Matter Data - NIST	http://physics.nist.gov/PhysRefData/contents-misc.html
Molecular Spectroscopic Data - NIST	http://physics.nist.gov/PhysRefData/contents-mol.html
Physical Constants - NIST	http://physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html
Physical Reference Data - NIST	http://physics.nist.gov/PhysRefData/contents.html
X-Ray and Gamma-Ray Data – NIST	http://physics.nist.gov/PhysRefData/contents-xray.html
X-ray Data - Berkeley Laboratories	http://www-cxro.lbl.gov/optical_constants
Units of Measurement	
Definitions, Conversions - The Foot Rule	http://www.omnis.demon.co.uk
Definitions, Conversions, History - Bureau International des Poids et Mesures (BIPM)	http://www.bipm.fr
Definitions, Conversions, History - Centre for Innovation in Mathematics Teaching	http://www.ex.ac.uk/cimt/dictunit/dictunit.htm
Definitions, Conversions, History - Center for Mathematics and Science Education	http://www.unc.edu/~rowlett/units/index.html
Definitions, Conversions, History of English Weights and Measures	http://home.clara.net/brianp
Definitions, Conversions, History of International System of Units (SI) - NIST	http://physics.nist.gov/cuu/Units/index.html
Legal Information on Weights, Measures, and Standard Time - Cornell University	http://www.law.cornell.edu/uscode/15/ch6.html

Scientific Data and Units (Continued)	
Units of Measurement - Uncertainty	
Essentials of Expressing Measurement Uncertainty - NIST	http://physics.nist.gov/cuu/Uncertainty/index.html
European Co-operation for Accreditation - Expressions of the Uncertainty of Measurements in Calibration	http://www.european-accreditation.org/documents.html#EA4
Expression of Uncertainty in Measurement - Teknologisk Institut	http://www.gum.dk
Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement - Metrodata GmbH	http://www.metrodata.de
Uncertainty Analyzer Software - QUAMETEC Corp.'s	http://www.quametec.com/UA.htm

Standards Associations, Societies and Boards	
A-Pex International (Japan)	http://www.a-pex.co.jp
A2LA - American Association for Laboratory Accreditation	http://www.a2la2.net
ABINEE - Brazilian Electrical & Electronic Equipment Industry Association	http://www.abinee.org.br
ABNT - Associacion Brasileira de Normas Technicas	http://www.abnt.org.br
ABS - American Bureau of Shipping	http://www.eagle.org
ACIL - American Council of Independent Laboratories	http://www.acil.org
MTL-ACTS Testing Labs	http://www.mtl-acts.com
ADLNB - Association of Designated Laboratories & Notified Bodies(Telecom)	http://www.adlnb.com
ANCE - Asociacion Nacional de Normalizacion y Certificacion del Sector Electrico (Mexico - in Spanish)	http://rtn.net.mx/ance
APAVE - (France)	http://www.apave.com
ASME - American Society of Mechanical Engineers	http://www.asme.org
ASSE - American Society of Safety Engineers	http://www.asse.org
ASTM - American Society for Testing and Materials	http://www.astm.org
BEAB - British Electrotechnical Approvals Board	http://www.beab.co.uk
BEC - Belgian Electrotechnical Committee	http://www.bec-ceb.be
BIS - Bureau of Indian Standards	http://www.bis.org.in
BMSI - Bureau of Standards, Metrology and Inspection (Taiwan)	http://www.bsmi.gov.tw/english/e_n_hpg.htm

Standards Associations, Societies and Boards (Continued)	
CANENA - Council for Harmonization of Electrotechnical Standardization of the Nations of the Americas	http://www.canena.org
CCIC - China National Import and Export Commodities Inspection Corp.	http://www.ccic.com
CCL - Communication Certification Laboratory	http://www.cclab.com
CCPS - Center for Chemical Process Safety	http://www.aiche.org/ccps
CDRH - Center for Devices and Radiological Health (FDA)	http://www.fda.gov/cdrh/index.html
CEPEL - Centro de Pequisas de Energia Electrica (Brazil)	http://www.cepel.br
CESI - China Electronic Standardization Institute	http://www.cesi.ac.cn
CPSC - US Consumer Product Safety Commission	http://www.cpsc.gov
CSBTS - China State Bureau of Technical Supervision	http://www.csbts.cn.net/english/index.htm
CSA - Canadian Standards Association International	http://www.csa-international.org
CSCE - Canadian Society for Civil Engineering	http://www.csce.ca
DZNM - State Office for Standardization and Metrology (Croatia)	http://www.dznm.hr
ECMA - European Organization for Standardizing Information & Communication Systems	http://www.ecma.ch
EFTA - European Free Trade Association	http://www.efta.int/structure/main/index.html
ENEC - European Norms Electrical Certification	http://www.enec.com
ETSI - European Telecommunications Standards Institute	http://www.etsi.fr
Europort - Standards Publication Source	http://www.europort.com
FONDONORMA - Standards and Certification Organization (Venezuela)	http://www.fondonorma.org.ve
NETC - National Electronics Testing Centre (Ireland)	http://www.netc.ie
Global Engineering Documents	http://www.global.ihs.com
Gosstandart of Russia - State Committee of the Russion Federation for Standardization and Metrology	http://www.gost.ru
HART Communication Foundation	http://www.hartcomm.org
Hydraulic Institute	http://www.pumps.org
IAEI - International Association of Electrical Inspectors	http://www.iaei.org

Standards Associations, Societies and Boards (Continued)	
IEC - International Electrotechnical Commission	http://www.iec.ch
IECEE - International Electrotechnical Commission of Electrical Equipment	http://www.iecee.org
IETF - The Internet Engineering Task Force	http://www.ietf.org
IHS - Information Handling Services	http://www.ihs.com/
IMQ - Instituto Italiano Del Marchio Di Qualita' (Italy)	http://www.imq.it
INEN - Instituto Ecuatoriano de Normalizacion (Ecuador)	http://www.inen.gov.ec
INN - Instituto Nacional de Normalización (Chile)	http://www.inn.cl
IPQ - Instituto Português da Qualidade (Portugal)	http://www.ipq.pt
IPT - Instituto de Pequisas Technologicas (Brazilian Test Lab)	http://www.ipt.br
IRAM - Instituto Argentino de Normalización (Argentinea)	http://www.iram.com.ar
ISA - Intrumentation, Systems and Automation Society	http://www.isa.org
ISO - International Standards Organization	http://www.iso.ch
IST - Icelandic Standards (Iceland)	http://www.stri.is
ITIC - Information Technology Industry Council	http://www.itic.org
JIS - Japan Industrial Standards Committee	http://www.jisc.org
KEBS - Kenya Bureau of Standards	http://www.kebs.org
LIA - Laser Institute of America	http://www.laserinstitute.org/safety_bulletin/lsib/index.htm
MSHA - Mine Safety and Health Administration	http://www.msha.gov
MSS - Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry Inc.	http://www.mss-hq.com
MSZT - Magyar Szabványügyi Testület (Hungary)	http://www.mszt.hu
NACLA - National Cooperation for Laboratory Accreditation	http://www.nacla.net
NBIC - National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors	http://www.nationalboard.org
NEC - Mike Holt's NEC Internet Connection	http://www.mikeholt.com
NEC - Newton's International Electrical Journal (NEC and related matters)	http://www.electrician.com
NEMA - National Electrical Manufacturer's Association	http://www.nema.org
NESF - National Electrical Safety Foundation (U.S.)	http://www.nesf.org

Standards Associations, Societies and Boards (Continued)	
NFPA - National Fire Protection Association	http://www.nfpa.org
NHTSA - National Highway Transportation Safety Agency (U.S.)	http://www.nhtsa.dot.gov
NIST - National Institute of Standards & Technology (Website)	http://www.nist.gov
NLSI - National Lightning Safety Institute	http://www.lightningsafety.com
NPL - National Physical Laboratory (U.K.)	http://www.npl.co.uk
NRTL - Nationally Recognized Testing Labs (includes scope of recognitions)	http://www.osha-slc.gov/dts/otpca/nrtl/index.html
NSAI - National Standards Authority of Ireland	http://www.nsai.ie
NSC - National Safety Council	http://www.nsc.org
NSF - Norges Standiseringsforbund (Norway)	http://www.standard.no
NSSN - National Standards System Network	http://www.nssn.org
NTSSS - North Texas System Safety Society	http://www.flash.net/~rcade
OSHA - Occupational Safety and Health Administration	http://www.osha.gov
PTB - Physikalisch Technische Bundesanstalt (Germany)	http://www.ptb.de
SABS - South African Bureau of Standards	http://www.sabs.co.za
SAQI - State Administration of Import and Export Commodity Inspection of the P.R.C. (China)	http://www.ciq.gov.cn
SCC - Standards Council of Canada	http://www.scc.ca
SEE - Service de l'Energie de l'Etat (Luxembourg)	http://www.etat.lu/SEE
SEMI - Semiconductor Equipment and Materials International	http://www.semi.org
SES - Standards Engineering Society	http://ses-standards.org
SESKO - Finnish Electrotechnical Standards Association (Findland)	http://www.sesko.fi/english.htm
SEV - Swiss Electrotechnical Association	http://www.sev.ch
SFS - Suomen Standardisoimisliitto r.y. (Findland)	http://www.sfs.fi
SII - Standards Institution of Israel	http://www.iso.co.il/sii
SIRIM - Berhad (Malaysia)	http://www.sirim.my
SMIS - Standards & Metrology Institute of Slovenia	http://www.usm.mzt.si
SNV - Schweizerische Normen Vereinigung (Switzerland)	http://www.snv.ch

Standards Associations, Societies and Boards (Continued)	
SP - Swedish National Testing & Research Institute	http://www.sp.se
SPRING - Standards, Productivity and Innovation for Growth (Singapore)	http://www.spring.gov.sg
SSS - System Safety Society	http://www.system-safety.org
STAMEQ - Directorate for Standards and Quality (Vietnam)	http://www.tcvn.gov.vn
Standards Australia	http://www.standards.com.au
FICORA - Finnish Communications Regulatory Authority (Finland)	http://www.ficora.fi
TISI - Thai Industrial Standards Institute	http://www.tisi.go.th/
TÜV America	http://www.tuvam.com
UBS - Uganda Bureau of Standards	http://www.unbs.org
UNI - Italian National Standards Body	http://www.unicei.it
UTE - Union technique de l'Electricite (France)	http://www.ute-fr.com
VDE - Verband Der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (Germany)	http://www.vde.com
VNIIS - All-Russian Scientific and Research Institute for Certification of GOSSTANDARDT of Russia	http://www.vniis.ru
WSSN - World Standards Services Network	http://www.wssn.net

پیوست 3

برخی از استانداردهای اروپایی مرتبط با فلزات

EN 1369	Founding; magnetic particle inspection
EN 1370	Founding; surface roughness inspection by visualtactile comparators
EN 1371-1	Founding; liquid penetrant inspection; part 1: sand, gravity die and low pressure die castings
EN 1559-1	Founding - Technical conditions of delivery - Part 1: General
EN 1559-2	Founding - Technical conditions of delivery - Part 2: Additional requirements for steel castings
EN 1559-3	Founding - Technical conditions of delivery - Part 3: Additional requirements for iron castings
EN 1559-5	Founding - Technical conditions of delivery - Part 5: Additional requirements for magnesium alloy castings
EN 1560	Founding - Designation system for cast iron - Material symbols and material numbers
EN 1561	Founding - Grey cast irons
EN 1562	Founding - Malleable cast irons
EN 1563	Founding - Spheroidal graphite cast irons
EN 1564	Founding - Austempered ductile cast irons
EN 12454	Founding - Visual examination of surface disccontinuities - Steel and castings
EN 10001	Definition and classification of pig - irons
EN 10016 - 1	Non - alloy steel rod for drawing and/or cold rolling - Part 1: General requirements
EN 10016 - 2	Non - alloy steel rod for drawing and/or cold rolling - Part 2: Specific requirements for general purposes rod
EN 10016 - 3	Non - alloy steel rod for drawing and/or cold rolling - Part 3: Specific requirements for rimmed and rimmed substitute low carbon steel rod
EN 10016 - 4	Non - alloy steel rod for drawing and/or cold rolling - Part 4: Specific requirements for rod for special applications
EN 10020	Definition and classification of grades of steel
EN 10020 / AC	Determination and classification of grades of steel; amendment to EN 10020: 1988
EN 10021	General technical delivery requirements for steel and iron products
EN 10024	Hot rolled taper flange I sections - Tolerances on shape and dimensions
EN 10025	Hot rolled products of non -alloy structural steels; technical delivery conditions (includes amendment A1: 1993)
EN 10027 - 1	Designation systems for steels; part 1: steel names, principal symbols
EN 10027 - 2	Designation systems for steels; part 2: numerical system
ECISS/IC 10	Designation systems for steel: Additional symbols for steel names
EN 10028 - 1	Flat products made of steels for pressure purposes; part 1: general

	requirements
EN 10028 - 2	Flat products made of steels for pressure purposes; part 2: non - alloy and alloy steels with specified elevated temperature properties
EN 10028 - 3	Flat products made of steels for pressure purposes; part 3: weldable fine grain steels, normalized
EN 10028 - 4	Flat products made of steels for pressure purposes; part 4: Nickel alloy steels with specified low temperature properties
EN 10028 - 5	Flat products made of steels for pressure purposes; part 5: weldable fine grain steels, thermomechanically rolled
EN 10028 - 6	Flat products made of steels for pressure purposes; part 6: weldable fine grain steels, quenched and tempered
EN 10029	Hot rolled steel plates 3 mm thick or above; tolerances on dimensions, shape and mass
EN 10029/AC	Hot rolled steel plates 3 mm thick or above; tolerances on dimensions, shape and mass
EN 10034	Structural steel I and H sections; tolerances on shape and dimensions
EN 10048	Hot rolled narrow steel strip - Tolerances on dimensions and shape
EN 10051	Continuously hot - rolled uncoated plate, sheet and strip of non - alloy and alloy steels; tolerances on dimensions and shape
EN 10051/A1	Continuously hot - rolled uncoated plate, sheet and strip of non - alloy and alloy steels; tolerances on dimensions and shape
EN 10052	Vocabulary of heat treatment terms for ferrous products
EN 10055	Hot rolled steel equal flange tees with radiused root and toes - Dimensions and tolerances on shape and dimensions
EN 10056	Structural steel equal and unequal leg angles; tolerances on shape and dimensions
EN 10056 - 1	Structural steel equal and unequal leg angles - Part 1: Dimensions
EN 10056 - 2	Structural steel equal and unequal leg angles; part 2: tolerances on shape and dimensions
EN 10067	Hot rolled bulb flats; dimensions and tolerances on shape and dimensions
EN 10079	Definition of steel products
ENV 10080	Steel for the reinforcement of concrete - Weldable ribbed reinforcing steel B 500 - Technical delivery conditions for bars, coils and welded fabric
EN 10083 - 1	Quenched and tempered steels; part 1: technical delivery conditions for special steels
EN 10083 - 1/A1	Quenched and tempered steels - Part 1: Technical delivery conditions for special steels
EN 10083 - 2	Quenched and tempered steels - Part 2: Technical delivery conditions for unalloyed quality steels
EN 10083 - 2/A1	Quenched and tempered steels - Part 2: Technical delivery conditions for

	unalloyed quality steels
EN 10083 - 3	Quenched and tempered steels - Part 3: Technical delivery conditions for boron steels
EN 10084EN 10087	Case hardening steels - Technical delivery conditionsFree - cutting steels - Technical delivery conditions for semi - finished products, hot rolled bars and rods
EN 10088 - 1	Stainless steels - Part 1: List of stainless steels
EN 10088 - 2	Stainless steels - Part 2: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip for general purposes
EN 10088 - 3	Stainless steels - Part 3: Technical delivery conditions for semi - finished products, bars, rods and sections for general purposes
EN 10095	Heat - resisting steels and alloys
EN 10106	Cold rolled non - oriented electrical steel sheet and strip delivered in fully processed state
EN 10107	Grain - oriented electrical steel sheet and strip delivered in fully processed state
EN 10111	Continuously hot-rolled low carbon steel sheet and strip for cold bending; technical delivery conditions
EN 10113 - 1	Hot-rolled products in weldable fine grain structural steels; part 1: general delivery conditions
EN 10113 - 2	Hot-rolled products in weldable fine grain structural steels; part 2: delivery conditions for normalized/normalized rolled steels
EN 10113 - 3	Hot-rolled products in weldable fine grain structural steels; part 3: delivery conditions for thermomechanical rolled steels
EN 10120	Steel sheet and strip for welded gas cylinders
EN 10126	Cold rolled electrical non-alloyed steel sheet and strip delivered in semi-processed state
EN 10130	Cold rolled low carbon steel flat products for cold forming; technical delivery conditions
EN 10130/A1	Cold rolled low carbon steel flat products for cold forming; -Technical delivery conditions
EN 10137 - 2	Plates and wide flats made of high yield strength structural steels in the quenched and tempered or precipitation hardened conditions - Part 2: Delivery conditions for quenched and tempered steels
EN 10131	Cold rolled uncoated low carbon high yield strength steel flat products for cold forming;tolerances on dimensions and shape
EN 10137 - 1	Plates and wide flats made of high yield strength structural steels in the quenched and tempered or precipitation hardened conditions - Part 1: General delivery conditions
EN 10137 - 2	Plates and wide flats made of high yield strength structural steels in the quenched and tempered or precipitation hardened conditions - Part 2: Delivery conditions for quenched and tempered steels

EN 10137 - 3	Plates and wide flats made of high yield strength structural steels in the quenched and tempered or precipitation hardened conditions - Part 3: Delivery conditions for precipitation hardened steels
EN 10138 - 1	Prestressing steels; part 1: general requirements
EN 10138 - 2	Prestressing steels; part 2: stress relieved cold drawn wire
EN 10138 - 3	Prestressing steels; part 3: strand
EN 10138 - 4	Prestressing steels; part 4: hot rolled and processed bars
EN 10138 - 5	Prestressing steels; part 5: quenched and tempered wire
EN 10139	Cold rolled uncoated mild steel narrow strip for cold forming; technical delivery conditions
EN 10140	Cold rolled narrow steel strip; tolerances on dimensions and shape
EN 10142	Continously hot-dip zinc coated low carbon steel sheet and strip for cold forming; technical delivery conditions
EN 10143	Continously hot-dip metal coated steel sheet and strip; tolerances on dimensions and shape
EN 10147	Continously hot-dip zinc coated unalloyed structural steel sheet and strip; technical delivery conditions
EN 10147/A1	Continously hot-dip zinc coated structural steel strip and sheet - Technical delivery conditions; Amendment A1
EN 10149 - 1	Hot rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming - Part 1: General delivery conditions
EN 10149 - 2	Hot rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming - Part 2: Delivery conditions for thermomechanically rolled steels
EN 10149 - 3	Hot rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming - Part 3: Delivery conditions for normalized or normalized rolled steels
EN 10152	Electrolytically zinc coated cold rolled steel flat products; technical delivery conditions
EN 10154	Continuously hot-dip aluminium-silicon (AS) coated steel strip and sheet - Technical delivery conditions
EN 10155	Structural steels with improved atmospheric corrosion resistance; technical delivery conditions
EN 10163 - 1	Delivery requirements for surface condition of hot rolled steel plates, wide flats and sections; part 1: general requirements
EN 10163 - 2	Delivery requirements for surface condition of hot rolled steel plates, wide flats and sections; part 2: plate and wide flats
EN 10163 - 3	Delivery requirements for surface condition of hot rolled steel plates, wide flats and sections; part 3: sections
EN 10163 - 4	Delivery requirements for surface quality of hot rolled steel products; part 4: round bars and wire rod
EN 10164	Steel products with improved deformation properties perpendicular of the

	product; technical delivery conditions
EN 10165	Cold rolled electrical alloyed steel sheet and strip delivered in semi - processed state
EN 10169 - 1	Continuously organic coated steel flat products - Part 1: General information (definitions, materials, tolerances, test methods)
EN 10169 - 2	Continuously organic coated (coil coated) steel flat products - Part 2: Products for building exterior applications
EN 10173	Double cold reduced electrolytic chromium/chromium oxide coated steel; coil for subsequent cutting into sheets
EN 10202	Cold reduced electrolytic chromium/chromium oxide coated steel
EN 10203	Cold reduced electrolytic tinplate
EN 10204	Metallic products; types of inspection documents
EN 10204/A1	Metallic products-Types of inspection documents; Amendment A1
EN 10205	Cold reduced blackplate in coil form for the production of tinplate or electrolytic chromium/chromium oxide coated steel
EN 10207	Steels for simple pressure vessels; technical delivery requirements for plates, strips and bars
EN 10208 - 1	Steel pipes for pipe lines for combustible fluids; technical delivery conditions; part 1: pipes of requirement class A
EN 10208 - 2	Steel pipes for pipe lines for combustible fluids; technical delivery conditions; part 2: pipes of requirement class B
EN 10209	Cold rolled low carbon steel flat products for vitreous enamelling - Technical delivery conditions
EN 10210 - 1	Hot finished structural hollow sections of non - alloy and fine grain structural steels; part 1: technical delivery requirements
EN 10210 - 2	Hot finished structural hollow sections of non - alloy and fine grain structural steels; part 2: tolerances, dimension and sectional properties
EN 10213 - 1	Technical delivery conditions for steel castings for pressure purposes - Part 1: General
EN 10213 - 2	Technical delivery conditions for steel castings for pressure purposes - Part 2: Steel grades for use at room temperature and elevated temperatures
EN 10213 - 3	Technical delivery conditions for steel castings for pressure purposes - Part 3: Steel grades for use at low temperatures
EN 10213 - 4	Technical delivery conditions for steel castings for pressure purposes - Part 4: Austenitic and austenitic - ferritic steel grades
EN 10214	Continuously hot-dip zinc-aluminium (ZA) coated steel strip and sheet - Technical delivery conditions
EN 10215	Continuously hot-dip aluminium-zinc (AZ) coated steel strip and sheet - Technical delivery conditions
EN 10216-1	Seamless steel tubes for pressure purposes; technical delivery conditions; part 1: non-alloy steel with specified room temperature properties

EN 10217 - 1	Welded steel tubes for pressure purposes; technical delivery conditions; part 1: non -alloy steel with specified room temperature properties
EN 10218 - 1EN 10218 - 2	Steel wire and wire products; general; part 1: test methodsSteel wire and wire products; general; part 2: wire dimensions and tolerances
EN 10219 - 1	Cold formed structural hollow sections of non-alloy and fine grain structural steels; part 1: technical delivery requirements
EN 10219 - 2	Cold formed structural hollow sections of non-alloy and fine grain structural steels; part 2: tolerances, dimensions and sectional properties
ENV 10220	Seamless and welded steel tubes; dimensions and masses per unit length
EN 10221	Surface quality classes for hot-rolled bars and rods - Technical delivery conditions
EN 10222 - 1	Steel forgings for pressure purposes - Part 1: General requirements for open die forgings
EN 10222 - 3	Steel forgings for pressure purposes - Part 3: Ferritic and martensitic steels with elevated temperature properties
EN 10222 - 4	Steel forgings for pressure purposes - Part 4: Nickel steels with specified low temperature properties
EN 10222 - 5	Steel forgings for pressure purposes - Part 5: Fine grain steels with high proof stress
EN 10222 - 6	Steel forgings for pressure purposes - Part 6: Austenitic, martensitic and austenitic-ferritic stainless steels
EN 10223 - 1	Steel wire and wire products for fences; part 1: zinc and zinc-alloy coated steel barbed wire
EN 10223 - 2	Steel wire and wire products for fences; part 2: hexagonal steel wire netting for agricultural, insulation, and fencing purposes
EN 10223 - 3	Steel wire and wire products for fences; part 3: hexagonal steel wire netting for engineering purposes
EN 10223 - 4	Steel wire and wire products for fences - Part 4: Steel wire welded mesh fencing
EN 10223 - 5	Steel wire and wire products for fences - Part 5: Steel wire woven hinged joint and knotted joint stock fencing
EN 10223 - 6	Steel wire and wire products for fences - Part 6: Steel wire chain link fencing
EN 10224	Steel tubes and fittings for the conveyance of aqueous liquids including water for human consumption
EN 10225	Weldable structural steels for fixed offshore structures
EN 10226 - 1	Pipe threads where pressure tight joints are made on the threads - Part 1: Designation, dimensions and tolerances
EN 10229	Evaluation of resistance of steel products to hydrogen induced cracking (HIC)
EN 10230	Steel wire and wire products; common, special and loose feed stock steel wire machine nails

EN 10238	Automatically blast cleaned and primed steel products
EN 10240	Internal and/or external protective coatings for steel tubes - Specification for hot dip galvanized coatings
EN 10241	Threaded steel fittings
EN 10242	Threaded pipe fitting in malleable cast iron
EN 10243 - 1	Steel drop and press forgings - Tolerances on dimensions
EN 10243 - 2	Steel upset forgings made on horizontal forging machines -Tolerances on dimensions
EN 10244 - 1	Steel wire and wire products - Non-ferrous metallic coatings on steel wire - Part 1: General principles
EN 10244 - 2	Steel wire and wire products - Non-ferrous metallic coatings on steel wire - Part 2: Zinc or zinc alloy coatings on steel wire
EN 10244 - 3	Steel wire and wire products - Non-ferrous metallic coatings on steel wire - Part 3: Aluminium coatings
EN 10244 - 4	Steel wire and wire products - Non-ferrous metallic coatings on steel wire - Part 4: Tin coatings
EN 10244 - 5	Steel wire and wire products - Non-ferrous metallic coatings on steel wire - Part 5: Nickel coatings
EN 10244 - 6	Steel wire and wire products - Non-ferrous metallic coatings on steel wire - Part 6: Copper, bronze or brass coatings
EN 10245 - 1	Steel wire and wire products - Organic coatings on wire -Part 1: General rules
EN 10245 - 2	Steel wire and wire products - Organic coatings on wire -Part 2: PVC coated wire
EN 10245 - 3	Steel wire and wire products - Organic coatings on wire -Part 3: PE coated wire
EN 10248 - 1	Hot rolled sheet piling of non alloy steels - Part 1: Technical delivery conditions
EN 10248 - 2	Hot rolled sheet piling of non alloy steels - Part 2: Tolerances on shape and dimensions
EN 10249 - 1	Cold formed sheet piling of non alloy steels - Part 1: Technical delivery conditions
EN 10249 - 2	Cold formed sheet piling of non alloy steels - Part 2: Tolerances on shape and dimensions
EN 10253 - 1	Butt; welding pipe fittings wrought carbon steel without specific inspection requirements
EN 10254	Steel closed die forgings - General technical delivery conditions
EN 10255	Non-alloy steel tubes suitable for welding or threading
EN 10257 - 1	Zinc or zinc alloy coated low carbon steel wire for armouring cables - Part 1: Land cables
EN 10257 - 2	Zinc or zinc alloy coated low carbon steel wire for armouring cables -

	Part 2: Submarine cables
EN 10267	Ferritic-pearlitic engineering steels for precipitation hardening from hot-working temperatures
EN 10268	Cold-rolled flat products made of high field strength steels for cold forming - General delivery conditions
EN 10271	Electrolyticaly zinc-nickel (ZN) coated cold roled steel flat products - Tehnical delvery conditions
EN 10283	Corrosion resistant steel casting
EN 10284	Malleable cast iron fittings with commresion ends for plastics piping system
EN 10285	Steel tubes and fittings for on and offshore pipelines - External three layer extruded polyethylene based coating
EN 10286	Steel tubes and fittings for on and offshore pipelines - External three layer extruded polypropylene based coatings
EN 10287	Steel tubes and fittings for on and offshore pipelines - External fused polyethylene based coatings
EN 10288	Steel tubes and fittings for on and offshore pipelines - External two layer extruded polyethylene based coatings
EN 20049 - 01	Melleable cast iron threaded pipe fittings; part 1: fittings with parallel internal and taper external threads in accordance with ISO 7-1
EN 29658	Steel; determination of aluminium content; flame atomic absorption spectrometric method (ISO 9658 :1990)
EN ISO 945	Cast iron - Designation of microstructure of graphite (ISO 945 : 1975)
EN ISO 1127	Stainless steel tubes - Dimensions, tolerances and conventional masses per unit length
EN ISO 3785	Steel - Designation of test piece axes (ISO 3785 : 1976)
EN ISO 8434 - 1	Metallic tube connections for fluid power and general use - Part 1: 24 < Grad > compression fittings (ISO 8434-1:1994)
EN ISO 10380	Corrugated flexible metallic hose and hose assemblies (ISO 10380 : 1994)

پیوست 4

استانداردهایASTM مرتبط با لوله، تیوب و اتصالات

STEEL PIPES

A53	Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless
A74	Specification for Cast Iron Soil Pipe and Fittings
A106	Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service
A126	Specification for Grey Iron Castings for Valves, Flanges, and Pipe Fittings
A134	Specification for Pipe, Steel, Electric-Fusion (Arc)-Welded (Sizes NPS 16 and Over)
A135	Specification for Electric-Resistance-Welded Steel Pipe
A139	Specification for Electric-Fusion (Arc)-Welded Steel Pipe (NPS 4 and Over)
A182	Specification for Forged or Rolled Alloy-Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High-Temperature Service
A252	Specification for Welded and Seamless Steel Pipe Piles
A312	Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Pipes
A333	Specification for Seamless and Welded Steel Pipe for Low-Temperature Service
A335	Specification for Seamless Ferritic Alloy-Steel Pipe for High-Temperature Service
A338	Specification for Malleable Iron Flanges, Pipe Fittings, and Valve Parts for Railroad, Marine, and Other Heavy Duty Service at Temperatures Up to 650°F (345°C)
A358	Specification for Electric-Fusion-Welded Austenitic Chromium-Nickel Alloy Steel Pipe for High-Temperature Service
A369	Specification for Carbon and Ferritic Alloy Steel Forged and Bored Pipe for High-Temperature Service
A376	Specification for Seamless Austenitic Steel Pipe for High-Temperature Central-Station Service
A377	Index of Specifications for Ductile-Iron Pressure Pipe
A409	Specification for Welded Large Diameter Austenitic Steel Pipe for Corrosive or High-Temperature Service
A426	Specification for Centrifugally Cast Ferritic Alloy Steel Pipe for High-Temperature Service
A451	Specification for Centrifugally Cast Austenitic Steel Pipe for High-Temperature Service
A523	Specification for Plain End Seamless and Electric-Resistance-Welded Steel Pipe for High-Pressure Pipe-Type Cable Circuits
A524	Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for Atmospheric and Lower Temperatures
A530	Specification for General Requirements for Specialized Carbon and Alloy Steel Pipe
A648	Specification for Steel Wire, Hard Drawn for Prestressing Concrete Pipe
A674	Practice for Polyethylene Encasement for Ductile Iron Pipe for Water or Other

	Liquids
A691	Specification for Carbon and Alloy Steel Pipe, Electric-Fusion-Welded for High-Pressure Service at High Temperatures
A694	Specification for Carbon and Alloy Steel Forgings for Pipe Flanges, Fittings, Valves, and Parts for High-Pressure Transmission Service
A716	Specification for Ductile Iron Culvert Pipe
A733	Specification for Welded and Seamless Carbon Steel and Austenitic Stainless Steel Pipe Nipples
A742	Specification for Steel Sheet, Metallic Coated and Polymer Precoated for Corrugated Steel Pipe
A746	Specification for Ductile Iron Gravity Sewer Pipe
A760	Specification for Corrugated Steel Pipe, Metallic-Coated for Sewers and Drains
A761	Specification for Corrugated Steel Structural Plate, Zinc-Coated, for Field-Bolted Pipe, Pipe-Arches, and Arches
A762	Specification for Corrugated Steel Pipe, Polymer Precoated for Sewers and Drains
A790	Specification for Seamless and Welded Ferritic/Austenitic Stainless Steel Pipe
A796	Practice for Structural Design of Corrugated Steel Pipe, Pipe-Arches, and Arches for Storm and Sanitary Sewers and Other Buried Applications
A798	Practice for Installing Factory-Made Corrugated Steel Pipe for Sewers and Other Applications
A807	Practice for Installing Corrugated Steel Structural Plate Pipe for Sewers and Other Applications
A810	Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Steel Pipe Winding Mesh
A813	Specification for Single- or Double-Welded Austenitic Stainless Steel Pipe
A814	Specification for Cold-Worked Welded Austenitic Stainless Steel Pipe
A849	Specification for Post-Applied Coatings, Pavings, and Linings for Corrugated Steel Sewer and Drainage Pipe
A861	Specification for High-Silicon Iron Pipe and Fittings
A862	Practice for Application of Asphalt Coatings to Corrugated Steel Sewer and Drainage Pipe
A865	Specification for Threaded Couplings, Steel, Black or Zinc-Coated (Galvanized) Welded or Seamless, for Use in Steel Pipe Joints
A872	Specification for Centrifugally Cast Ferritic/Austenitic Stainless Steel Pipe for Corrosive Environments
A885	Specification for Steel Sheet, Zinc and Aramid Fiber Composite Coated for Corrugated Steel Sewer, Culvert, and Underdrain Pipe
A888	Specification for Hubless Cast Iron Soil Pipe and Fittings for Sanitary and Storm Drain, Waste, and Vent Piping Applications
A926	Test Method for Comparing the Abrasion Resistance of Coating Materials for Corrugated Metal Pipe

A928	Specification for Ferritic/Austenitic (Duplex) Stainless Steel Pipe Electric Fusion Welded with Addition of Filler Metal
A929	Specification for Steel Sheet, Metallic-Coated by the Hot-Dip Process for Corrugated Steel Pipe
A930	Practice for Life-Cycle Cost Analysis of Corrugated Metal Pipe Used for Culverts, Storm Sewers, and Other Buried Conduits
A943	Specification for Spray-Formed Seamless Austenitic Stainless Steel Pipes
A949	Specification for Spray-Formed Seamless Ferritic/Austenitic Stainless Steel Pipe
A954	Specification for Austenitic Chromium-Nickel-Silicon Alloy Steel Seamless and Welded Pipe
A972	Specification for Fusion Bonded Epoxy-Coated Pipe Piles
A978	Specification for Composite Ribbed Steel Pipe, Precoated and Polyethylene Lined for Gravity Flow Sanitary Sewers, Storm Sewers, and Other Special Applications
A984	Specification for Steel Line Pipe, Black, Plain-End, Electric-Resistance-Welded
A998	Practice for Structural Design of Reinforcements for Fittings in Factory-Made Corrugated Steel Pipe for Sewers and Other Applications
A999	Specification for General Requirements for Alloy and Stainless Steel Pipe
A1005	Specification for Steel Line Pipe, Black, Plain End, Longitudinal and Helical Seam, Double Submerged-Arc Welded
A1006	Specification for Steel Line Pipe, Black, Plain End, Laser Beam Welded

STEEL TUBES

Boiler, Superheater, and Miscellaneous Tubes

A178	Specification for Electric-Resistance-Welded Carbon Steel and Carbon-Manganese Steel Boiler and Superheater Tubes
A179	Specification for Seamless Cold-Drawn Low-Carbon Steel Heat-Exchanger and Condenser Tubes
A192	Specification for Seamless Carbon Steel Boiler Tubes for High-Pressure Service
A209	Specification for Seamless Carbon-Molybdenum Alloy-Steel Boiler and Superheater Tubes
A210	Specification for Seamless Medium-Carbon Steel Boiler and Superheater Tubes
A213	Specification for Seamless Ferritic and Austenitic Alloy-Steel Boiler, Superheater, and Heat-Exchanger Tubes
A249	Specification for Welded Austenitic Steel Boiler, Superheater, Heat-Exchanger, and Condenser Tubes
A250	Specification for Electric-Resistance-Welded Ferritic Alloy-Steel Boiler and Superheater Tubes
A254	Specification for Copper-Brazed Steel Tubing

A268	Specification for Seamless and Welded Ferritic and Martensitic Stainless Steel Tubing for General Service
A269	Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service
A270	Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Sanitary Tubing
A334	Specification for Seamless and Welded Carbon and Alloy-Steel Tubes for Low-Temperature Service
A423	Specification for Seamless and Electric-Welded Low-Alloy Steel Tubes
A450	Specification for General Requirements for Carbon, Ferritic Alloy, and Austenitic Alloy Steel Tubes
A608	Specification for Centrifugally Cast Iron-Chromium-Nickel High-Alloy Tubing for Pressure Application at High Temperatures
A618	Specification for Hot-Formed Welded and Seamless High-Strength Low-Alloy Structural Tubing
A632	Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing (Small-Diameter) for General Service
A688	Specification for Welded Austenitic Stainless Steel Feedwater Heater Tubes
A771	Specification for Seamless Austenitic and Martensitic Stainless Steel Tubing for Liquid Metal-Cooled Reactor Core Components
A778	Specification for Welded, Unanneled Austenitic Stainless Steel Tubular Products
A789	Specification for Seamless and Welded Ferritic/Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service
A803	Specification for Welded Ferritic Stainless Steel Feedwater Heater Tubes
A822	Specification for Seamless Cold-Drawn Carbon Steel Tubing for Hydraulic System Service
A826	Specification for Seamless Austenitic and Martensitic Stainless Steel Duct Tubes for Liquid Metal-Cooled Reactor Core Components
A847	Specification for Cold-Formed Welded and Seamless High Strength, Low Alloy Structural Tubing with Improved Atmospheric Corrosion Resistance
A908	Specification for Stainless Steel Needle Tubing
A953	Specification for Austenitic Chromium-Nickel-Silicon Alloy Steel Seamless and Welded Tubing

Heat-Exchanger and Condenser Tubes

A179	Specification for Seamless Cold-Drawn Low-Carbon Steel Heat-Exchanger and Condenser Tubes
A213	Specification for Seamless Ferritic and Austenitic Alloy-Steel Boiler, Superheater, and Heat-Exchanger Tubes
A214	Specification for Electric-Resistance-Welded Carbon Steel Heat-Exchanger and

	Condenser Tubes
A249	Specification for Welded Austenitic Steel Boiler, Superheater, Heat-Exchanger, and Condenser Tubes
A498	Specification for Seamless and Welded Carbon, Ferritic, and Austenitic Alloy Steel Heat-Exchanger Tubes with Integral Fins
A851	Specification for High-Frequency Induction Welded, Unannealed, Austenitic Steel Condenser Tubes

Mechanical Tubing

A511	Specification for Seamless Stainless Steel Mechanical Tubing
A512	Specification for Cold-Drawn Buttweld Carbon Steel Mechanical Tubing
A513	Specification for Electric-Resistance-Welded Carbon and Alloy Steel Mechanical Tubing
A519	Specification for Seamless Carbon and Alloy Steel Mechanical Tubing
A554	Specification for Welded Stainless Steel Mechanical Tubing

Structural Tubing

A500	Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes
A501	Specification for Hot-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing
A847	Specification for Cold-Formed Welded and Seamless High Strength, Low Alloy Structural Tubing with Improved Atmospheric Corrosion Resistance
A618	Specification for Hot-Formed Welded and Seamless High-Strength Low-Alloy Structural Tubing

Welding Fitings

A234	Specification for Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Moderate and High Temperature Service
A403	Specification for Wrought Austenitic Stainless Steel Piping Fittings
A420	Specification for Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Low-Temperature Service
A758	Specification for Wrought-Carbon Steel Butt-Welding Piping Fittings with Improved Notch Toughness
A774	Specification for As-Welded Wrought Austenitic Stainless Steel Fittings for General Corrosive Service at Low and Moderate Temperatures

پیوست 5

استانداردهای ASTM مرتبط با فولادهای ریختگی و آهنگری

STEEL CASTINGS

A27	Specification for Steel Castings, Carbon, for General Application
A47	Specification for Ferritic Malleable Iron Castings
A48M	Specification for Gray Iron Castings [Metric]
A48	Specification for Gray Iron Castings
A74	Specification for Cast Iron Soil Pipe and Fittings
A126	Specification for Gray Iron Castings for Valves, Flanges, and Pipe Fittings
A128	Specification for Steel Castings, Austenitic Manganese
A148	Specification for Steel Castings, High Strength, for Structural Purposes
A159	Specification for Automotive Gray Iron Castings
A216	Specification for Steel Castings, Carbon, Suitable for Fusion Welding, for High-Temperature Service
A217	Specification for Steel Castings, Martensitic Stainless and Alloy, for Pressure-Containing Parts, Suitable for High-Temperature Service
A247	Test Method for Evaluating the Microstructure of Graphite in Iron Castings
A278M	Specification for Gray Iron Castings for Pressure-Containing Parts for Temperatures Up to 350°C
A278	Specification for Gray Iron Castings for Pressure-Containing Parts for Temperatures Up to 650°F
A297	Specification for Steel Castings, Iron-Chromium and Iron-Chromium-Nickel, Heat Resistant, for General Application
A319	Specification for Gray Iron Castings for Elevated Temperatures for Non-Pressure Containing Parts
A327M	Test Methods for Impact Testing of Cast Irons (Metric)
A327	Test Methods for Impact Testing of Cast Irons
A351	Specification for Castings, Austenitic, Austenitic-Ferritic (Duplex), for Pressure-Containing Parts
A352	Specification for Steel Castings, Ferritic and Martensitic, for Pressure-Containing Parts, Suitable for Low-Temperature Service
A356	Specification for Steel Castings, Carbon, Low Alloy, and Stainless Steel, Heavy-Walled for Steam Turbines
A367	Test Methods of Chill Testing of Cast Iron
A389	Specification for Steel Castings, Alloy, Specially Heat-Treated, for Pressure-Containing Parts, Suitable for High-Temperature Service
A395	Specification for Ferritic Ductile Iron Pressure-Retaining Castings for Use at Elevated Temperatures
A426	Specification for Centrifugally Cast Ferritic Alloy Steel Pipe for High-Temperature Service
A436	Specification for Austenitic Gray Iron Castings

A438	Test Method for Transverse Testing of Gray Cast Iron
A439	Specification for Austenitic Ductile Iron Castings
A447	Specification for Steel Castings, Chromium-Nickel-Iron Alloy (25-12 Class), for High-Temperature Service
A451	Specification for Centrifugally Cast Austenitic Steel Pipe for High-Temperature Service
A476M	Specification for Ductile Iron Castings for Paper Mill Dryer Rolls [Metric]
A476	Specification for Ductile Iron Castings for Paper Mill Dryer Rolls
A487	Specification for Steel Castings Suitable for Pressure Service
A488	Practice for Steel Castings, Welding, Qualifications of Procedures and Personnel
A494	Specification for Castings, Nickel and Nickel Alloy
A518	Specification for Corrosion-Resistant High-Silicon Iron Castings
A532	Specification for Abrasion-Resistant Cast Irons
A536	Specification for Ductile Iron Castings
A560	Specification for Castings, Chromium-Nickel Alloy
A571M	Specification for Austenitic Ductile Iron Castings for Pressure-Containing Parts Suitable for Low-Temperature Service [Metric]
A571	Specification for Austenitic Ductile Iron Castings for Pressure-Containing Parts Suitable for Low-Temperature Service
A583	Specification for Cast Steel Wheels for Railway Service
A597	Specification for Cast Tool Steel
A602	Specification for Automotive Malleable Iron Castings
A608	Specification for Centrifugally Cast Iron-Chromium-Nickel High-Alloy Tubing for Pressure Application at High Temperatures
A609	Practice for Castings, Carbon, Low-Alloy, and Martensitic Stainless Steel, Ultrasonic Examination Thereof
A644	Terminology Relating to Iron Castings
A667	Specification for Centrifugally Cast Dual Metal (Gray and White Cast Iron) Cylinders
A703	Specification for Steel Castings, General Requirements, for Pressure-Containing Parts
A732	Specification for Castings, Investment, Carbon and Low Alloy Steel for General Application, and Cobalt Alloy for High Strength at Elevated Temperatures
A743	Specification for Castings, Iron-Chromium, Iron-Chromium-Nickel, Corrosion Resistant, for General Application
A744	Specification for Castings, Iron-Chromium-Nickel, Corrosion Resistant, for Severe Service
A747	Specification for Steel Castings, Stainless, Precipitation Hardening
A748	Specification for Statically Cast Chilled White Iron-Gray Iron Dual Metal Rolls for

	Pressure Vessel Use
A757	Specification for Steel Castings, Ferritic and Martensitic, for Pressure-Containing and Other Applications, for Low-Temperature Service
A781	Specification for Castings, Steel and Alloy, Common Requirements, for General Industrial Use
A799	Practice for Steel Castings, Stainless, Instrument Calibration, for Estimating Ferrite Content
A800	Practice for Steel Casting, Austenitic Alloy, Estimating Ferrite Content Thereof
A802	Practice for Steel Castings, Surface Acceptance Standards, Visual Examination
A823	Specification for Statically Cast Permanent Mold Gray Iron Castings
A834	Specification for Common Requirements for Iron Castings for General Industrial Use
A842	Specification for Compacted Graphite Iron Castings
A872	Specification for Centrifugally Cast Ferritic/Austenitic Stainless Steel Pipe for Corrosive Environments
A874	Specification for Ferritic Ductile Iron Castings Suitable for Low-Temperature Service
A888	Specification for Hubless Cast Iron Soil Pipe and Fittings for Sanitary and Storm Drain, Waste, and Vent Piping Applications
A890	Specification for Castings, Iron-Chromium-Nickel-Molybdenum Corrosion-Resistant, Duplex (Austenitic/Ferritic) for General Application
A897M	Specification for Austempered Ductile Iron Castings [Metric]
A897	Specification for Austempered Ductile Iron Castings
A903	Specification for Steel Castings, Surface Acceptance Standards, Magnetic Particle and Liquid Penetrant Inspection
A915	Specification for Steel Castings, Carbon, and Alloy, Chemical Requirements Similar to Standard Wrought Grades
A942	Specification for Centrifugally Cast White Iron/Gray Iron Dual Metal Abrasion-Resistant Roll Shells
A957	Specification for Investment Castings, Steel and Alloy, Common Requirements, for General Industrial Use
A958	Specification for Steel Castings, Carbon, and Alloy, with Tensile Requirements, Chemical Requirements Similar to Standard Wrought Grades
A985	Specification for Steel Investment Casting General Requirements, for Pressure-Containing Parts
A993	Test Method for Dynamic Tear Testing of Cast Irons to Establish Transition Temperature
A1002	Specification for Castings, Nickel-Aluminum Ordered Alloy

FORGINGS

A105	Specification for Carbon Steel Forgings for Piping Applications
A181	Specification for Carbon Steel Forgings, for General-Purpose Piping
A182	Specification for Forged or Rolled Alloy-Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High-Temperature Service
A266	Specification for Carbon Steel Forgings for Pressure Vessel Components
A275	Test Method for Magnetic Particle Examination of Steel Forgings
A288	Specification for Carbon and Alloy Steel Forgings for Magnetic Retaining Rings for Turbine Generators
A289	Specification for Alloy Steel Forgings for Nonmagnetic Retaining Rings for Generators
A290	Specification for Carbon and Alloy Steel Forgings for Rings for Reduction Gears
A291	Specification for Steel Forgings, Carbon and Alloy, for Pinions, Gears and Shafts for Reduction Gears
A314	Specification for Stainless Steel Billets and Bars for Forging
A336	Specification for Alloy Steel Forgings for Pressure and High-Temperature Parts
A350	Specification for Carbon and Low-Alloy Steel Forgings, Requiring Notch Toughness Testing for Piping Components
A369	Specification for Carbon and Ferritic Alloy Steel Forged and Bored Pipe for High-Temperature Service
A372	Specification for Carbon and Alloy Steel Forgings for Thin-Walled Pressure Vessels
A388	Practice for Ultrasonic Examination of Heavy Steel Forgings
A418	Test Method for Ultrasonic Examination of Turbine and Generator Steel Rotor Forgings
A456	Specification for Magnetic Particle Examination of Large Crankshaft Forgings
A469	Specification for Vacuum-Treated Steel Forgings for Generator Rotors
A471	Specification for Vacuum-Treated Alloy Steel Forgings for Turbine Rotor Disks and Wheels
A472	Test Method for Heat Stability of Steam Turbine Shafts and Rotor Forgings
A473	Specification for Stainless Steel Forgings
A484	Specification for General Requirements for Stainless Steel Bars, Billets, and Forgings
A493	Specification for Stainless Steel Wire and Wire Rods for Cold Heading and Cold Forging
A503	Specification for Ultrasonic Examination of Large Forged Crankshafts
A508	Specification for Quenched and Tempered Vacuum-Treated Carbon and Alloy Steel Forgings for Pressure Vessels
A522	Specification for Forged or Rolled 8 and 9% Nickel Alloy Steel Flanges, Fittings, Valves, and Parts for Low-Temperature Service

A541	Specification for Quenched and Tempered Carbon and Alloy Steel Forgings for Pressure Vessel Components
A565	Specification for Martensitic Stainless Steel Bars, Forgings, and Forging Stock for High-Temperature Service
A579	Specification for Superstrength Alloy Steel Forgings
A592	Specification for High-Strength Quenched and Tempered Low-Alloy Steel Forged Fittings and Parts for Pressure Vessels
A638	Specification for Precipitation Hardening Iron Base Superalloy Bars, Forgings, and Forging Stock for High-Temperature Service
A646	Specification for Premium Quality Alloy Steel Blooms and Billets for Aircraft and Aerospace Forgings
A649	Specification for Forged Steel Rolls Used for Corrugating Paper Machinery
A668	Specification for Steel Forgings, Carbon and Alloy, for General Industrial Use
A694	Specification for Carbon and Alloy Steel Forgings for Pipe Flanges, Fittings, Valves, and Parts for High-Pressure Transmission Service
A705	Specification for Age-Hardening Stainless Steel Forgings
A707	Specification for Forged Carbon and Alloy Steel Flanges for Low-Temperature Service
A711	Specification for Steel Forging Stock
A723	Specification for Alloy Steel Forgings for High-Strength Pressure Component Application
A727	Specification for Carbon Steel Forgings for Piping Components with Inherent Notch Toughness
A730	Specification for Forgings, Carbon and Alloy Steel, for Railway Use
A745	Practice for Ultrasonic Examination of Austenitic Steel Forgings
A765	Specification for Carbon Steel and Low-Alloy Steel Pressure-Vessel-Component Forgings with Mandatory Toughness Requirements
A768	Specification for Vacuum-Treated 12% Chromium Alloy Steel Forgings for Turbine Rotors and Shafts
A788	Specification for Steel Forgings, General Requirements
A831	Specification for Austenitic and Martensitic Stainless Steel Bars, Billets, and Forgings for Liquid Metal Cooled Reactor Core Components
A836	Specification for Titanium-Stabilized Carbon Steel Forgings for Glass-Lined Piping and Pressure Vessel Service
A837	Specification for Steel Forgings, Alloy, for Carburizing Applications
A859	Specification for Age-Hardening Alloy Steel Forgings for Pressure Vessel Components
A891	Specification for Precipitation Hardening Iron Base Superalloy Forgings for Turbine Rotor Disks and Wheels
A909	Specification for Steel Forgings, Microalloy, for General Industrial Use
A921	Specification for Steel Bars, Microalloy, Hot-Wrought, Special Quality, for Subsequent

	Hot Forging
A952	Specification for Forged Grade 80 and Grade 100 Steel Lifting Components and Welded Attachment Links
A961	Specification for Common Requirements for Steel Flanges, Forged Fittings, Valves, and Parts for Piping Applications
A965	Specification for Steel Forgings, Austenitic, for Pressure and High Temperature Parts
A966	Test Method for Magnetic Particle Examination of Steel Forgings Using Alternating Current

پیوست 6

استانداردهایASTM مرتبط با مقاطع فولادی

STEEL PLATE, SHEET AND STRIP

A109	Specification for Steel, Strip, Carbon (0.25 Maximum Percent), Cold-Rolled
A167	Specification for Stainless and Heat-Resisting Chromium-Nickel Steel Plate, Sheet, and Strip
A176	Specification for Stainless and Heat-Resisting Chromium Steel Plate, Sheet, and Strip
A240	Specification for Heat-Resisting Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels
A262	Practices for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steels
A263	Specification for Corrosion-Resisting Chromium Steel-Clad Plate, Sheet, and Strip
A264	Specification for Stainless Chromium-Nickel Steel-Clad Plate, Sheet, and Strip
A265	Specification for Nickel and Nickel-Base Alloy-Clad Steel Plate
A345	Specification for Flat-Rolled Electrical Steels for Magnetic Applications
A366	Specification for Commercial Steel (CS) Sheet, Carbon (0.15 Maximum Percent) Cold-Rolled
A370	Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products
A380	Practice for Cleaning, Descaling, and Passivation of Stainless Steel Parts, Equipment, and Systems
A414	Specification for Steel, Sheet, Carbon, for Pressure Vessels
A417	Specification for Steel Wire, Cold-Drawn, for Zig-Zag, Square-Formed, and Sinuous-Type Upholstery Spring Units
A424	Specification for Steel, Sheet, for Porcelain Enameling
A480	Specification for General Requirements for Flat-Rolled Stainless and Heat-Resisting Steel Plate, Sheet, and Strip
A505	Specification for Steel, Sheet and Strip, Alloy, Hot-Rolled and Cold-Rolled, General Requirements for
A506	Specification for Steel, Sheet and Strip, Alloy, Hot-Rolled and Cold-Rolled, Regular Quality and Structural Quality
A507	Specification for Steel, Sheet and Strip, Alloy, Hot-Rolled and Cold-Rolled, Drawing Quality
A568	Specification for Steel, Sheet, Carbon, and High-Strength, Low-Alloy, Hot-Rolled and Cold-Rolled, General Requirements for
A569	Specification for Steel, Carbon (0.15 Maximum, Percent), Hot-Rolled Sheet and Strip Commercial Quality
A570	Specification for Steel, Sheet and Strip, Carbon, Hot-Rolled, Structural Quality
A604	Test Method for Macroetch Testing of Consumable Electrode Remelted Steel Bars and Billets
A606	Specification for Steel, Sheet and Strip, High-Strength, Low-Alloy, Hot-Rolled and Cold-Rolled, with Improved Atmospheric Corrosion Resistance

A607	Specification for Steel, Sheet and Strip, High-Strength, Low-Alloy, Columbium or Vanadium, or Both, Hot-Rolled and Cold-Rolled
A611	Specification for Structural Steel (SS), Sheet, Carbon, Cold-Rolled
A620	Specification for Drawing Steel (DS), Sheet, Carbon, Cold-Rolled
A622	Specification for Drawing Steel (DS), Sheet and Strip, Carbon, Hot-Rolled
A635	Specification for Steel, Sheet and Strip, Heavy-Thickness Coils, Carbon, Hot-Rolled
A659	Specification for Commercial Steel (CS), Sheet and Strip, Carbon (0.16 Maximum to 0.25 Maximum Percent), Hot-Rolled
A666	Specification for Annealed or Cold-Worked Austenitic Stainless Steel Sheet, Strip, Plate, and Flat Bar
A682	Specification for Steel, Strip, High-Carbon, Cold-Rolled, General Requirements For
A684	Specification for Steel, Strip, High-Carbon, Cold-Rolled
A693	Specification for Precipitation-Hardening Stainless and Heat-Resisting Steel Plate, Sheet, and Strip
A700	Practices for Packaging, Marking, and Loading Methods for Steel Products for Domestic Shipment
A702	Specification for Steel Fence Posts and Assemblies, Hot Wrought
A715	Specification for Steel Sheet and Strip, High-Strength, Low-Alloy, Hot-Rolled, and Steel Sheet, Cold-Rolled, High-Strength, Low-Alloy, with Improved Formability
A749	Specification for Steel, Strip, Carbon and High-Strength, Low-Alloy, Hot-Rolled, General Requirements for
A751	Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products
A763	Practices for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack in Ferritic Stainless Steels
A793	Specification for Rolled Floor Plate, Stainless Steel
A794	Specification for Commercial Steel (CS), Sheet, Carbon (0.16% Maximum to 0.25% Maximum), Cold-Rolled
A829	Specification for Alloy Structural Steel Plates

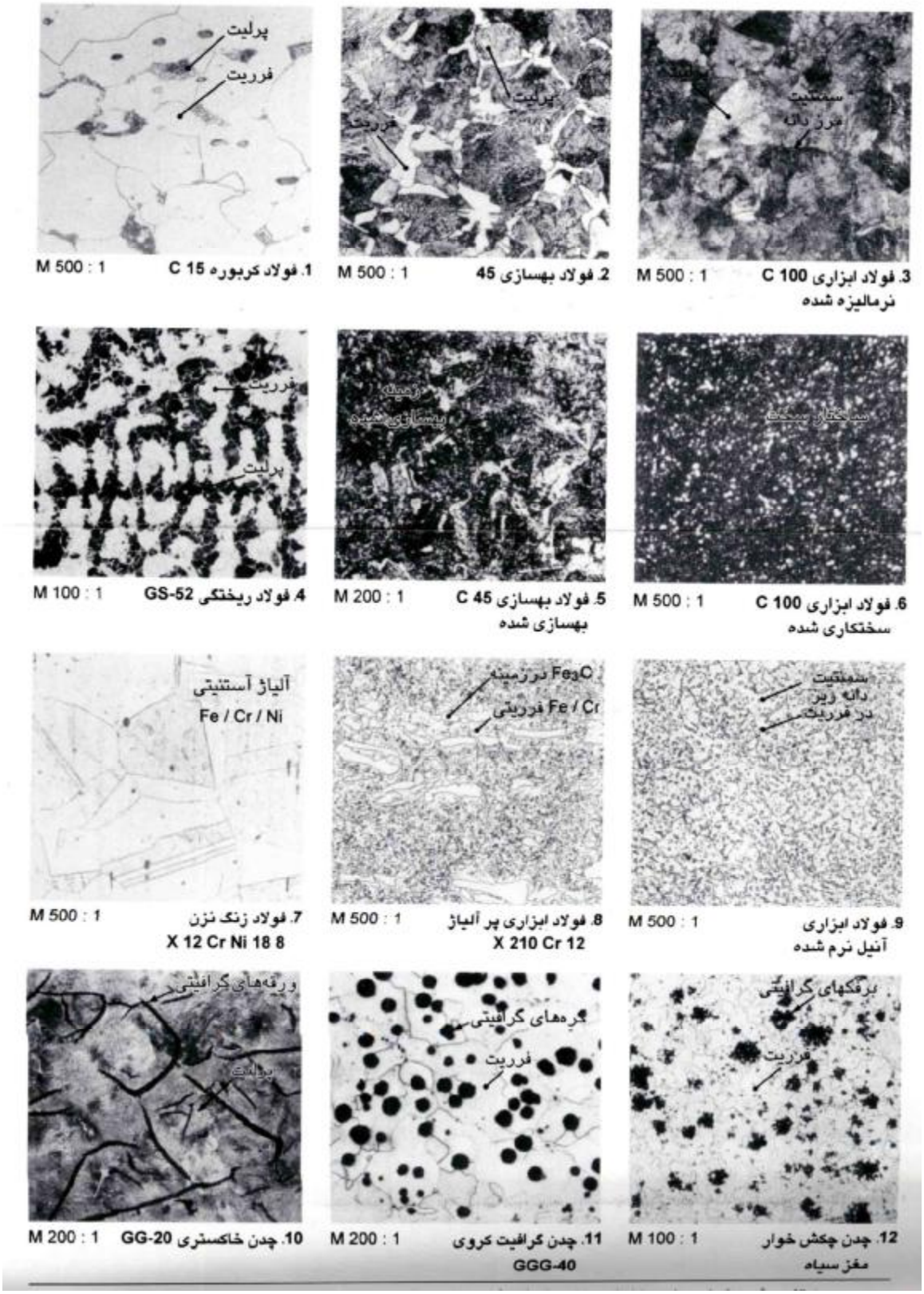
STEEL WIRE

A227	Specification for Steel Wire, Cold-Drawn for Mechanical Springs
A228	Specification for Steel Wire, Music Spring Quality
A229	Specification for Steel Wire, Oil-Tempered for Mechanical Springs
A230	Specification for Steel Wire, Oil-Tempered Carbon Valve Spring Quality
A231	Specification for Chromium-Vanadium Alloy Steel Spring Wire
A232	Specification for Chromium-Vanadium Alloy Steel Valve Spring Quality Wire
A313	Specification for Stainless Steel Spring Wire
A368	Specification for Stainless Steel Wire Strand
A401	Specification for Steel Wire, Chromium-Silicon Alloy

A407	Specification for Steel Wire, Cold-Drawn, for Coiled-Type Springs
A478	Specification for Chromium-Nickel Stainless Steel Weaving and Knitting Wire
A492	Specification for Stainless Steel Rope Wire
A493	Specification for Stainless Steel Wire and Wire Rods for Cold Heading and Cold Forging
A510M	Specification for General Requirements for Wire Rods and Coarse Round Wire, Carbon Steel [Metric]
A510	Specification for General Requirements for Wire Rods and Coarse Round Wire, Carbon Steel
A555	Specification for General Requirements for Stainless Steel Wire and Wire Rods
A580	Specification for Stainless Steel Wire
A581	Specification for Free-Machining Stainless Steel Wire and Wire Rods
A679	Specification for Steel Wire, High Tensile Strength, Cold Drawn
A713	Specification for Steel Wire, High-Carbon Spring, for Heat-Treated Components
A752M	Specification for General Requirements for Wire Rods and Coarse Round Wire, Alloy Steel [Metric]
A752	Specification for General Requirements for Wire Rods and Coarse Round Wire, Alloy Steel
A764	Specification for Metallic Coated Carbon Steel Wire, Coated at Size and Drawn to Size for Mechanical Springs
A805	Specification for Steel, Flat Wire, Carbon, Cold-Rolled

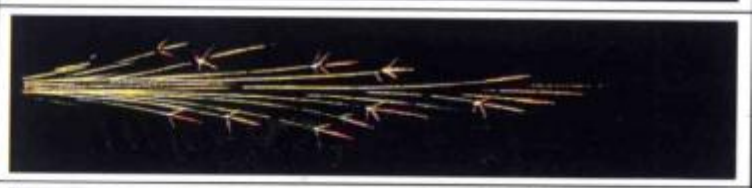
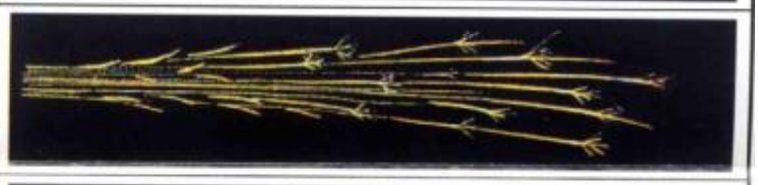
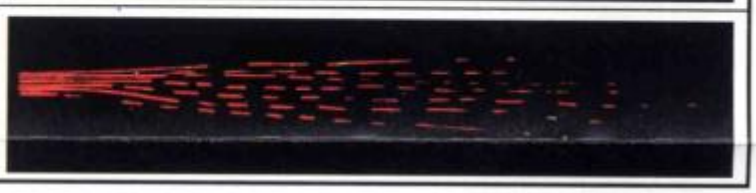
پیوست 7

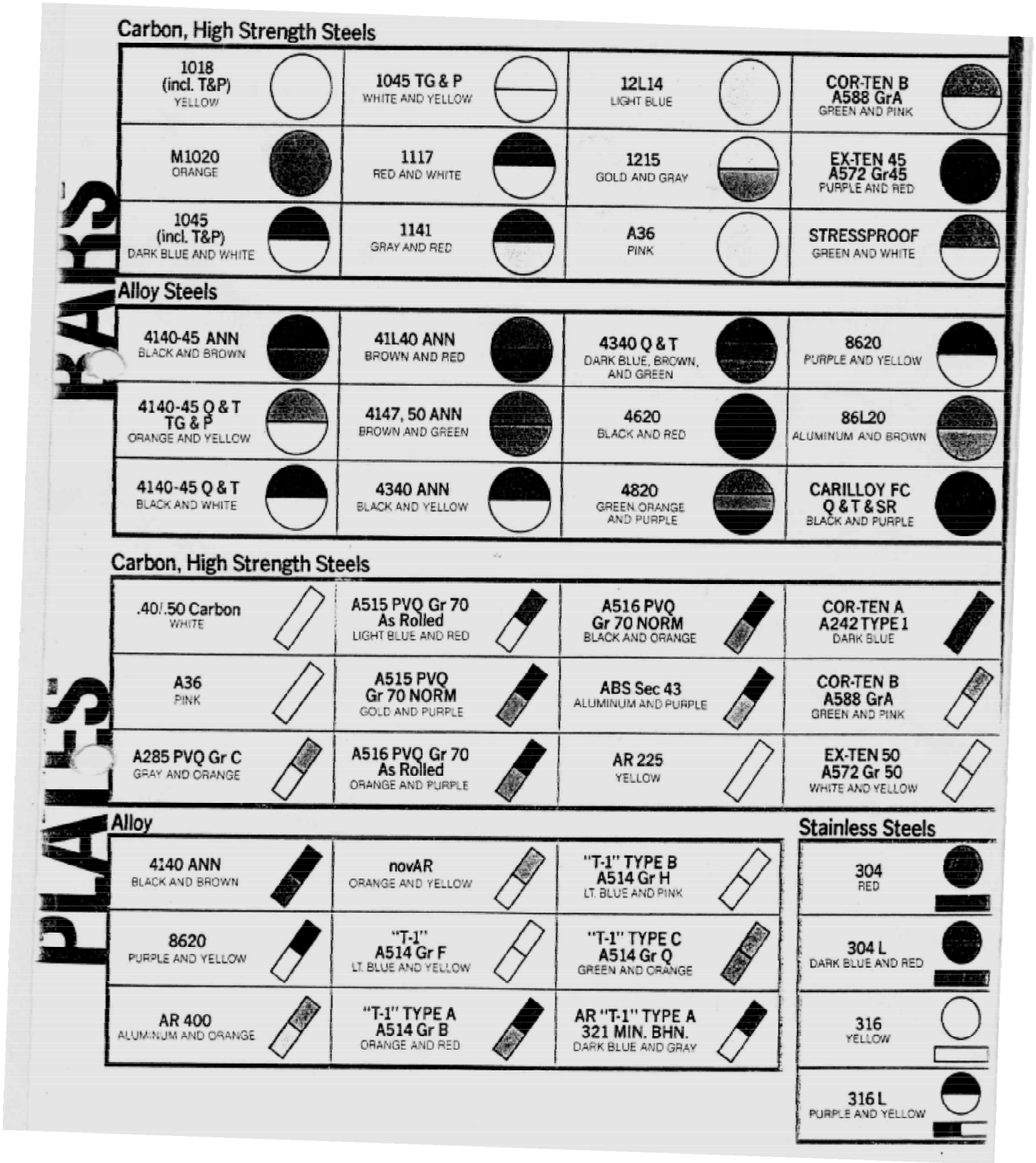
برخی روشهای شناسایی فولادها



ساختار میکروسکوپی پس از اچ شدن

آزمایش جرقه

جنس مقدار آلیاژ به %	شکل جرقه
فولاد سمانته C 15 0.15 C; 0.25 Si; 0.37 Mn پرتوهای صاف، انفجارهای کم C اثر C	
فولاد بهسازی C 45 0.45 C; 0.25 Si; 0.65 Mn انفجارهای زیاد و خار مانند C اثر C	
فولاد ابزاری C 100 1.0 C; < 0.25 Si; < 0.25 Mn انفجارهای زیاد C، شدیداً شاخه شاخه اثر C	
فولاد ابزاری آلیاژی 60 Mn Si 4 0.6 C; 1.0 Si; 1.0 Mn انفجارهای زیاد C، در جلو پرتوهای روشن و بزرگ اثر C و Si	
فولاد فنری 45 Cr Mo V 6 7 0.45 C; 0.25 Si; 0.7 Mn; 1.4 Cr; 0.7 Mo; 0.3 V پرتوهای باریک با سر نیزه‌ای اثر C و Mo	
فولاد ابزاری آلیاژی 105 W Cr 6 1.05 C; 0.25 Si; 1.0 Mn; 1.0 Cr; 1.2 W پرتوهای باریک با انتهای زبان مانند اثر W	
فولاد گرم کار 45 W Cr V 7 0.45 C; 1.0 Si; 0.3 Mn; 1.1 Cr; 0.2 V; 2.0 W انفجارهای کم C با دنباله روشن و کلفت اثر W و Si	
فولاد سرد کار X 210 Cr W 12 2.1 C; 0.3 Si; 0.3 Mn; 12 Cr; 0.7 W پرتوهای خوشه مانند کوتاه، در حالت سخت شده انفجارهای زیاد C اثر W و C	
فولاد تندبر S 18 – 0 – 1 0.75 C; 18 W; 1.1 V; 4.2 Cr پرتوهای منقطع، فقط انفجارهای C پراکنده و خیلی کم اثر W و C	



نشانه گذاری با استفاده از رنگ (color code)

پیوست 8

جداول مقایسه استانداردهای فولادها و چدنها

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - CARBON & ALLOY STEELS[a]

Germany DIN		USA[b]	United Kingdom	Japan	France	Sweeden	Russia
Number	Name	ASTM/AISI	BS	JIS	NF	SS	GOST
1.0028	USt34-2 (S250G1T)	---	---	SS 330	A 34-2	---	---
1.0034	RSt34-2 (S250G2T)	---	1449 34/20 HR, JS, CR, CS	---	A 34-2 NE	---	St2sp
1.0035	S185 (Fe 310-0) St 33	---	Fe 310-0; 1449 15 HR, HS	---	A 33	1300	St0
1.0036	S235JRG1 (Fe 360 B) USt37-2	A 570 Gr 33, 36	Fe 360 B; 4360-40 B	---	---	1311; 1312	16D; 18kp, St3kp
1.0037	S235JR (Fe 360 B) St 37-2	---	Fe 360 B; 1449 37/23 HR	STKM 12A; C	E 24-2	1311	---
1.0038	S235JRG2 (Fe 360 B) RSt 37-2	A 570 Gr 36	Fe 360 B FU; 1449 27/23 CR; 4360-40 B	---	E 24-2 NE	1312	St3ps; sp
1.0044	S275JR (Fe 430 B) St 44-2	A 570 Gr 40	Fe 430 B FN; 1449 43/25 HR, HS; 4360-43 B	SM 400 A;B;C	E 28-2	1412	St4ps; sp
1.0045	S355JR	---	4360-50 B	---	E 36-2	2172	---
1.0050	E295 (Fe 490-2) St 50-2	A 570 Gr 50; A 572 Gr 50	Fe 490-2 FN; 4360-50 B	SS 490	A 50-2	1550; 2172	St5ps; sp
1.0060	E335 (Fe 590-2) St 60-2	A 572 Gr 65	Fe 590-2 FN; 4360-55 E; 55 C	SM 570	A 60-2	1650	St6ps; sp
1.0070	E360 (Fe 690-2) St 70-2	---	Fe 690-2 FN	---	A 70-2	1655	---
1.0112	P235S	---	1501-164-360B LT20	---	A 37 AP	---	---
1.0114	S235J0; St 37-3 U	---	4360-40 C	---	E 24-3	---	---
1.0116	S235J2G3 (Fe 360 D 1) St 37-3	A 284 Gr D; A 573 Gr 58; A 570 Gr 36, C; A 611 Gr C	Fe 360 D1 FF; 1449 37/23 CR; 4360-40 D	---	E 24-3; E 24-4	1312; 1313	St3kp; ps; sp; 16D
1.0130	P265S	---	1501-164-400B LT 20	---	A 42 AP	---	---
1.0143	S275J0; St 44-3 U	---	4360-43 C	---	E 28-3	1414-01	---

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - CARBON & ALLOY STEELS[a] (Continued)

Germany DIN		USA[b]	United Kingdom	Japan	France	Sweeden	Russia
Number	Name	ASTM/AISI	BS	JIS	NF	SS	GOST
1.0144	S275J2G3 (Fe 430 D 1) St 44-3	A 573 Gr 70; A 611 Gr D	Fe 430 D1 FF; 4360-43 C, 43 D	SM 400 A; B; C	E 28-3; E 28-4	1411; 1412; 1414	St4kp; ps; sp
1.0149	S275J0H; RoSt 44-2	---	4360-43 C	---	---	1412-04	---
1.0226	DX51D; St 02 Z	---	Z2	---	GC	1151-10	---
1.0301	C10	M1010	040 A 10; 045 M 10; 1449 10 CS	S 10 C	AF 34 C 10; XC 10	---	10
1.0330	DC01 St 2; St 12	A 366; 1008	1449 4 CR; 1449 4 CS	SPCC	TC	1142	---
1.0332	DD11; StW 22	A 621; 1008	1449 4 HR; 14 HR	SPHD	1 C	---	15kp
1.0333	USt 3 (DC03G1) USt 13	A 619; 1008	1449 2 CR; 3 CR	SPCD	E	---	---
1.0334	UStW 23 (DD12G1)	A 621; 1008	---	SPHE	2 C	---	10kp
1.0335	DD13; StW 24	A 622; 1008	1449 1 HR	SPHE	3 C	---	08kp
1.0338	DC04 St 4; St 14	A 620; 1008	1449 1 CR; 2 CR	SPCE	ES	1147	08Ju; JuA
1.0345	P235GH HI	A 516 Gr 65, 55; A 515 Gr 65, 55; A 414 Gr C; A 442 Gr 55	1501 Gr. 141-360; 1501 Gr. 161-360 151-360; 1501 Gr. 161-400, 154-360; 1501 Gr. 164-360, 161-360	SGV 410; SGV 450; SGV 480; SPV 450; SPV 480	A 37 CP; AP	1331; 1330	---
1.0347	DC03; RRSt 3; RRSt 13	A 619	1449 3 CR; 1449 2 CR	---	E	1146	08Ju
1.0401	C15	M1015; M1016; M1017	080 A 15; 080 M 15; 1449 17 CS	S 15 C	AF 37 C 12; XC 18	1350	---
1.0402	C22	1020; M1020; M1023	055 M 15; 070 M 20; 1449 22 HS, CS	S 20 C; S 22 C	AF 42 C 20; XC 25; 1 C 22	1450	20
1.0406	C25	1025; M1025	070 M 26	---	1 C 25	---	---

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - CARBON & ALLOY STEELS[a] (Continued)

Germany DIN		USA[b]	United Kingdom	Japan	France	Sweeden	Russia
Number	Name	ASTM/AISI	BS	JIS	NF	SS	GOST
1.0425	P265GH; H II	---	1501 Gr.161-400, 151-400; 1501 Gr. 164-360, 161-400; 1501 Gr. 164-400; 154-400	SPV 315; SPV 355; SG 295; SGV 410; SGV 450; SGV 480	A 42 CP; AP	1431; 1430; 1432	16K; 20K
1.0473	P355GH; 19Mn6	A 537 Cl1; A 414 Gr G; A612	---	SGV 410; SGV 450; SGV 480	A 52 CP; AP	2101; 2102	---
1.0481	P295GH; 17Mn4	A 516 Gr 70; A 515 Gr 70; A 414 Gr F, G	1501 Gr. 224	SG 365; SGV 410; SGV 450; SGV 480	A 48 CP; AP	---	14G2
1.0501	C35	1035	080 A 32; 080 A 35; 080 M 36; 1449 40 CS	S 35 C	1 C 35; AF 55 C 35; XC 38	1572; 1550	35
1.0503	C45	1045	060 A 47; 080 M 46; 1449 50 HS, CS	S 45 C	1 C 45; AF 65 C 45	1672; 1650	45
1.0511	C40	1040	080 M 40	---	1 C 40; AF 60 C 40	---	---
1.0535	C55	1055	070 M 55	S 55 C	1 C 55; AF 70 C 55	1655	55
1.0539	S355NH; StE 335	---	---	---	TSE 355-4	2134-04	---
1.0540	C50	---	---	---	---	1674	---
1.0545	S355N; StE 355	---	4360-50E	---	E 355 R	2334-01	---
1.0546	S355NL; TStE 355	---	4360-50EE	---	E 355 FP	2135-01	---
1.0547	S355J0H	---	4360-50C	---	TSE 355-3	2172-04	---
1.0549	S355NLH; TStE 355	---	---	---	---	2135	---
1.0553	S355J0; St 52-3U	---	4360-50C	---	E 36-3	---	---

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - CARBON & ALLOY STEELS[a] (Continued)

Germany DIN		USA[b]	United Kingdom	Japan	France	Sweeden	Russia
Number	Name	ASTM/AISI	BS	JIS	NF	SS	GOST
1.0562	P355N; StE 355	A 633 Gr C; A588	1501 Gr. 225-490A LT 20	SM 490 A; B; C; YA; YB	FeE 355 KG N; E 355 R/FP; A 510 AP	2106	15GF
1.0565	P355NH; WStE 355	---	1501-225-490B LT 20	---	A 510 AP	2106	---
1.0566	P355NL1; TStE 355	---	1501-225-490A LT 50	---	A 510 FP	2107-01	---
1.0570	S355J2G3; St 52-3	---	Fe 510 D1 FF; 1449 50/35 HR, HS; 4360-50D	SM 490 A; B, C; YA; YB	E 36-3; E 36-4	2132; 2133; 2134; 2174	17GS; 17G1S
1.0577	S355H2G4 (Fe 510 D 2)	A 738	Fe 510 D2 FF; 1501 Gr. 224-460; 1501 Gr. 224-490	---	A 52 FP	2174	---
1.0601	C60	1060	060 A 62; 1449 HS, CS	S 58 C	1 C 60; AF 70 C 55	---	60(G)
1.0603	C67	1070	080 A 67; 1449 70 HS	---	XC 65	---	---
1.0605	C75	1074; 1075	1449 80 HS	---	---	---	75
1.0614	C76 D; D 75-2	1074	---	---	XC 75	---	---
1.0616	C86 D; D 85-2	1086	---	---	XC 80	---	---
1.0618	C92 D; D 95-2	1095	---	---	XC 90	---	---
1.0715	9SMn28 (11SMn30)	1213	230 M 07	SUM 22	S 250	1912	---
1.0718	9SMnPb28 (11SMnPb30)	12L13	---	SUM 22 L; SUM 23 L; SUM 24 L	S 250 Pb	1914	---
1.0721	10 S 20	1108; 1109	(210 M 15)	---	10 F 1	---	---
1.0722	10 SPb 20	11L08	---	---	10 PbF 2	---	---
1.0723	15S22; 15S20	---	210 A 15; 210 M 15	SUM 32	---	1922	---
1.0726	35 S 20	1140	212 M 36	---	35 MF 6	1957	---
1.0727	45 S 20 (46S20)	1146	---	---	45 MF 4	---	---

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - CARBON & ALLOY STEELS[a] (Continued)

Germany DIN		USA[b]	United Kingdom	Japan	France	Sweeden	Russia
Number	Name	ASTM/AISI	BS	JIS	NF	SS	GOST
1.0736	9SMn36 (11SMn37)	1215	---	SUM 25	S 300	---	---
1.0737	9SMnPb36 (11SMnPb37)	12L14	---	---	S 300 Pb	1926	---
1.0972	S315MC; QStE 300 TM	---	1501-40F30	---	E 315 D	---	---
1.0976	S355MC; QStE 360 TM	---	1501-43F35	---	E 355 D	2642	---
1.0982	S460MC; QStE 460 TM	---	1501-50F45	---	---	---	---
1.0984	S500MC; QStE 500 TM	---	---	---	E 490 D	2662	---
1.0986	S550MC; QStE 550 TM	---	1501-60F55	---	E 560 D	---	---
1.1121	Ck 10 (C10E)	1010	040 A 10	S 9 CK; S 10 C	XC 10	1265	08; 10
1.1133	20Mn5	1022; 1518	120 M 19	SMnC 420	20 M 5	2132	20GSL
1.1141	Ck 15 (C15E)	1015	040 A 15; 080 M 15	S 15; S 15 CK	XC 12; XC 15; XC 18	1370	15
1.1151	C22E; Ck 22	1020; 1023	055 M 15; (070 M 20)	S 20 C; S 20 CK; S 22 C	2 C 22; XC 18; XC 25	1450	20
1.1157	40Mn4	1035; 1041	150 M 36	---	35 M5; 40 M 5	---	40G
1.1158	C25E; Ck 25	1025	(070 M 26)	S 25 C; S 28 C	2 C 25; XC 25	---	25
1.1165	30Mn5	1036; 1330	120 M 36 (150 M 28)	SMn 433 H; SCMn 2	35 M 5	---	27ChGSNM DTL; 30GSL
1.1166	34Mn5	1536	---	SMn 433 H	---	---	---
1.1167	36Mn5	1335	150 M 36	SMn 438 (H); SCMn 3	35 M 5; 40 M 5	2120	35G2; 35GL
1.1170	28Mn6	1330	(150 M28); (150 M 19)	SCMn 1	20 M 5; 26 M 6	---	30G
1.1178	C30E; Ck 30	---	080 M 30	---	XC 32	---	---
1.1180	C35R; Cm 35	1035	080 A 35	---	3 C 35; XC 32	1572	---
1.1181	C35E; Ck 35	1035; 1038	080 A 35 (080 M 36)	S 35 C	2 C 35; XC 32; XC 38 H 1	1550; 1572	35
1.1183	Cf 35 (C35G)	1035	080 A 35	S 35 C	XC 38 H 1 TS	1572	35

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - CARBON & ALLOY STEELS[a] (Continued)

Germany DIN		USA[b]	United Kingdom	Japan	France	Sweeden	Russia
Number	Name	ASTM/AISI	BS	JIS	NF	SS	GOST
1.1186	C40E; Ck 40	1040	060 A 40; 080 A 40; 080 M 40	S 40 C	2 C 40; XC 42 H 1	---	40
1.1191	C45E; Ck 45	1045	080 M 46; 060 A 47	S 45 C; S 48 C	2 C 45; XC 42 H 1; XC 45; XC 48 H 1	1672	45
1.1193	Cf 45 (C45G)	1045	060 A 47; 080 M 46	S 45 C	XC 42 H 1 TS	1672	45
1.1201	C45R; Cm 45	1049	080 M 46	S 50 C	3 C 45; XC 42 H 1; XC 48 H 1	1660	-
1.1203	C55E; Ck 55	1055	060 A 57	S 55 C	2 C 55; XC 55 H 1	1655	55
1.1206	C50E; Ck 50	1049; 1050	080 M 50	---	2 C 50; XC 48 H 1; XC 50 H 1	1674	50
1.1209	C55R; Cm 55	1055	070 M 55	---	3 C 55; XC 55 H 1	---	---
1.1213	Cf 53 (C53G)	1050, 1055	070 M 55	S 50 C	XC 48 H 1 TS	1674	50
1.1221	C60E Ck 60	1060; 1064	060 A 62	S 58 C	2 C 60; XC 60 H 1	1665; 1678	60; 60G; 60GA
1.1231	Ck 67 (C67E)	1070	060 A 67	---	XC 68	1770	65GA; 68GA; 70
1.1248	Ck 75 (C75E)	1074; 1075; 1078	060 A 78	---	XC 75	1774	75(A)
1.1269	Ck 85 (C85E)	1086	---	---	XC 90	---	85(A)
1.1274	Ck 101 (C101E)	1095	---	SUP 4	XC 100	1870	---
1.3401	X120Mn12	---	---	SCMn H 1; SCMn H 11	Z 120 M 12	2183	110G13L
1.3505	100Cr6	52100	2 S 135; 535 A 99	SUJ 2	100 C 6	2258	SchCh 15
1.5024	46Si7	---	---	---	45 S 7; Y 46 S 7; 46 Si 7	---	---
1.5025	51Si7	9255	---	---	51 S 7; 51 Si 7	2090	---
1.5026	55Si7	9255	251 A 58	---	55 S 7	2085; 2090	55S2

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - CARBON & ALLOY STEELS[a] (Continued)

Germany DIN		USA[b]	United Kingdom	Japan	France	Sweeden	Russia
Number	Name	ASTM/AISI	BS	JIS	NF	SS	GOST
1.5027	60Si7	9260	251 A 60; 251 H 60	---	60 S 7	---	60S2
1.5028	65Si7	9260 H	---	50 P 7; SUP 6	60 S 7	---	---
1.5415	16Mo3; 15Mo3	A 204 Gr A; 4017	1503-243 B	---	15 D 3	2912	---
1.5419	22Mo4	4419	1503-243-430	SCPH 11	---	(2512)	---
1.5423	16Mo5	4520	---	SB 450 M; SB 480 M	---	---	---
1.5622	14Ni6	A 350 Gr LF 5	---	---	16 N 6	---	---
1.5637	12Ni14; 10Ni14	A 350 Gr LF 3	1501-503; 5 S 15	SL 3 N 26; 45	12 N 14; 3.5 Ni 355	---	---
1.5662	X8Ni9	A 353	1501-510; 1502-502-650; 1503-509-690	SL 9 N 53; 60	9 Ni 490	---	---
1.5680	X12Ni5; 12Ni19	2515; 2517	---	---	Z 18 N 5; 5 Ni 390	---	---
1.5711	40NiCr6	3140	---	---	---	---	40ChN
1.5713	13NiCr6	3115	---	---	10 NC 6	---	---
1.5732	14NiCr10	3415	---	SNC 415 (H)	14 NC 11	---	---
1.5736	36NiCr10	3435	---	SNC 631 (H)	30 NC 11	---	---
1.5752	14NiCr14	3310; 3415; 9314	655 H 13	SNC 815 (H)	12 NC 15; 14 NC 12	---	---
1.5919	15CrNi6	3115	---	---	16 NC 6	---	---
1.6511	36CrNiMo4	4340; 9840	817 M 37	---	36 CrNiMo 4; 35 NCD 5; 40 NCD 3	---	40ChN2MA
1.6523	21NiCrMo2	8620	805 H 20; 805 M 20; 806 M 20	SNCM 220 (H)	20 NCD 2	2506	---
1.6546	40NiCrMo2-2	8740	3111-Type 7	SNCM 240	40 NCD 2	---	38ChGNM
1.6562	40NiCrMo8-4	4340	---	SNB 24-1-5	---	---	---
1.6565	40NiCrMo6	4340; 9850	817 A 37; 818 M 40	SNCM 439	---	---	40Ch2N2MA
1.6580	30CrNiMo8	---	823 M 30	SNCM 431	30 CrNiMo 8; 30 NCD 8	---	---

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - CARBON & ALLOY STEELS[a] (Continued)

Germany DIN		USA[b]	United Kingdom	Japan	France	Sweeden	Russia
Number	Name	ASTM/AISI	BS	JIS	NF	SS	GOST
1.6582	34CrNiMo6	4337; 4340	816 M 40; 817 M 40	SNCM 447	34 CrNiMo 8; 35 NCD 6	2541	38Ch2N2MA
1.6587	17CrNiMo6	---	---	---	18 NCD 6	---	---
1.6657	14NiCrMo13-4	9310	832 H 13; 832 M 13; S 157	---	16 NCD 13	---	---
1.6746	32NiCrMo14-5	---	---	---	35 NCD 14	---	---
1.6747	30NiCrMo16 6	---	835 M 30	---	35 NCD 16	---	---
1.7003	38Cr2	---	120 M 36	---	38 C 2; 38 Cr 2	---	---
1.7006	46Cr2	5045; 5046	---	---	42 C 2; 42 Cr 2	---	---
1.7015	15Cr3	5015; 5115	523 M 15	SCr 415 (H)	12 C 3; 18 C 3	---	15Ch
1.7030	28Cr4	5130	530 A 30	---	---	---	30Ch
1.7033	34Cr4	5132	530 A 32; 530 H 32; 530 M 32	SCr 430 (H)	32 C 4; 34 Cr 4	---	35Ch
1.7034	37Cr4	5135	31111-3/1; 530 A 36; 530 H 36; 530 M 36	SCr 435 H	37 Cr 4; 38 C 4	---	SchCh10; 40Ch
1.7035	41Cr4	5140	530 A 40; 530 H 40; 530 M 40	SCr 440 (H)	41 Cr 4; 42 C 4	---	40Ch
1.7045	42Cr4	5140	530 A 40	SCr 440	42 C 4 TS	2245	40Ch
1.7108	60SiCr7	9262	---	---	60 SC 7	---	---
1.7131	16MnCr5	5115	527 M 17; 590 H 17; 590 M 17	---	16 MC 4	2173	18ChG
1.7147	20MnCr5	5120	---	SMnC 420 H	20 MC 5	---	18ChG
1.7176	55Cr3	5155; 5160	525 A 58; 525 A 60; 525 H 60	SUP 9 (A)	55 C 3	2253	50ChGA
1.7218	25CrMo4	4130	708 A 25	SCM 420; SCM 430; SCCrM 1	25 CD 4; 25 CrMo 4	2225	20ChM; 30ChM

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - CARBON & ALLOY STEELS[a] (Continued)

Germany DIN		USA[b]	United Kingdom	Japan	France	Sweeden	Russia
Number	Name	ASTM/AISI	BS	JIS	NF	SS	GOST
1.7220	34CrMo4	4135; 4137	708 A 37	SCM 432; SCCrM 3; SCM 435 H	34 CrMo 4; 35 CD 4	2234	AS38ChGM; 35ChM; 35ChML
1.7223	41CrMo4	4140; 4142	708 M 40; 3111-5/1	SCM 440	42 CD 4 TS	2244	40ChFA
1.7225	42CrMo4	4140; 4142	708 A 42; 708 M 40; 709 M 40	SCM 440 (H); SNB 7	42 CD 4; 42 CrMo 4	2244	---
1.7226	50CrMo4	4150	708 A 47	SCM 445 (H)	50 CrMo 4	---	---
1.7242	16CrMo4	---	---	SCM 418 H	---	---	---
1.7262	15CrMo5	---	---	SCM 415 (H)	12 CD 4	---	---
1.7264	20CrMo5	---	---	SCM 420 H; SCM 421	18 CD 4	---	---
1.7335	13CrMo4-5; 13CrMo4-4	A 182 Gr F11,F12; A 387 Gr 12 Cl. 2	620-440; 620-470; 620-540; 1501-620, 621	SFVA F 12	15 CD 3.5; 15 CD 4.5	2216	12ChM; 15ChM
1.7337*	16CrMo4-4	A 387 Gr 12 Cl. 2	---	---	15 CD 4.5	2216	15ChM
1.7361	32CrMo12	---	722 M 24	---	30 CD 12	2240	---
1.7380	10CrMo9-10	A 182 Gr F22; A 387 Gr. 22 Cl. 2	1501-622/515; 1501-622/690; 1502-622; 3604-622	SFVA F 22A, B; SCMV 4; SCPH 32-CF	12 CD 9.10; 10 CD 9.10	2218	12Ch8
1.7715	14MoV6-3	---	1503-660-460	---	---	---	---
1.8159	51CrV4; 50CrV4	6145; 6150	735 A 51; 735 H 51	SUP 10	50 CV 4; 51 CrV 4	2230	50ChGFA; 50ChFA
1.8507	34CrAlMo5	A 355 Cl D	---	---	30 CAD 6.12	---	---
1.8509	41CrAlMo7	A 355 Cl A	905 M 39	SACM 645	40 CAD 6.12	2940	38ChMJuA
1.8515	31CrMo12	---	722 M 24	---	30 CD 12	2240	---
1.8523	39CrMoV13-9	---	897 M 39; 3 S. 132	---	---	---	---

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - CARBON & ALLOY STEELS[a] (Continued)

Germany DIN		USA[b]	United Kingdom	Japan	France	Sweeden	Russia
Number	Name	ASTM/AISI	BS	JIS	NF	SS	GOST
1.8902	S420N; StE 420	A 633 Gr E	---	SM 490 A, B, C; YA, YB	FeE 420 KG N; E 420 RFP	2143	16G2AF
1.8903	S460NL; TStE 460	---	4360-55 EE	---	E 460 FP	---	---
1.8905	P460N; StE 460	A 633 Gr E	4360-55 F	SM 520 B	FeE 460 KG N; E 460 RFP	2143	18G2AFps
1.8906	S460OL; TStE 460V	---	4360-55 F	---	S 460 Q	---	---

a. It is not practical to directly correlate the various metal designations from country to country, let alone comparing several countries and their metal designations from the view that chemical composition and test methods may be similar, but not identical, and that manufacturing technologies may differ greatly. Consequently, the cross references made in this table are, at best, only listed as a practical guide to assist in finding comparable metal designations, and not equivalent metal designations.

b. Those USA designations beginning with the letter A are ASTM Standards, while those designations beginning with a number or the letter M are AISI Standards.

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - CAST IRONS*

Germany DIN		USA	UK	Japan	France	Sweeden	Russia
Number	Name	ASTM	BS	JIS	NF	SS	GOST
0.6010	GG 10	A 48 Class 20 B	---	G 5501 FC 100	Fl 10 D	01 10-00	Sc 10
0.6015	GG 15	A 48 Class 25 B	1452 Grade 150	G 5501 FC 150	Fl 15 D	01 15-00	Sc 15
0.6020	GG 20	A 48 Class 30 B	1452 Grade 220	G 5501 FC 200	Fl 20 D	01 20-00	Sc 20
0.6025	GG 25	A 48 Class 40 B	1452 Grade 260	G 5501 FC 250	Ft 25 D	01 25-00	Sc 25
0.6030	GG 30	A 48 Class 45 B	1452 Grade 300	G 5501 FC 300	Ft 30 D	01 30-00	Sc 30
0.6035	GG 35	A 48 Class 50 B	1452 Grade 350	G 5501 FC 350	Ft 35 D	01 35-00	Sc 35
0.6040	GG 40	A 48 Class 60 B	1452 Grade 400	---	Fl 40 D	01 40-00	Sc 40
0.6652	GGL-NiMn 13 7	---	L-NiMn 13 7	---	L-NM 13 7	---	---
0.6655	GGL-NiCuCr 15 6 2	A 436 Type 1	L-NiCuCr 15 6 2	---	L-NUC 15 6 2	---	---
0.6656	GGL-NiCuCr 15 6 3	A 436 Type 1b	L-NiCuCr 15 6 3	---	L-NUC 15 6 3	---	---
0.6660	GGL-NiCr 20 2	A 436 Type 2	L-NiCr 20 2	---	L-NC 20 2	05 23-00	---
0.6661	GGL-NiCr 20 3	A 436 Type 2b	L-NiCr 20 3	---	L-NC 20 3	---	---
0.6667	GGL-NiSiCr 20 5 3	---	L-NiSiCr 20 5 3	---	L-NSC 20 5 3	---	---
0.6676	GGL-NiCr 30 3	A 436 Type 3	L-NiCr 30 3	---	L-NC 30 3	---	---
0.6680	GGL-NiSiCr 30 5 5	A 436 Type 4	L-NiSiCr 30 5 5	---	L-NSC 30 5 5	---	---
0.7040	GGG-40	A 536 Grade 60-40-18	2789 Grade 420/12	G 5502-FCD 400	FGS 400-12	0717-02	VC 42-12
0.7043	GGG-40.3	---	370/17	---	FGS 370-17	0717 15	VC 42-12
---	---	A 536Grade 65-45-12	---	G 5502 FCD 450	---	---	---
0.7050	1693 GGG-50	---	2789 Grade 500/7	G 5502 FCD 500	A32-201 FGS 500-7	0727-02	VC 50-2
0.7060	1693 GGG-60	A 536 Grade 80-55-06	2789 Grade 600/3	G 5502 FCD 600	A32-201 FGS 600-3	0732-03	VC 60-2
0.7070	1693 GGG-70	A 536 Grade 100-70-03	2789 Grade 700/2	G 5502 FCD 700	A31-201 FGS 700-2	0737-01	VC 70-2
0.7080	GGG-80	A 536 Grade 120-90-02	800/2	---	FGS 800-2	---	VC 80-2
0.7652	GGG-NiMn 13 7	---	S-NiMn 13 7	---	S-NM 13 7	---	---
0.7660	GGG-NiCr 20 2	A 439 Type D-2	S-NiCr 20 2	---	S-NC 20 2	---	---
0.7661	GGG-NiCr 20 3	A 439 Type D-2 B	S-NiCr 20 3	---	S-NC 20 3	---	---
0.7665	GGG-NiSiCr 20 5 2	---	S-NiSiCr 20 5 2	---	S-NSC 20 5 2	---	---

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - CAST IRONS* (Continued)

Germany DIN		USA	UK	Japan	France	Sweeden	Russia
Number	Name	ASTM	BS	JIS	NF	SS	GOST
0.7670	GGG-Ni 22	A 439 Type D-2 C	S-Ni 22	---	S-N 22	---	---
0.7673	GGG-NiMn 23 4	A 571 Type D-2 M	S-NiMn 23 4	---	S-NM 23 4	---	---
0.7676	GGG-NiCr 30 3	A 439 Type D-3	S-NiCr 30 3	---	S-NC 30 3	---	---
0.7677	GGG-NiCr 30 1	A 439 Type D-3 A	S-NiCr 30 1	---	S-NC 30 1	---	---
0.7680	GGG-NiSiCr 30 5 5	A 439 Type D-4	S-NiSiCr 30 5 5	---	S-NSC 30 5 5	---	---
0.7683	GGG-Ni 35	A 439 Type D-5	S-Ni 35	---	S-N 35	---	---
0.7685	GGG-NiCr 35 3	A 439 Type D-5 B	S-NiCr 35 3	---	S-NC 35 3	---	---
0.9620	G-X 260 NiCr 4 2	A 532 I B NiCr-LC	Grade 2 A	---	---	0512-00	---
0.9625	G-X 330 NiCr 4 2	A 532 I A NiCr-HC	Grade 2 B	---	---	0513-00	---
0.9630	G-X 300 CrNiSi 9 5 2	A 532 I D Ni-HiCr	Grade 2 C, D, E	---	---	0457-00	---
0.9635	G-X 300 CrMo 15 3	A 532 II C 15% CrMo-HC	Grade 3 A, B	---	---	---	---
0.9640	G-X 300 CrMoNi 15 2 1	---	Grade 3 A, B	---	---	---	---
0.9645	G-X 260 CrMoNi 20 2 1	A 532 II D 20% CrMo-LC	Grade 3 C	---	---	---	---
0.9650	G-X 260 Cr 27	A 532 III A 25% Cr	Grade 3 D	---	---	0466-00	---
0.9655	G-X 300 CrMo 27 1	A 532 III A 25% Cr	Grade 3 E	---	---	---	---
---	---	---	6681 B 310/10	G 5702 FCMB 310	---	---	---
---	1692 GTS-35-10	A 47M-22010	310 B 35-12	G 5702 FCMB 340	---	---	---
---	1692 GTW-35-04	---	309 W 35-04	G 5703 FCMW 330	---	---	---
---	1692 GTW-40-05	---	309 W 40-05	G 5703 FCMW 370	A 32-701 MB 380-12	---	---
---	1692 GTW-45-07	---	---	G 5703 FCMWP 440	A 32-701 MB 450-7	---	---
---	---	A 220M Grade 310M8	---	G 5704 FCMP 440	---	---	---
---	---	A 220M Grade 340M5	6681 P 50-5	G 5704 FCMP 490	---	---	---
---	---	A 220M Grade 410M4	6681 P 55-04	G 5704 FCMP 540	---	---	---
---	---	A 220 Grade 70003	6681 P 60-3	G 5704 FCMP 590	---	---	---
---	---	A 220M Grade 620M1	6681 P 70-02	G 5704 FCMP 690	---	---	---
---	---	A 536 Grade 120-90-02	---	G 5502 FCD 800	---	---	---

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES- TOOL STEELS[a]

Germany DIN		USA[b]	UK	Japan	France	International	Russia
Number	Name	SAE/ASTM	BS	JIS	NF	ISO	GOST
1.1525	17350 C 80 W 1	J 438 W108	---	G 4401 SK 5; SK 6	C90E2U; A 35-590 Y_1 80	4957 TC 80	U8A-1; 2
1.1545	17350 C 105 W 1	J 438 W110	---	G 4401 SK 3	C105E2U; A 35-590 Y_1 105	4957 TC 105	U10A1; 2
---	---	---	---	G 4401 SK 4	A 35-590 Y_1 90	4957 TC 90	---
1.1620	17350 C 70 W2	---	---	G 4401 SK 7	A 35-590 Y_1 70	---	---
1.1625	C 80 W 2	A 686 W1	4659 BW 1B	---	---	---	U8-1
1.1645	C 105 W 2	J 438 W110	---	---	(C105E2U); (A 35-590 Y_2 105)	---	U10-1
1.1663	C 125 W	J 438 W112	---	G 4401 SK 2	C120E3U; A 35-590 Y_2 120	4957 TC 120	U13-1
1.1673	C 135 W	---	---	G 4401 SK 1	C140E3U; A 35-590 Y_2 140	4957 TC 140	---
1.1750	C 75 W	A 686 W1	4659 BW 1A	-	---	---	---
1.2067	17350 102Cr6	A 681 L3	4659 BL 3	SUJ 2	100Cr6; A 35-590 Y_2 100 C 6	4957 100 Cr 2	Ch
1.2080	17350 X210Cr12	A 686 D3	4659 BD 3	G 4404 SKD 1	X200Cr12; A 35-590 Z 200 C 12	4957 210 Cr 12	Ch 12
1.2083	X42Cr13	---	---	SUS 420 J 2	X40Cr14; A 35-590 Z 40 C 14	---	---
1.2210	17350 115CrV3	A 686 L2	---	---	---	---	---
1.2330	35CrMo4	AISI 4135; A 686 P20	708 A 37; 4659 BP 20	---	A 35-590 34 CD 4	---	---
1.2332	47CrMo4	AISI 4142	708 M 40	---	---	---	---
1.2343	17350 X38CrMoV5-1	A 686 H11	4659 BH 11	G 4404 SKD 6	X38CrMoV5; A 35-590 Z 38 CDV 5	4957 35 CrMoV 5	4Ch5MFS
1.2344	17350 X40CrMoV5-1	A 686 H13	4659 BH 13	G 4404 SKD 61	X40CrMoV5; A 35-590 Z 40 CDV 5	4957 40 CrMoV 5	4Ch5MF1S
1.2363	X100CrMoV5-1	A 686 A2	4659 BA 2	G 4404 SKD 12	X100CrMoV5; A 35-590 Z 100 CDV 5	4957 100 CrMoV 5	---
1.2365	17350 X32CrMoV3-3	A 686 H10	4659 BH 10	G 4404 SKD 7	32CrMoV12-28; A 35-590 32 CDV 12-28	4957 30 CrMoV 3	3Ch3M3F
---	---	A 686 H19	4659 BH 19	G 4404 SKD 8	---	---	---
1.2379	17350 X155CrVMo12-1	A 686 D2	4659 BD 2	G 4404 SKD 11	X160CrMoV12; A 35-590 Z 160 CDV 12	4957 160 CrMoV 12	---
1.2419	17350 105WCr6	---	---	G 4404 SKS 2; SKS 3, SKS 31	A 35-590 105WCr 5; 105WC 13	4957 105 WCr 1	ChWG

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES- TOOL STEELS[a] (Continued)

Germany DIN		USA[b]	UK	Japan	France	International	Russia
Number	Name	SAE/ASTM	BS	JIS	NF	ISO	GOST
1.2436	17350 X210CrW12	---	---	---	X210CrW12-1; A 35-590 Z 210 CW 12-01	4957 210 CrW 12	---
1.2510	100MnCrW4	A 686 O1	4659 BO 1	---	90MnWCrV5; A 35-590 90 MWCV 5	4957 95 MnCrW 1	---
1.2542	45WCrV7	A 686 S1	4659	---	45WCrV8; A 35-590 45 WCV 20	4957 45 WCrV 2	5ChW2SF
1.2550	17350 60WCrV7	A 686 S1	4659 BS 1	---	A 35-590 55 WC 20	4957 60 WCrV 2	---
1.2567	X30WCrV5 3; 30WCrV17-1	---	---	G 4404 SKD 4	X32WCrV5; A 35-590 Z 32 WCV 5	4957 30 WCrV 5	---
1.2581	X30WCrV9-3	A 686 H21	4659 BH 21	G 4404 SKD 5	X30WCrV9; A 35-590 Z 30 WCV 9	4957 30 WCrV 9	3Ch2W8F
1.2601	17350 X165CrMoV12	---	-	---	---	4957 160 CrMoV 12	---
1.2606	X37CrMoW5-1	A 686 H12	4659 BH 12	G 4404 SKD 62	X35CrWMoV5; A 35-590 Z 35 CWDV 5	---	---
---	---	---	---	G 4404 SKT 3	A 35-590 55 CNDV 4	---	---
1.2713	17350 55NiCrMoV6	A 686 L6	4659 BH 224/5	G 4404 SKT 4, SKS 51	55NiCrMoV7; A 35-590 55 NCDV 7	4957 55 NiCrMoV 2	5ChNM
1.2833	100V1	J 438 W210	4659 BW 2	G 4404SKS 43	C105E2UV1; A 35-590 Y_1 105V	4957 TCV 105	---
1.2842	17350 90MnCrV8	A 686 O2	4659 BO 2	---	90MnV8	4957 90 MnV 2	---
1.2885	X32CrMoCoV3-3-3	---	4659 BH 10A	---	---	---	---
1.3202	17350 S 12-1-4-5	A 600 T15	4659 BT 15	G 4403 SKH 10	A 35-590 Z 160WKVC 12-05-05-04	4957 HS 12-1-5-5	---
1.3207	17350 S 10-4-3-10	---	4659 BT 42	G 4403 SKH 57	A 35-590 Z 130WKCDV10-10-04-04-03	4957 HS 10-4-3-10	---
1.3243	17350 S 6-5-2-5	---	4659 BM 35	G 4403 SKH 55	A 35-590 Z 85WDKCV06-05-05-04-02; A 35-590 Z 90WDKCV06-05-04-02	4957 HS 6-5-2-5	R6M5K5
---	---	A 600 M36	---	G 4403 SKH 56	---	---	---
1.3246	17350 S 7-4-2-5	A 600 M41	---	---	A 35-590 Z 110WKCDV07-05-04-04-02	4957 HS 7-4-2-5	---
1.3247	17350 S 2-10-1-8	A 600 M42	4659 BM 42	G 4403 SKH 59	A 35-590 Z 110DKCWV09-08-04-02-01	4957 HS 2-9-1-8	---
1.3249	S 2-9-2-8	A 600 M33; M34	4659 BM 34	---	---	---	---
1.3255	17350 S 18-1-2-5	A 600 T4	4659 BT 4	G 4403 SKH 3	A 35-590 Z 80WKCV18-05-04-01	4957 HS 18-1-1-5	---
1.3265	S 18-1-2-10	A 600 T5	4659 BT 5	G 4403 SKH 4	A 35-590 Z 80 WKCV 18-10-04-02	4957 HS 18-0-1-10	---

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES- TOOL STEELS[a] (Continued)

Germany DIN		USA[b]	UK	Japan	France	International	Russia
Number	Name	SAE/ASTM	BS	JIS	NF	ISO	GOST
1.3342	17350 SC 6-5-2	A 600 M3	---	---	A 35-590 Z 90WDCV06-05-04-02	---	---
1.3343	17350 S 6-5-2	A 600 M2	4659 BM 2	G 4403 SKH 51	A 35-590 Z 85WDCV06-05-04-02	4957 HS 6-5-2	(R6AM5)
---	---	A 600 M3 Class 1	---	G 4403 SKH 52	---	---	R6M5 ---
1.3344	17350 S 6-5-3	A 600 M3 Class 2	---	G 4403 SKH 53	A 35-590 Z 120WDCV06-05-04-03	4957 HS 6-5-3	---
---	---	A 600 M4	4659 BM 4	G 4403 SKH 54	A 35-590 Z 130WDCV06-05-04-04	---	---
1.3346	S 2-9-1	A 686 H41; A 600 M1	4659 BM 1	---	A 35-590 Z 85DCWV08-04-02-01	4957 HS 1-8-1	---
1.3348	17350 S 2-9-2	A 600 M7	---	G 4403 SKH 58	A 35-590 Z 100DCWV09-04-02-02	4957 HS 2-9-2	---
1.3355	S 18-0-1	A 600 T1	4659 BT 1	G 4403 SKH 2	A 35-590 Z 80WCV18-04-01	4957 HS 18-0-1	R18

a. It is not practical to directly correlate the various metal designations from country to country, let alone comparing several countries and their metal designations from the view that chemical composition and test methods may be similar, but not identical, and that manufacturing technologies may differ greatly. Consequently, the cross references made in this table are, at best, only listed as a practical guide to assist in finding comparable metal designations, and not equivalent metal designations.

b. Those USA designations beginning with the letter A are ASTM Standards, while those beginning with the letter J are SAE Standards. AISI Standards are identified in the table.

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - STAINLESS STEELS

Germany DIN		USA[b]	United Kingdom	Japan	France	International	Russia
Number	Name	UNS/Other	BS	JIS	FN	ISO	GOST
1.4000	X6Cr13	S40300; 403 S41008; 410S S42900; 429	403 S 17	SUS 403; SUS 410 S; SUS 429	Z 8 C 12	683-13/1	08Ch13
1.4001	X7Cr14	S40300; 403 S41008; 410S S42900; 429	403 S 17	SUS 403; SUS 410 S; SUS 429	Z 8 C 13 FF	---	08Ch13
1.4002	X6CrAl13	S40500; 405	405 S 17	SUS 405	Z 8 CA 12	683-13/2	-
1.4005	X12CrS13	S41600; 416	416 S 21	SUS 416	Z 11 CF 13	683-13/7	-
1.4006	X12Cr13; X10Cr13	S41000; 410	410 S 21; ANC 1A	SUS 410	Z 10 C 13	683-13/3	12Ch13; 15Ch13L
1.4006	GX12Cr13	J91540; CA-15	410 C 21	---	---	---	---
1.4008	GX8CrNi13	---	410 C 21	SCS 1	Z 12 CN 13 M	---	---
1.4016	X6Cr17	S43000; 430	430 S 17; 430 S 18	SUS 430	Z 8 C 17	683-13/8	12Ch17
1.4021	X20Cr13	S42000; 420	420 S 37	SUS 420 J 1	Z 20 C 13	683-13/4	20Ch13
1.4024	X15Cr13	---	420 S 29	SUS 410 J 1	Z 13 C 13	---	---
1.4027	GX20Cr14	---	ANC 1 B, C; 420 C 24; 420 C 29	SCS 2	Z 20 C 13 M	---	20Ch13L
1.4028	X30Cr13	S42020; 420F	420 S 45	SUS 420 J 2	Z 30 C13; Z 33 C 13	683-13/5	30Ch13
1.4031	X38Cr13; X39Cr13	---	---	SUS 420 J 2	Z 40 C 14	---	40Ch13
1.4034	X46Cr13	---	420 S 45	---	Z 44 C 14; Z 38 C 13 M	---	40Ch13
1.4057	X20CrNi17 2; X19CrNi17-2	S43100; 431	431 S 29; 6 S. 80	SUS 431	Z 15 CN 16-02	683-13/9 B	20Ch17N2
1.4104	X12CrMoS17; X14CrMoS17	S43020; 430F	---	SUS 430 F	Z 13 CF 17	683-13/8 C	---
1.4113	X6CrMo17-1	S43400; 434	434 S 17	SUS 434	---	683-13/9 C	---
---	---	S44002; 440 A	---	SUS 440 A	---	---	---

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - STAINLESS STEELS (Continued)

Germany DIN		USA[b]	United Kingdom	Japan	France	International	Russia
Number	Name	UNS/Other	BS	JIS	FN	ISO	GOST
---	---	S44003; 440B	---	SUS 440 B	---	---	---
1.4125	X105CrMo17	S44004; 440C	---	SUS 440 C	Z 100 CD 17	---	95Ch18
---	---	520100; 201	---	SUS 201	Z 12 CMN 17-07 AZ	683-13/A-2	---
---	---	520200; 202	284 S 16	SUS 202	---	683-13/A-3	---
1.4301	X5CrNi18 10; X4CrNi18-10	S30400; 304	304 S 11; 304 S 15; 304 S 16; 304 S 17; LW 21; LWCF 21; 304 S 31	SUS 304	Z 4 CN 19-10 FF; Z 5 CN 17-06; Z 6 CN 18-09; Z 7 CN 19-09	683-13/11	08Ch18N10
1.4303	X5CrNi18 12; X4CrNi18-12	S30500; 305 S30800; 308	305 S 17; 305 S 19	SUS 305 J 1; SUS 305	Z 5 CN 18-11 FF	---	06Ch18N11
---	---	S30900; 309	309 S 24	SUH 309	Z 12 CN 24-13	---	---
1.4305	X10CrNiS18 9; X8CrNiS18-9	30300; 303	303 S 22; 303 S 31	SUS 303	Z 8 CNF 18-09	683-13/17	---
---	---	S30323 303 Se	303 S 41	SUS 303 Se	---	683-13/17a	---
1.4306	X2CrNi19-11	S30403; 304L	304 S 11; LW 20; LWCF 20; S. 536; T. 74; 304 C 12 (LT 196); 305 S 11	SCS 19; SUS 304 L	Z 1 CN 18-12; Z 2 CN 18-10; Z 3 CN 19.10 M; Z 3 CN 18-10; Z 3 CN 19-11; Z 3 CN 19-11 FF	683-13/10	03Ch18N11
1.4308	GX5CrNi19-10 G-X 6 CrNi 18 9	J92600 CF-8	304 C 15 (LT 196)	SCS 13	Z 6 CN 18.10 M	---	07Ch16N9L
1.4310	X12CrNi 17 7; X9CrNi18-8	S30100; 301	301 S 21; 301 S 22	SUS 301	Z 11 CN 17-08; Z 11 CN 18-08; Z 12 CN 18-09	683-13/14	---
1.4311	X2CrNiN18-10	S30453; 304LN	304 S 61	SUS 304 LN	Z 3 CN 19-07 Az; Z 3 CN 19-10 Az	683-13/10N	---
1.4312	GX10CrNi18-8	---	302 C 25; ANC 3 A	SCS 12; SCS 13 A	Z 10 CN 18.9 M	---	10Ch18N9L

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - STAINLESS STEELS (Continued)

Germany DIN		USA[b]	United Kingdom	Japan	France	International	Russia
Number	Name	UNS/Other	BS	JIS	FN	ISO	GOST
1.4313	GX5CrNi13-4	J91540; CA6-NM	425 C 11; 425 C12	SCS 5; SCS 6	Z 4 CND 13.4 M; Z 6 CN 13-4; Z 8 CD 17-01	---	---
1.4319	X3CrNiN17-8	S30200; 302	301 S 26; 302 S 26	SUS 302	Z 12 CN 18.09	683-13/12	---
1.4401	X5CrNiMo17 12 2; X4CrNiMo17-12-2	S31600; 316	316 S 13; 316 S 17; 316 S 19; 316 S 31; 316 S 33	SUS 316	Z 3 CND 17-11-01; Z 6 CND 17-11; Z 6 CND 17-11-02 FF; Z 7 CND 17-11-02; Z 7 CND 17-12-02	---	---
1.4404	X2CrNiMo17 13 2; X2CrNiMo17-12-2	S31603; 316L	316 S 11; 316 S 13; 316 S 14; 316 S 31; 316 S 42; S. 537; S.161	SUS 316 L	Z 2 CND 17-12; Z 2 CND 18-13; Z 3 CND 17-11-02; Z CND 17-12-02 FF; Z 3 CND 18-12-02; Z 3 CND 18-12-03; Z 3 CND 19.10 M	---	---
1.4406	X2CrNiMoN 17 12 2; X2CrNiMoN17-11-2	S31653; 316LN	316 S 61; 316 S 63	SUS 316 LN	Z 3 CND 17-11 Az	683-13/19N	---
1.4408	GX5CrNiMo19-11; G-X6CrNiMo18 10	J92900; CF-8M	316 C 16 (LT 196); ANC 4 B	SCS 14	---	---	07Ch18N10G2S2M2L
1.4429	X2CrNiMoN17-13-3	S31653; 316LN	316 S 63	SUS 316 LN	Z 3 CND 17-12 Az	683-13/19N	---
1.4435	X2CrNiMo18-14-3	S31603; 316L	316 S 11; 316 S 13; 316 S 14; 316 S 31; LW 22; LWCF 22	SUS 316 L	Z 3 CND 17-12-03; Z 3 CND 18-14-03	683-13/19	03Ch17N14M3
1.4436	X5CrNiMo17 13 3; X4CrNiMo17-13-3	S31600; 316	316 S 19; 316 S 31; 316 S 33; LW 23; LWCF 23	SUS 316	Z 6 CND 18-12-03; Z 7 CND 18-12-03	683-13/20	---

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - STAINLESS STEELS (Continued)

Germany DIN		USA[b]	United Kingdom	Japan	France	International	Russia
Number	Name	UNS/Other	BS	JIS	FN	ISO	GOST
1.4438	X2CrNiMo 18 16 4; X2CrNiMo18 15 4	S31703; 317L	317 S 12	SUS 317 L	Z 2 CND 19-15-04; Z 3 CND 19-15 04	683-13/24	---
1.4449	X5CrNiMo17 13	S31700; 317	317 S 16	SUS 317	---	---	---
1.4460	X4CrNiMoN 27 5 2; X3CrNiMoN27-5-2	S32900; 329	---	SUS 329 J 1	Z 3 CND 25-07 Az Z 5 CND 27-05 Az	---	---
1.4462	X2CrNiMoN22 5 3	---	318 S 13	SUS 329 J3L	Z 3 CND 22 05 Az Z 2 CND 24-08 Az Z 3 CND 25-06-03 Az	---	---
---	---	---	331 S 42	SUH 31	---	---	---
---	---	---	349 S 52	SUH 35	Z 52 CMN 21-09	---	---
1.4510	X6CrTi17; X3CrTi17	S43036; 430Ti	---	SUS 430 LX	Z 4 CT 17	---	08Ch17T
1.4511	X6CrNb17; X3CrNb17	---	---	SUS 430 LX	Z 4 CNb 17	---	---
1.4512	X6CrTi12; X2CrTi12	S40900; 409	LW 19; 409 S 19	SUH 409	Z 3 CT 12	683-13/1 Ti	---
1.4521	X2CrMoTi18-2	S44300; 443	---	SUS 444	---	683-13/E 1	---
1.4539	X1NiCrMoCuN25-20-5	N08904; 904L	---	---	Z 2 NCDU 25-20	---	---
1.4541	X6CrNiTi18-10	S32100; 321	321 S 31; 321 S 51 (1010); 321 S 51 (1105); LW 24; LWCF 24	SUS 321	Z 6 CNT 18-10	683-13/15	06Ch18N10T; 08Ch18N10T; 09Ch18N10T; 12Ch18N10T
1.4542	X5CrNiCuNb17 4; X5CrNiCuNb16-4	S17400; 630	---	SCS 24; SUS 630	Z 7 CNU 15-05; Z 7 CNU 17-04	683-16/1	---
1.4544	---	---	S.524; S.526	---	---	---	08Ch18N12T
1.4546	X5CrNiNb18-10	S34800; 348	347 S 31; 2 S 130;	---	---	---	---
1.4550	X6CrNiNb18-10	S34700; 347 S34800; 348	347 S 20; 347 S 31; 347 S 51; ANC 3 B	SUS 347	Z 6 CNNb 18-10	683-13/16	08Ch18N12B

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - STAINLESS STEELS (Continued)

Germany DIN		USA[b]	United Kingdom	Japan	France	International	Russia
Number	Name	UNS/Other	BS	JIS	FN	ISO	GOST
1.4552	GX5CrNiNb19-10 G-X 5 CrNiNb18 9	J92710; CF-8C	347 C 17	SCS 21	Z 6 CNNb 18.10 M	---	---
1.4568	X7CrNiAl17-7	S17700; 631	301 S 81	SUS 631	Z 9 CNA 17-07	683-16/2	09Ch17N7Ju1
1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	S31635; 316Ti	320 S 18; 320 S 31	SUS 316 Ti	Z 6 CNDT 17-12	683-13/21	10Ch17N13M2T
1.4573	X10CrNiMoTi18 12	S31635; 316Ti	320 S 33	SUS 316 Ti	---	683-13/21	10Ch17N13M3T; 08Ch17N13M2T
1.4580	X6CrNiMoNb17-12-2	S31640; 316Cb	318 S 17	---	Z 6 CNDNb 17-12	---	08Ch16N13M2B
1.4581	GX5CrNiMoNb19-11; G-X5CrNiMoNb18 10	---	318 C 17; ANC 4 C	SCS 22	Z 4 CNDNb 18.12 M	---	---
1.4583	X10CrNiMoNb18-12	---	---	---	---	---	---
1.4718	X45CrSi9-3	S65007; J775 HNV 3	401 S 45	SUH 1	Z 45 CS 9	---	40Ch9S2
1.4724	X10CrAl13	---	---	---	Z 13 C 13	---	10Ch13SJu
1.4731	X40CrSiMo10-2	---	---	SUH 3	Z 40 CSD 10	---	40Ch10S2M
1.4742	X10CrAl18	---	---	SUH 21	Z 12 CAS 18	---	15Ch18SJu
1.4747	X80CrNiSi20	S65006; J775 HNV 6	443 S 65	SUH 4	Z 80 CNS 20.02	---	---
---	---	S42200; J775 HNV-6	---	SUH 616	---	---	---
1.4762	X10CrAl24	S44600; 446	---	(SUH 446)	Z 12 CAS 25	---	---
1.4828	X15CrNiSi20-12	S30900; 309	309 S 24	SUH 309	Z 9 CN 24-13; Z 17 CNS 20-12	---	20Ch20N14S2
1.4833	X12CrNi24-12; X7CrNi23 14	S30908; 309S	---	SUS 309 S	Z 15 CN 23-13; Z 15 CN 24-13; Z 20 CN 24-13	---	---

INTERNATIONAL CROSS REFERENCES - STAINLESS STEELS (Continued)

Germany DIN		USA[b]	United Kingdom	Japan	France	International	Russia
Number	Name	UNS/Other	BS	JIS	FN	ISO	GOST
1.4837	GX40CrNiSi25-12	---	309 C 30	SCH 13 A; SCH 17; SCS 17	---	---	40Ch24N12SL
1.4841	X15CrNiSi25 20	S31400; S31000	314 S 25	SUH 310	Z 15 CNS 25-20	---	20Ch25N20S2
1.4842	X12CrNi25-20	S31008; 310S	---	SUS 310 S	Z 12 CN 26-12	---	---
1.4845	X12CrNi25-12	S31008; 310S	310 S 16; 310 S 24; 310 S 25; 310 S 31	SUH 310; SUS 310 S	Z 8 CN 25-20; Z 12 CN 25-20; Z 12 CN 26-21	683-13/H15	20Ch23N18
1.4848	GX40CrNiSi25-20	HK40; J94204	310 C 40; 310 C 45	SCH 21; SCH 22	---	---	---
1.4864	X12NiCrSi36-16	---	NA 17	SUH 330	Z 20 NCS 33-16	---	---
1.4865	GX40NiCrSi38-18	---	330 C 11; 330 C 40; 331 C 40	SCH 15; SCH 16	---	---	---
1.4871	X53CrMnNiN21 9	S63008; J775 EV-8	349 S 54	SUH 35; SUH 36	Z 53 CMN5 21-09 Az; Z 53 CMN 21-09 Az	---	55Ch20G9AN4
---	---	S63017; J775 EV-4	381 S 34	SUH 37	---	---	---
1.4873	X45CrNiW18-9	---	---	SUH 31	Z 35 CNWS 14-14; Z 45 CNW 18-09	---	---
1.4876	X10NiCrAlTi32-20	---	NA 15 (H)	NCF 800 (TP)	Z 8 NC 33-21; Z 10 NC 32-21	---	---
1.4878	X12CrNiTi18-9	S32100; 321	321 S 51	SUS 321	Z 6 CNT 18-10	683-13/15	---
1.4922	X20CrMoV12-1	---	---	---	---	---	---
1.4944	---	S66286; 660	HR 51	---	Z 6 NCTDV 25-15 B	---	---

a. It is not practical to directly correlate the various metal designations from country to country, let alone comparing several countries and their metal designations, from the view that chemical composition and test methods may be similar, but not identical, and that manufacturing technologies may differ greatly. Consequently, the cross references made in this table are, at best, only listed as a practical guide to assist in finding comparable metal designations, and not