مقدمه

استاندارد قطعات و مواد ساخته شده: *Standard Manufacture spare parts and Metal Pieces*

بطور کلی قطعات فلزی مطابق استاندارد مختلف دنیا از فلزات آهنی و فلزات رنگی ساخته و تولید می‌شود. اکثر قطعات مورد استفاده در صنایع نفت و گاز از نوع فلنج‌های فولادی و استنلس استیل و یا فلزات رنگی مانند برنج و برنز و همچنین اتصالات لوله‌ها هم بطریقه آهنگری و هم بطریقه نوردی تولید می‌شوند که تمام قطعات تولید شده مطابق استانداردهای BSI و API و ASTM و DIN و AFNOR و Euro Norm و ایزو(ISO) و ASME و ANSI و استاندارد ایتالیائی میباشد. ساخت و تولید قطعات در فصل‌های مختلف تولید فولاد کربنی و فولادهای آلیاژی و سپس خلاصه از ساخت فلزات رنگی مورد بررسی قرار می‌گیرد. این فلزات که از آنها قطعات و تجهیزات مختلف تولید می‌شوند به فلزات آهنی (Ferrous Metals) و فلزات غیرآهنی (Non Ferrous Metals) تقسیم میشوند. آلیاژ این فلزات در صنایع نفت و گاز و صنایع شیمیائی و پتروشیمی و ماشین‌آلات و کارخانجات کاغذسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از خانواده فلزات آهنی چدن‌های خاکستری و چدنهای داکتیل نیز در ساخت پمپ‌ها بکار میروند که اصولاً طبق استانداردهای ASTM تولید می‌شود. تجهیزات مختلفی در صنایع فوق‌الذکر مانند شیرهای اطمینان و سایر شیرهای گوناگون که طبق استاندارد بین‌المللی در تیپ‌های مختلفی ساخته و به بازار عرضه میشود. در چند فصل این تجهیزات از پیچ و مهره و بولت گرفته تا مخازن از نظر استاندارد بودن مورد بررسی و ارزیابی قرار خواهند گرفت. در آخر اشاره نیز به استانداردهای ایمنی نیز خواهد شد. این جزوه جهت آموزش در پتروشیمی ماهشهر (مرکز آموزش شرکت ره‌آوران فنون پتروشیمی) تهیه و تدوین گردیده، امید است که جهت مسئولان محترم و کارآموزان در سطح لیسانس یا فوق لیسانس قابل استفاده و مثمر ثمر واقع خواهد بود.

فصل اول:

تولید چدن و فولاد

اهداف آموزشی

۱-شناخت انواع چدن

۲-شناخت چدن چکش خوار

۳-آشنایی با چدن گرافیت کروی

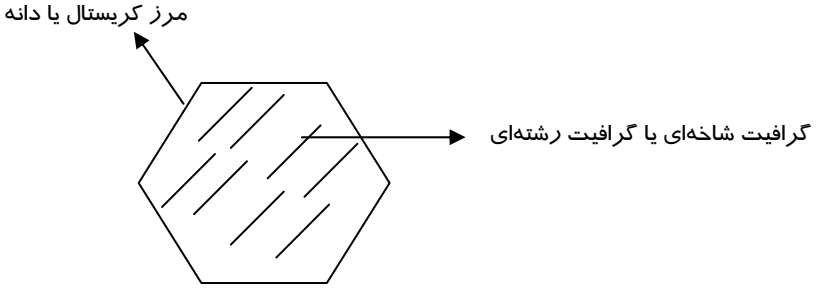
٤-چگونه چدن تولید می شود

۱-۱: تولید چدن خاکستری:

چدن خاکستری (Grey Cast Iron) که در کوره‌های کوپل و کوره‌های الکتریکی از شارژ چدن کوره بلند (Blast Furnace PIG Iron) و قراضه‌های چدن و مقداری آهن قراضه و کک در اثر ذوب بدست می‌آید. در حالت ذوب مقداری فروسیلیس در کوره‌های مذکور تلقیح شده و سطح سیلیسیم (Si) در مذاب تولیدی چدن خاکستری (Grey Cast Iron) به مقدار از ۲ تا ۳ درصد میرسد. پس بنابراین آنالیز شیمیائی آن C=۲-٤,۲٪ و سیلیسیم Si=۲-۳٪ و Mn=۱٪ و P=۰,۲٤٥٪ و S=۰,۰٥۰٪ میباشد. شناخت خاکستری بودن آن از طریق تراشکاری که رنگ براده آن بصورت سیاهرنگ میباشد تشخیص داده شده و ساختار میکروسکوپی آن نیز گرافیت‌های شاخه‌ای را نشان خواهد داد.

همراه قطعات ریخته‌گری چدن نمونه‌های آزمایشی نیز ریخته‌گری شده که این نمونه‌ها از مذاب اصلی میباشد. چون سیلیسیم به کربن موجود در چدن حالت گرافیتی بشکل خط‌های تیره میدهد بنابراین چدن مزبور قابلیت تراش پیدا کرده و نمونه‌های کششی از آن نمونه کوچک ریخته گری تهیه می‌شود. نمونه آماده شده آزمایشی بوسیله دستگاه کشش مورد آزمایش قرار می‌گیرد. استحکام نهائی نمونه آزمایشی چدن پس از کشش محاسبه شده و مقدار می‌نیمم آن ۱۵ کیلوگرم نیرو بر میلی متر مربع بوده و حداکثر مقدار آن برابر ۳۰ کیلوگرم نیرو بر میلی‌متر مربع محاسبه خواهد شد. معمولاً پوسته‌های موتورها از این نوع چدن بود و چدن تولیدی باعث میرا شدن صداهای ناشی از ارتعاشات تولید شده خواهد شد. در استاندارد ASTM (American Society for Testing Materials) چدن خاکستری با مارک A٤٨ با گرید ۲۰ یعنی ۲۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع و A۲۵ با گرید ۲۵ یعنی ۲۵۰۰۰ پوند بر اینچ مربع و گرید ۳۰ یعنی ۳۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع استحکام نهایی آنها خواهد بود. در استاندارد آلمانی (DIN) با دو حرف G این چدن GG۱۵-۳۰ نشان داده میشود. در استاندارد BS چدن ریخته‌گری خاکستری مطابق BS۱٤٥۲ گریدهائی مطابق ۱۰، ۱۲ ، ۲۰، ۲۳ و ۲۶ که مطابق می‌نیمم استحکام کششی خواهد بود. در حقیقت این گریدها در سیستم متریک بصورت ۱٥٤ نیوتن بر میلیمتر مربع و ۱۸٥ نیوتن بر میلی‌متر مربع و ۲۱۶ و ۳۰۹ و ٤۰۲ نیوتن بر میلی‌متر مربع خواهد بود. شکل کریستالی آن بصورت زیر خواهد بود که گرافیت در داخل کریستال بشکل خط یا رشته‌ای میباشد. علاوه بر اینهائی که در بالا قید شد چدن‌های گرافیت شاخه جهت ساخت

قطعات ماشین تراش و قطعات ماشین‌های نساجی بخصوص در صنعت نساجی و پوسته‌های موتورهای الکتریکی و پمپ‌های آب و پمپ‌های نفت بکار میرود.



شکل ۱-۱ : نشان دهنده گرافیت در کریستال چدن خاکستری است.

گرافیت‌های جدا شده شکل رشته (Flaky) میباشد بدان جهت این نوع چدن را چدن با گرافیت رشته (Flaky Iron) نیز می‌نامند، چون گرافیت بصورت ورقه در داخل کریستال قرار گرفته است. همین حالت باعث میرا شدن ارتعاشات بوده و همین حالت نیز سبب عدم انتقال حرارت نیز است. طبق استانداردAWWA یعنی استاندارد صنعت آب آمریکا (American Water Work Association) لوله و فلنج بطریقه ریخته‌گری از چدنها گرافیت شاخه‌ای تولید میشود.

۱-۲: چدن چکش خوار Malleable Cast Iron :

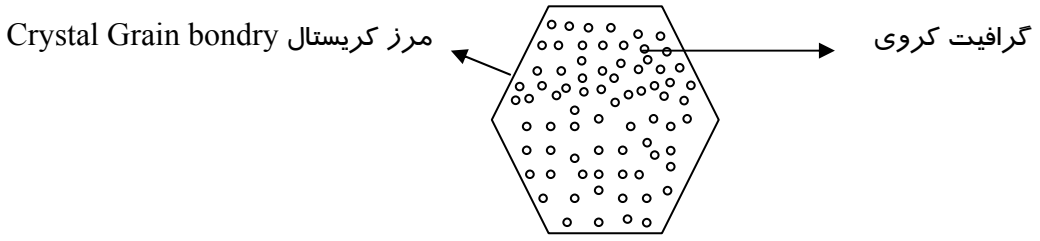
چدن چکش خوار از آنیله شدن چدن سفید بدست می‌آید که چدن سفید را White Cast Iron می‌نامند. ترکیب شیمیائی این چدن C=۲-۳٪ و Si=۱-۲٪ و Mn=۱ و P=۰,۲۴۵٪ و S=۰,۰۵۰ میباشد. اگر این چدن پس از ریخته‌گری شکسته شود مقطع آن بصورت کریستالهای سفید دیده خواهد شد. بدان جهت آنرا چدن سفید می‌نامند که این نوع چدن سخت و شکننده بوده و قابلیت تراش و یا تهیه نمونه را با تراشکار امکان پذیر نمی‌سازد بدان جهت این چدن را چدن سخت می‌نامند.

در این نوع چدن سمنتیت ظاهر میشود که سمنتیت همان کاربید آهن بفرمول Fe_3C میباشد که عامل سختی چدن مزبور کاربید آهن میباشد. بنابراین جهت استفاده در صنعت این نوع چدن را بمدت چند شبانه روز آنیله (Annealing) یعنی نرم می‌نمایند در این حالت کاربید آهن تجزیه شده و تبدیل به پرلیت خواهد شد. ظهور پرلیت در این حالت سبب چکش خوار شدن آن خواهد شد. در استاندارد آمریکائی این چدن را با A۴۷ نشان میدهند. در صنعت آب از این چدن بیشتر فلنج ساخته میشود. در استاندارد BSI انگلیس گریدهای آن بصورت W۲۲۱۴ و W۲۴۱۸

که بترتیب استحکام آنها ۳٤۰ و ۳۷۰ نیوتن بر میلی‌متر خواهد بود. در اکثر ادوات و آلات کشاورزی از این گونه چدن ساخته و تهیه میشود. جهت ساخت فلنج‌های مورد استفاده در صنعت آب نیز از چدن چکش خوار استفاده میشود.

۱-۳: چدن گرانیت کروی: Nodular geraphite cast Iron

در هنگام ذوب آهن خام در داخل کوره الکتریکی یا کوره کوپل که در آنها چدن کوره بلند و قراضه‌های چدن شارژ میشود با ذوب نمودن این چدن و تلقیح فروسیلیس و فرومنیزیم مقدار سیلیسیم در این نوع چدن به مقداز ۲ تا ۳ درصد و منیزیم Mg=۰/۰٤ خواهد بود. سدیم به گرافیت‌های موجود در چدن حالت کروی داده و در نتیجه حالت کروی بودن باعث بالا رفتن استحکام چدن خواهد شد. این نوع چدن را با S.G و با نام Spheroidise graphite cast Iron میباشد. استحکام نهائی چدن مورد بحث در حدود ۳۷۰ نیوتن بر میلی‌متر مربع و درصد ازدیاد نسبی طول آن در حدود ۱۷ درصد میباشد و چنانچه استحکام نهائی این نوع چدن تا ۷۰۰ نیوتن بر میلی‌متر مربع افزایش پیدا نماید وضعیت درصد ازدیاد نسبی طول آن برابر ۲ درصد خواهد بود. چدن‌های مورد استفاده در صنعت که خاصیت داکتیلیتی دارد چدن گرافیت کروی به شماره A۲۷۸ و A۱۹۷ از استاندارد ASTM میباشد که در صنعت نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد چدن گرافیت کروی جهت ساخت فلنج‌ها و در صنعت نفت و گاز و پتروشیمی و سایر صنایع کاربردهای فراوانی دارد. ساختار کریستالی این چدن بشرح زیر است که کریستال آن دارای ساختار کریستالی از نوع هگزاگونال بوده که این ساختار کریستالی دارای گرافیت کروی در زمینه کریستال را دارد. گرافیت کروی شکل سبب افزایش استحکام آن میشود در زیر شکل کریستال این نوع چدن نشان داده شده است که داخل کریستال گرافیت‌های کروی قرار دارند.



شکل ۱-۲: نشان دهنده گرافیت کروی یا محدب

کریستال‌های فوق الذکر دارای ساختار کریستالی از نوع گرافیت میباشد. در اصل گرافیت کروی است که باین نوع چدن استحکام بخشیده و بدانجهت است که در صنایع موارد استفاده زیادی

دارد. عامل کرویت گرافیت منیزیم میباشد که منیزیم جزو عناصر گرافیت زا است. این نوع چدن بعنوان لوله‌های انتقال آب مورد استفاده در صنعت آب میباشد که مطابق کلاسه‌بندی استاندارد ASTM A۱۹۷ و A۳۹۵ و A۲۷۸ برای لوله‌ها خواهد بود. چدن‌های مزبور را معمولاً در استاندارد BS با درصد ازدیاد نسبی طول نشان داده و بشماره BS۲۷۸۹ و استحکام نهایی ۳۷۰ نیوتن بر میلی متر مربع و درصد ازدیاد نسبی طول آن برابر ٪۱۷ بوده و نوع دیگر آن با گرید SNG با استحکام نهائی ٤۱۷ نیوتن بر میلی‌متر مربع و درصد ازدیاد نسبی طولی برابر ۱۲ درصد و دارای استحکام و تافنس (Toughness) میباشد. این نوع چدن گرافیت کروی دارای ساختار کریستالی فریتی است. چدنهای گرافیت کروی با ساختار میکروسکوپی از نوع پرلیت دارای استحکام زیاد ولی درصد ازدیاد نسبی طول آن کمتر خواهد بود. مطابق استاندارد BS آنالیز یکی از چدنهای گرافیت کروی با علامت SG Iron با کربن ۳/۶ درصد و سیلیسیم آن حدود ۲/۶درصد و منگنز آن کمتر از ۰,۳ درصد و گوگرد یعنی S=۰,۰۱۵ درصد و فسفر برابر ۰,۰۷ و منیزیم از ۰,۰٤ تا ۰,۰۶ درصد خواهد بود. لازم بذکر است که چدن‌های گرافیت کروی دارای استحکام تسلیمی بوده و نمودار کشش آن شبیه نمودار منحنی‌های کشش فولادهای نرم (Mildsteel). چنانچه به نمودار یا دیاگرام آهن و کربن در فصل دوّم مراجعه شود می‌توان ساختار چدنها را در حالت کلی مورد ارزیابی قرار داد. در انتقال آب بوسیله لوله‌های چدنی کیلومترها آب انتقال داده میشود نیازی به جوشکاری نبوده و انتهای این لوله بصورت فلنجی ساخته شده و بوسیله واشرهای لاستیکی آب بندی میشوند. در صنایع سنگین این نوع چدن (چدن گرافیت کروی) موارد استفاده زیادی دارد. در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی پمپ‌ها از چدن گرافیت کروی تولید میشود. برای جوشکاری چدنهای گرافیت شاخه‌ای و چدنهای چکش خوار و چدنهای گرافیت کروی معمولاً از الکترودهای مونلی (Monel ۷۰٪ Ni, ۳۰ Cu) و یا از الکترودهای برنجی ۶۰/٤۰ (۶۰٪ Cu , ٤۰٪ Zn) و یا از الکترودهای برنز قلعی (۹۳٪Cu,۷٪Sn) و برنز آلومی نیومی (۹۵٪Cu,۵٪Al) و یا از الکترودهای استنلس استیل اوستنیتی (S.S.Austentic) و یا اینکونل (۸۰٪Ni,۱٤٪Cr,۶٪Fe) و یا بطور کلّی از الکترود اصلی جوشکاری چدنها با آلیاژ نیکل و کربن از نوع $ENi\text{-}C_1$ یعنی ٪۹۹ نیکل و ۱ درصد کربن استفاده میشود.

سوالات فصل اول:

۱-طرز تهیه چدن خاکستری را توضیح دهید؟

۲-ویژگیهای چدن چکش خوار را بنویسید؟

۳-چدن گرانیت کروی چگونه تولید می شود؟

فصل دوم:

فرآیندتولید فولاد

Steel Making Process

اهداف آموزشی:

۱-روشهای تولید فولاد تشریح شود

۲-ویژگیهای فولاد های یا استحکام زیاد و کم آلیاژ توضیح داده شود

۳-طبقه بندی فولاد از نظر کربن تشریح شود

۲-۱: تولید فولاد در کوره‌ها:

ساخت و تولید فولاد در کوره‌های قوس الکتریکی و کوره‌ها از نوع دمش اکسیژن از بالا بنام BOS (Basic Oxygen Process) یا روش L.D و یا از نوع القائی (Induction Furnace) انجام

پذیر است. جهت بهبود بخشیدن به کیفیت فولادها معمولاً این نوع فولادها در کوره‌های مخصوص بنام VOD (Vacuum Oxygen Degassing) انجام شده که در این نوع فولادهای تولیدی ناخالصی وجود ندارد. در زیر هر کدام از این فرایندها بطور اختصار شرح داده میشود.

۲-۱-۱: فرایند تولید فولاد در کوره L.D

در این روش ئیدروژن و اکسیژن و نیتروژن موجود در فولاد بحداقل مقدار خود میرسد. معمولاً فولادهای تولیدی از نوع فولادهای ساختمان (Steel Structures) و فولادهای ابزار در این نوع کوره تولید میشود. یعنی مواد شارژی این کوره از نوع چدن مذاب کوره بلند و قراضه و آهک میباشد. در اثر دمش اکسیژن از بالا یا دهانه کوره امری لازم جهت ذوب بوسیله اکسیداسیون عناصری مانند کربن و منگنز و سیلیسیم و فسفر و گوگرد انجام میشود ذوبی که بدین وسیله تولید میشود، فولادی است که درصد مقدار موادی مانند سیلیسیم به مقدار حدود ۰,۰۷ درصد و منگنز به نصف مقدار خود رسیده و کربن نیز در اثر ترکیب با اکسیژن بصورت گاز Co_2 و Co یعنی ۹۰ درصد گاز Co_2 و ۱۰ درصد بصورت گاز Co درآمده و فعل و انفعالات در اثر دمش اکسیژن و سوخت عناصر بصورت زیر در می‌آید که گاز Co_2 همراه با گاز So_2 از دهانه بطرف بالا حرکت نموده و بوسیله دودکش خارج شده و گاز Co چون ارزش حرارتی زیادی دارد جهت گرم کردن دیگ‌های بخار مورد استفاده قرار می‌گیرد. فعل و انفعالات داخل کوره بصورت مقابل انجام میشود:

$Si + O_2 \rightarrow SiO_2 \rightarrow$ وارد سرباره شده

$Mn + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow Mno \rightarrow$ وارد سرباره شده

$C + O_2 \rightarrow CO_2$ گاز ، $C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow Co$ گاز

$P + \frac{5}{2} O_2 \rightarrow P_2O_5 \rightarrow$ وارد سرباره شده

$S + O_2 \rightarrow So_2 \rightarrow$ بصورت گاز خارج میشود

تمام این فعل و انفعالات حرارت زا یا اگزوترمیک میباشد که باعث افزایش درجه حرارت مذاب کوره ذوب خواهند شد. در این حالت قراضه شارژ شده باعث پائین آمدن درجه حرارت مذاب کوره L.D خواهد بود. در این حالت چون P_2O_5 و Sio_2 و گوگرد یعنی S بنیانهای اسیدی میباشندو باعث خوردگی آسترکنورتر (Convertor) خواهند شد. برای خنثی نمودن خاصیت اسیدی آنها از آهک استفاده نموده و آهک بداخل کنورتر اضافه میشود. برای جلوگیری از

خوردگی نسوزهای کوره استفاده می‌نمایند. گاز Co۲ و So۲ به طرف بالای کوره حرکت نموده و هوای بالای کوره را پس زده و از ورود هوا بداخل کوره ممانعت می‌نماید. در این حالت نمونه‌های اکسپرس یا سریع از نظر دریافت درصد مقدار کربن موجود در کوره و درصد مقدار فسفر و سیلیسیم به آزمایشگاه ارسال می‌نمایند پس از دریافت جواب صحیح از وضعیت مذاب داخل کوره با کج نمودن کوره L.D مذاب به داخل پاتیل (Ladle) کشیده شده و در این زمان شروع به افزایش مواد اکسیژن زدا بنام فرومنگنز و فروسیلیس و آلومینیم نموده سطح درصد مقدار اکسیژن داخل پاتیل مذاب را بحداقل مقدار اکسیژن موجود میرسانند این نوع فولاد را فولاد آرام یاAl Killed Carbon Steel نامیده که فولاد آن پس از انجماد دارای کریستال یا دانه‌های ریز میباشد می‌نامند. چنانچه در این حالت از Al (آلومینیم) استفاده نکنند فولاد بدست آمده بنام فولاد آرام از نوع Si-Killed Carbon steel خواهد بود. فولاد ریز دانه از نوع فولاد آرام شده بوسیله آلومینیم در زیر صفر درجه سانتی‌گراد مورد استفاده خواهد بود و فولاد ارام شده بوسیله سیلیسیم پس از ساخت و تولید در ریخته‌گری مداوم جهت استفاده این فولادها در درجه حرارت محیط و درجه حرارت بالا یعنی تا ٤٥٠ درجه سانتی‌گراد خواهد بود. مذاب‌های تهیه شده بوسیله همان پاتیل ازآن قسمت به ریخته‌گری مداوم (Continuous Casting) انتقال داده و از طریق پاتیل میانی (Tundish) در داخل قالب‌ها بنام کریستالیزاتور ریخته شده و فولاد ریخته شده در اثر انجماد تبدیل به فولاد چهارگوش با مقطع‌های ۳۶۰×۲۵۰ و ۲۰۰×۲۰۰ میلی‌متر که در حقیقت چهارگوش بنام Bloom بوده جهت تبدیل به لوله‌های بدون درز و یا سایر مقاطع در نورد Rolling Mill خواهد شد. اگر مقطع فولادهای تولیدی عرضش نسبت به ضخامت بیشتر باشد. این تولید بنام تختال یا اسلب (Slab) خواهد بود. تختال یا اسلب جهت تولید ورق (Sheet) و یا پلیت (Plate) جهت ساخت مخازن ذخیره یا مخازن تحت فشار خواهد بود. یا چهارگوش در اثر عملیات آهنگری (Forging) تبدیل به اتصالات و یا فلنج خواهد شد که شرح آنها در فصل آینده خواهد آمد. لازم به توضیح است که فولاد آرام فولادی است درصد مقدار سیلیسیم آن از ۰,۳۵-۰,۱۵ میباشد. عموماً محصولات تولیدی فولادها از نوع فولادهای آرام میباشد.

۲-۱-۲: کوره الکتریکی Electric Arc Furnace :

مواد شارژی این کوره جهت تولید فولاد (Steel Production) بیشتر قراضه آهن (Scrap Steel) و یا مخلوطی از قراضه (Scrap) و آهن اسفنجی میباشد. آهن اسفنجی آهنی

است که در کوره‌های احیاءِ مستقیم بوسیله استفاده از گاز طبیعی (Direct Reduction Iron) تولید شده و درصد مقدار آهن در آهن اسفنجی (Spongy Iron) برابر ۸۶ درصد و ۱٤ درصد آن CaO+ اکسید آهن (Feo) یعنی در حقیقت با استفاده از گاز طبیعی مستقیماً سنگ آهن را تبدیل به آهن اسفنجی می‌نمایند. روش تولید فولاد در سیستم کوره‌های (Basic Oxygen Furnace) L.D که بنام روش BOS نیز است و تولید فولادهای مورد استفاده در صورت دستورالعمل‌های تولیدی از روی استاندارد ASTM و یا استاندارد BS یا DIN میباشد. در اکثر موارد ذوب در کوره‌های قوس الکتریکی فقط مختص ذوب قراضه آهن بوده و در حقیقت مواد شارژی قراضه آهن میباشد. چون مواد ذوب شده در کوره قوس الکتریکی از جنس آهن قراضه بوده و قراضه شامل مواد آلی و رنگ و زنگ و لاستیک و غیره است مذاب حاصله ناخالصی زیادی را داشته بنابراین پس از ذوب جهت از بین بردن این مواد دوبار سرباره گیری بوسیله استفاده از کک و آهک (Cao) انجام میشود. بدانجهت مذاب حاصله گوگرد کمتری را دارا میباشد. انرژی در این نوع فرآیند انرژی الکتریکی است و جهت ایجاد قوس الکتریکی سه نوع الکترود گرافیتی جهت برقراری قوس استفاده میشود. سقف و قسمت بالای کوره الکتریکی بوسیله چرخش آب خنک میشود. در قسمت ذوب جنس آجرهای نسوز از نوع نسوز دولومیتی (Cao. Mgo) می باشد. مذاب فلزی نیز بوسیله آزمایش سریع یا اکسپرس مورد آنالیز قرار گرفته و پس از اطمینان از مقدار کربن مورد لزوم و تعیین سیلیسیم مذاب به کوره دوم جهت عملیات بعدی یعنی افزایش موادی مانند فرومنگنز و فروسیلیس بداخل کوره بنام (Ladle Furnace) انتقال داده میشود. قبل از انتقال اکسیژن نیز جهت تمیزکاری ذوب بداخل مذاب دمیده میشود سپس مذاب بعمل آورده شده بداخل پاتیل میانی ریخته شده و از طریق پاتیل میانی تبدیل به شمش‌هائی بنام اینگات (Ingot) شده و اینگات از داخل قالب‌ها درآمده و در انبار جمع میشود. پس از آن دوباره شمش‌ها طبق استاندارد ASTM ۰۱,۰۱ در داخل کوره‌های عملیات حرارتی تا ۱۲۵۰ درجه سانتی‌گراد گرم شده و شمش‌ها (اینگات = Ingot) بوسیله روش‌های آهنگری تبدیل به فلنج یا فتینیگ طبق استاندارد ASTM ۰۱,۰۱ میشود. شمش‌های چهارگوش نیز جهت تولید تیر آهن و سایر مقاطع ساختمانی و یا لوله‌ها طبق دستورالعمل‌های استانداردهای ASTM تولید خواهد شد. جهت کنترل کیفیت تولیدی محصولات از این نوع نمونه‌های کشش و خمش به آزمایشگاههای متالورژیکی ارسال میشود. در آزمایشگاهها آزمایشات مکانیکی نظیر کشش و خمش و در صورت نیاز نمونه‌های سختی و ضربه

و نمونه‌های متالوگرافی تهیه شده و مطابق استاندارد ASTM ، A۳۷۰ قسمت مکانیکی و آنالیز شیمیائی مطابق همین استاندارد در قسمت کوانتومتری انجام خواهد شد. نتایج حاصله در فرم‌هائی به نورد که تولید کننده محصولات فلزی است ارسال شده و در صورت داشتن کیفیت خوب جهت آنها پاسپورت تهیه خواهد شد.

۲-۱-۳: فولادهای با استحکام زیاد و کم آلیاژ (High strength low Alloy)

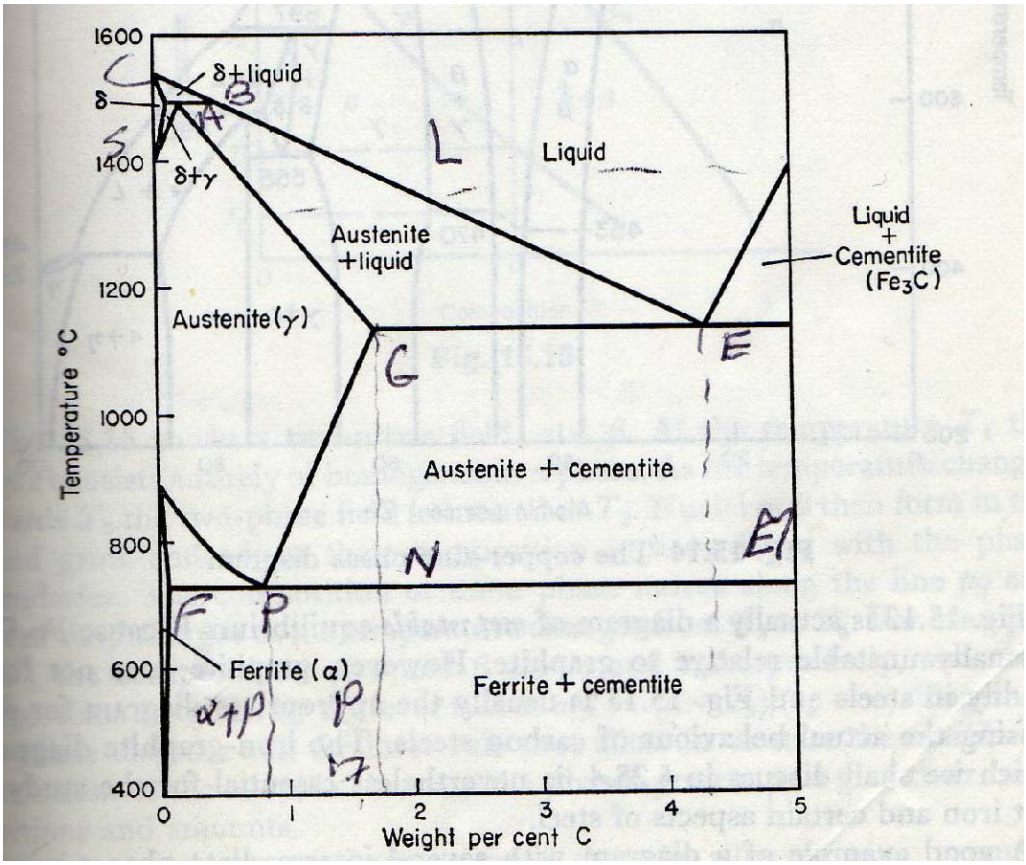
این فولادها با علامت اختصاری HSLA نشان داده میشوند. در حالتی که فولاد بداخل L.F (Ladle Furnace) کشیده میشود موادی مانند فرومنگنز و آلومی نیوم و فرو کرم و فرو مولیبدن طوری اضافه می‌نمایند که درصد کرم آنها Cr=۱٪ و Mo=۰,۵ باشد که درصد کرم و مولیبدن آنها پس از ریخته‌گری بوسیله آنالیز تعیین میشود. این فولاد بعنوان فولاد با استحکام بالا و کم آلیاژ خواهد بود. یک نوع آن فولادی که بداخل پاتیل ذوب (L,F) موادی مانند مس و فرو کرم و نیکل و مولیبدن طوری اضافه می‌نمایند که درصد کرم ۰,۷ درصد و درصد نیکل ۰,۷۹ و درصد مس در شمش Cu=۰,۵ درصد باشد. این نوع فولاد تولیدی در مقابل خوردگی جوی مقاوم بوده و استحکام آن افزایش خواهد یافت. در صورتیکه به مذاب فولادی موادی مانند فروتیتانیوم و فرو وانادیوم طوری اضافه شوند که پس از اکسیژن‌زدائی و فسفرزدائی و گوگرد زدائی درصد مقدار آنها یعنی Ti=۰,۰۴٪ و V=۰,۰۴٪ پس از ریخته‌گری باشد این فولادها نیز جزو فولادهای کم آلیاژ و پر استحکام خواهد بود. این فولادها بهترین نوع فولاد کم آلیاژ است که در مقابل خوردگی جوی نیز بسیار مقاوم میباشند.

لازم به یادآوری است که فرو وانادیوم و فرو تیتانیوم پس از افزایش فرومنگنز و آلومی‌نیوم خواهد بود. یعنی به فولادهائیکه درصد سیلیسیم آن ۰,۰۷ تا ۰,۰۱ درصد باشد یعنی در حقیقت فولاد از نوع فولاد نیمه آرام (Semi Killed Carbon Steel) است اضافه میشوند. در این حالت استحکام فولاد زیاد بوده زیرا اکسیژن باقی مانده در فولاد نیمه آرام بوسیله فروتیتانیوم و فرو وانادیوم از بین خواهد رفت یعنی در حقیقت بوسیله مواد تبدیل به اکسیدهای فلزی شده و اکسیژن بدین ترتیب زایل خواهد شد. این نوع فولادها پس از تولید مطابق استانداردهای AISI (American Iron & Steel Institute) و انجمن مهندسی اتومبیل آمریکا (Society Automotive Engineering) کلاسه‌بندی خواهند شد. چنانچه فولاد تولیدی مطابق استانداردهای انگلیسی و آلمانی کلاسه‌بندی شوند طبق همان استانداردها شماره گذاری خواهند شد. تمام فولادها پس از ریخته‌گری مداوم گریدبندی یا کلاسه‌بندی میشوند معمولاً کلاسه‌بندی

فولادها طبق خواص مکانیکی انجام خواهد گرفت مانند فولاد St۳۷ یا St۵۲ که این فولادها طبق استاندارد دین آلمان و یا مطابق استانداردهای اروپائی طبقه‌بندی میشوند که در حقیقت استحکام نهائی فولاد برابر ۳۷ کیلوگرم نیرو بر میلی‌متر مربع و یا ۵۲ کیلوگرم نیرو بر میلی‌متر مربع (kgf/mm^2) خواهد بود. و در استاندارد ASTM جهت لوله‌ها کلاسه بندی آنها مطابق ASTM ۰۱-۰۱ مشخصات کامل لوله‌های تولیدی در این استاندارد قید خواهد گردید. این مشخصات شامل خواص مکانیکی و آنالیز شیمیائی و سختی و تست فشار خواهد بود که بعنوان مثال A۵۳ بعنوان لوله‌های درزدار و بدون درز و A۱۰۶ با گرید A و B با استحکام نهائی B δاز ٤٨٠٠٠ تا ٦٠٠٠٠ پوند بر اینچ مربع بوده و یا سایر لوله‌های تولید A۱۳۱ و A۳۳۳ و A۳۳٤ و غیره خواهد بود. در اصل استحکام نهائی و تسلیمی و درصد ازدیاد نسبی طول آنها در این استاندارد قید شده است.

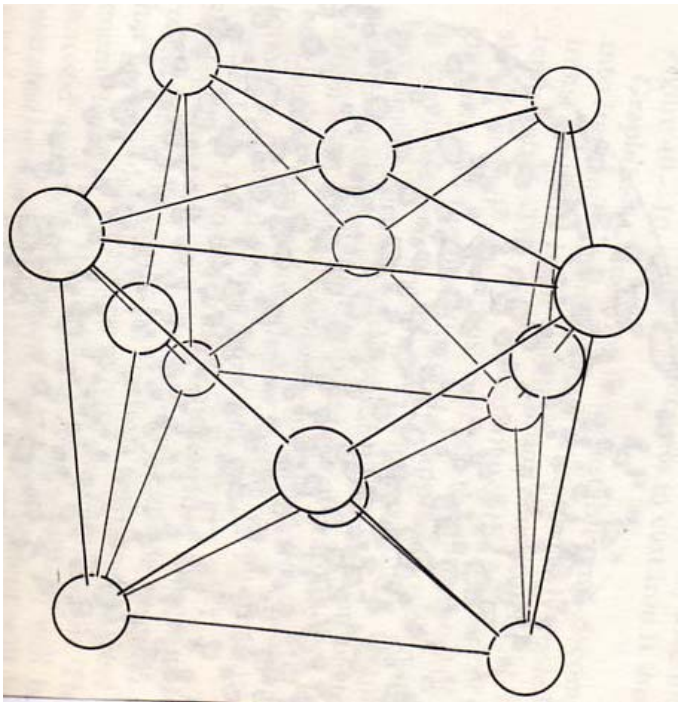
۲-۲: فولاهای کربنی: Plain Carbon Steels

قبل از بررسی فولاد کربنی به بررسی دیاگرام آهن و کربن پرداخته شده و سپس فولاد را که آلیاژی از کربن و آهن است از نظر درصد مقدار کربن مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. فولاد آلیاژی است از کربن و آهن بطوریکه درصد کربن آن از ۰,۰۷ درصد تا ۱,۷ درصد باشد. دیاگرام آهن و کربن با توجه به شکل زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

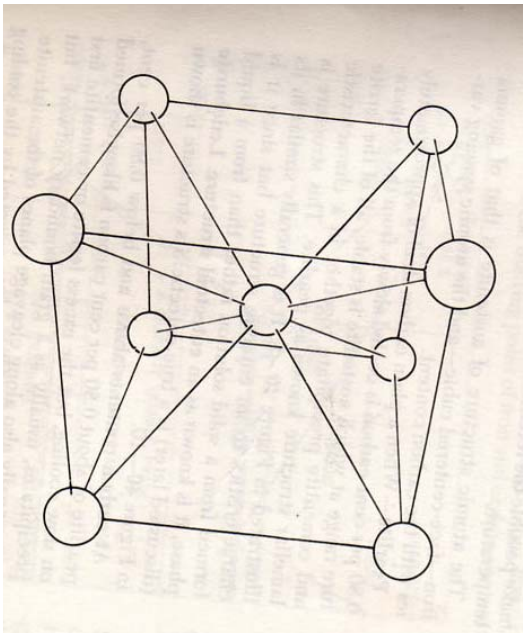


شکل ۲-۱: نمودار آهن و کربن ۱,۷

با توجه به نمودار آهن و کربن آهن در درجه حرارت $1535^{o}c$ ذوب میشود در حقیقت این نقطه بعنوان نقطه انجماد نیز میباشد. بالاتر از این نقطه آهن مذاب خواهد بود. در هنگام انجماد از حالت مذاب تبدیل به جامد (Solid) خواهد شد. خط BE بعنوان خط جامد و مایع (Liquidus) میباشد. مثلث CDA منطقه مایع $+\delta$ بوده و مثلث CDS بعنوان منطقه آهن δ (δ Iron) میباشد که ساختار کریستالی آن از نوع B.C.C (Body Centered Cubic) میباشد. مقدار کربن در نقطه A برابر ۰,۱۶ درصد میباشد پس از آن در اثر انجماد چند ضلعی SA GPR حاصل میشود که این منطقه را منطقه آهن گاما (γ - Iron) است که بنام اوستنیت نیز میباشد. در این حالت آهن را آهن ربا جذب نمی‌نماید. ساختار کریستالی در این حالت FCC یعنی Face Centered Cubic می‌باشد. که شکل FCC و BCC در شکل‌های شماره۲-۲ و ۲-۳ بترتیب نشان داده شده است.



شکل ۲-۲نشان دهنده ساختار کریستالی F.C.C

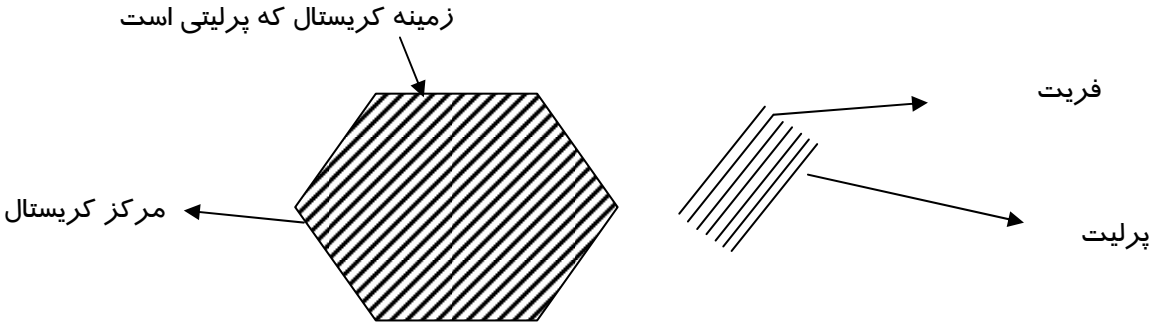


شکل ۲-۳: نشان دهنده ساختار کریستالی B.C.C

در ساختار کریستالی BCC ، ۸ اتم در رأس و ۱ اتم در مرکز و در ساختار کریستالی FCC شش اتم در وجه‌های مکعب و ۸ اتم در رئوس آن قرار گرفته‌اند.

آهن γ حداکثر دارای ۱,۷ درصد کربن میباشد که تمام این مقدار کربن در چند ضلعی SABGPR حل شده و این منطقه برای گرم کردن فولاد جهت عملیات حرارتی و همچنین جهت نورد و آهنگری بسیار اهمیت دارد. مثلث RPF را منطقه $\alpha+\gamma$ می‌نامند. پس از آن منطقه ROF است که در اینجا درصد مقدار کربن ۰,۰۰۶ تا ۰,۰۳ میباشد که آهن آلفا بوده و آهن آلفا بسیار نرم میباشد و دارای ساختار کریستالی B.C.C است که در شکل ۲-۳ نشان داده شده است.

نقطه P را نقطه یوتکتوئید می‌نامند که درصد کربن آن ۰,۸ درصد است و فولادهائی که کربنی برابر ۰/۸ درصد داشته باشند بنام فولادهای پرلیتی معروفند. پرلیت یعنی یک در میان فریت و گرافیت میباشد مطابق شکل۲-٤میباشد.



شکل ۲-٤ نشان دهنده پرلیت از نظر ساختار میکروسکوپی

فریت نیز در زیر میکروسکوپ سفید دیده میشود و در شکل بالا داخل شش ضلعی ساختار کریستالی پرلیتی و اضلاع آن را مرزدانه (grain boundry) و از نوع آهن α است. چون پرلیت دارای ۰,۸ درصد کربن است در نتیجه استحکام آن زیاد میباشد یعنی کربن باعث بالا رفتن استحکام و سختی شده و جوشکاری را مشکل می‌نماید. فولادهائی که این نوع ساختار میکروسکوپی را داشته باشند قابلیت جوشکاری ضعیفی را دارند.

مثلث GNP که در نقطه G حداکثر کربن را دارد فاز سمنتیت $+\gamma$ می‌باشد. سمنتیت یعنی کاربید آهن بفرمول Fe۳C است.

در سمنتیت درصد مقدار گرافیت ۶,۶۷ درصد میباشد. نقطه E را نقطه یوتکتیک می‌نامند که در این نقطه مقدار درصد کربن برابر ٤,۲ و این نقطه را در متالورژی لدبوریت نامیده لدبوریت چدنی است که درصد مقدار کربن آن برابر ٤,۲ درصد میباشد. چدن فلزی است که درصد کربن آن از ۲ تا ٤,۲ درصد میباشد. خط FM را خط انتقال یا خط تبدیل فازها خط بحرانی

می‌نامند که در این درجه حرارت اوستنیت تبدیل به فریت و پرلیت میشود یعنی از این درجه حرارت پائین کاملاً ساختار فولاد تغییر می‌یابد. این خط را خط بحرانی نیز نامیده که به انگلیسی Transformation line بیان شده و درجه حرارت نیز در این نقطه برابر ۷۲۳ درجه سانتیگراد میباشد. اگر مجدداً فولاد را گرم نمایند دوباره فولاد از درجه حرارت محیط ($25^{o}c$) تا ۹۱۰ درجه سانتیگراد دارای ساختار کریستالی B.C.C میباشد. از ۹۱۰ درجه سانتی‌گراد تا ۱۴۰۰ درجه سانتی‌گراد فولاد از ساختار B.C.C تبدیل به ساختار FCC میشود که آهن ربا این نوع فولاد را در این ناحیه جذب نمی‌نماید بدانجهت فولادهائی که آهن را جذب ننمایند به آنها فولاد اوستنیتی می‌نامند. از ۱۴۰۰ درجه سانتی‌گراد تا ۱۵۳۵ درجه سانتی‌گراد فولاد دارای ساختار کریستالی از نوع باز B.C.C را دارا میباشد. با توجه به شرح فوق الذکر فولاد هنگام گرم شدن ساختارهای کریستالی که دارد هنگام سرد شدن نیز همان ساختار را دارد. این نوع مواد را مواد آلتروپ می‌نامند پس آهن خاصیت آلتروپیک دارد و از خاصیت آلتروپ جهت ریزدانه شدن فولاد استفاده می‌نمایند. این نمودار جهت سخت کردن و نرمالیزه شدن فولاد و آنیله شدن آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. در جوشکاری نیز فولادهائی که پس از جوشکاری نیاز به تنش‌زدائی داشته باشند تنش زدائی آنها زیر ۷۲۳ درجه سانتی‌گراد انجام میشود.

۲-۲-۱: طبقه بندی فولاد:

فولاد(Steel)از نظرمقدارکربن به سه گروه تقسیم میشود که سه گروه مزبوربشرح‌زیر میباشد.

۲-۲-۱-۱: فولاد کم کربن (Low Carbon Steel)

فولادهای کم کربن به فولادهائی اطلاق میشوند که درصد کربن آنها از ۰,۰۷ تا ۰,۲۵ درصد میباشد. این فولادها دارای خاصیت انعطاف پذیری Ductility خوبی را دارا میباشند و خاصیت جوش‌پذیری یا قابلیت جوشکاری (Weld ability) خوبی را نیز دارا هستند.

۲-۲-۱-۲: فولادهای با کربن متوسط (Medium Carbon Steels)

فولادها با کربن متوسط فولادهائی هستند که درصد کربن آنها از ۰,۲۵ تا ۰,۷ درصد بوده و خاصیت جوش پذیری آنها ضعیف بوده و تحت شرایط کارگاهی با مراقبت‌های مورد لزوم جوشکاری می‌شوند از این نوع فولاد ابزار و پیچ و بولت و شافت تولید می‌نمایند و جنس فولادهای سیم بکسل و قلابهای جرثقیل و ریل راه‌آهن از نوع فولادهای با کربن متوسط میباشد.

۲-۲-۱-۳: فولادی پر کربن (high Carbon Steel)

کربن این نوع فولادها از ۰,۷ تا ۱,۱٤ درصد میباشد. از این نوع فولاد در ساختن ابزار و وسایل برشی استفاده می‌نمایند.

۲-۳: فولادهای آلیاژی: (Alloy Steels)

فولادهای آلیاژی سه نوع فولاد تولیدی میباشند که فولادهای کم آلیاژ (Low Alloy Steels) که درصد عناصر آلیاژی آنها مانند کرم در حدود ۱ درصد و درصد مولیبدن آن ۰,۵ و یا کرم به میزان ۰,۷ و نیکل نیز برابر ۰,۷۹ درصد میباشد. عناصر با فولاد نرم یعنی Mild Steel آلیاژ شده و در فاز آلفا حل میشوند و باعث بالا رفتن استحکام فولاد میگردد. جوش پذیری آنها خیلی خوب بوده و جهت جوشکاری آنها از الکترودهای فولاد کم آلیاژ استفاده می‌نمایند. فولادهائیکه درصد کرم و نیکل آنها از ۱ درصد بیشتر باشد بعنوان فولادهای با آلیاژ متوسط میباشند مانند فولاد A۳۳۳ که درصد نیکل آن حدود ۳ درصد میباشد. از این نوع فولادها لوله تولید شده که جهت سیالهای کمتر از صفر درجه حرارت سانتی گراد مورد استفاه میباشند. فولادهای با درصد کرم ۲,۵ و مولیبدن ۰,۵ درصد که جزو فولادها با آلیاژ متوسط میباشد جهت استفاده در نیروگاهها حرارتی مورد استفاده قرار می‌گیرد زیرا این فولادها در مقابل درجه حرارت مقاوم و مقاومت به خزش آنها نیز خوب میباشد و بنام فولادهای کرم مولی معروف میباشند.

فولادهای پرآلیاژ که درصد کرم و نیکل آنها زیاد می‌باشد. اگر درصد کرم فولادها از ۱۱ تا ۲۷ درصد باشد و کربن $C \leq ۰.۱$ بنام فولاد فریتی بوده و ساختار کریستالی آن از نوع B.C.C میباشد. اگر درصد کرم فولاد از ۱۲ تا ۱۳,۵ درصد و کربن آن از ۰,۱ تا ۰,۱۵ درصد باشد. این نوع فولاد از نوع فولاد مارتنزیتی بوده و ساختار کریستالی آن BCC میباشد. در صورتیکه فولاد دارای ساختار کریستالی FCC باشد از نوع فولادهای اوستنیتی میباشد. درصد کرم در این نوع فولاد حداقل ۱۷,۵ درصد و حداکثر ۲۵ درصد و درصد نیکل آن حداقل ۷,۵ درصد و حداکثر ۲۰ درصد میباشد برحسب مقدار کرم و نیکل موجود کلاسه‌بندی میشود و کلاسه بندی آنها در مورد لوله‌های A۳۱۲ با تیپ‌های مختلف مانند A۳۱۲TP۳۰٤ یا A۳۱۲TP۳۰۸ و A۳۱۲TP۳۱۶ و A۳۱۲TP۳۰۹ میباشد. ورق و پلیت از A۲٤۰ با تیپ‌های مختلف تولید میشود که بصورت A۲٤۰TP۳۰۸ و A۲٤۰TP۳۰٤ و غیر میباشد. این فولاد با علامت تجارتی $۱۸/۸$ نیز نشان داده میشوند. این لوله‌های مطابق استاندارد ASTM تولید میشوند که علامت A حرف اول استاندارد

ASTM میباشد. در صورتیکه از این فولاد ورق یا پلیت تهیه شود پلیت نیز از تیپ A۲٤۰ با تیپ‌های ۳۰٤ و ۳۰۸ و ۳۰۹ و ۳۱۰ و ۳۱۶ و A۳۱۶L و A۳۲۱ و A۳٤۷ خواهد و طبق استاندارد ASME-SecIIpartA بصورت SA۳۱۲ با تیپ‌های ۳۰٤ و۳۰۸ و ۳۰۹ و ۳۱۰ و ۳۱۶ و غیره بوده و ورق و پلیت در این استاندارد SA۲٤۰ با تیپ‌های ۳۰٤ و ۳۰۸ و ۳۱۰ و ۳۱۶ و غیره خواهد بود.

سوالات فصل دوم:

۱. مزایا و معایب فولاد های با استحکام زیاد و کم آلیاژ را ذکر کنید
۲. طرز کار کوره الکتریکی را برای تولید فولاد توضیح دهید
۳. طبقه بندی فولاد را بنویسید
٤. ویزگی های فولاد های آلیاژی را ذکر کنید

فصل سوم

لوله ها و استاندارد های مربوط به آن

اهداف آموزشی:

۱. آشنایی با تولید لوله تحت استاندارد های مختلف
۲. آشنایی با ساختمان لوله های درز دلر و بدون درز
۳. آموزش بازرسی لوله ها

۳-۱: تولید لوله‌های فولادی با استاندارد API :

لوله‌ها طبق استاندارد API۵L تولید میشوند که API یعنی انجمن نفت آمریکا American Petroleum Institute و L۵ برای خط لوله Line Pipe میباشد. لوله‌های API مطابق خصوصیات مکانیکی یعنی با استحکام تسلیمی کلاسه‌بندی میشود که استحکام تسلیمی را با Gr-A و Gr-B نشان میدهند که API۵LGrA دارای استحکام تسلیمی برابر ۳۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع و لوله‌های از نوع API۵LGrB با استحکام تسلیمی ۳۵۰۰۰ پوند بر اینچ مربع بوده که بیشتر جهت لوله‌های آتش نشانی و آب مصرف میشود و نوع الکترودهای جوشکاری برای پاس ۱ از نوع الکترودهای E۶۰۱۰ و برای پاس‌های بعدی از نوع الکترودهای E۷۰۱۵ ، E۷۰۱۶ و E۷۰۱۸ که اولی و دومی جزو الکترودها کم ئیدروژن و سومی از نوع الکترود روپوشدار آهنی سدیم‌دار میباشد. منظور از GrA فولاد از نوع گرید A (Grad A) و GrB فولاد از نوع گرید B (Grad B) است. API۵LX۴۲ لوله‌هائی است که استحکام تسلیمی آنها می‌نیمم ۴۲۰۰۰ پوند بر اینچ مربع و نماد استحکام تسلیمی γT یا Y.S= Y.P بوده و چون با می‌نیمم استحکام تسلیمی نشان داده شده است آنرا با SMYS (Specific Minimum Yield Strenght) نشان می‌دهد این نوع لوله در گازهای کم فشار و آب و آب آتش نشانی مورد استفاده قرار می‌گیرد و الکترود آنها برای پاس ۱ از نوع E۶۰۱۰ و برای پاس‌های بعدی E۷۰۱۶ و E۷۰۱۵ و E۷۰۱۸ میباشد. لوله فولادی با استحکام تسلیمی API۵LX۴۶ و API۵LX۵۲ میباشد. API۵LX۵۶ ، API۵LX۶۰ و API۵LX۶۵ معمولاً لوله‌هائی با استحکام تسلیمی بالا و جزو لوله‌های فولادی از فولادهای کم آلیاژ میباشد الکترودهای از نوع E۸۰۱۸-B و E۸۰۱۸-A و یا E۸۰۱۸-G و E۸۰۱۸-C برای فولادهای کم آلیاژ میباشد. الکترودها با پس وند B و A جهت فولادهای مورد مصرف در درجه حرارت بالا و لوله‌هائی با الکترودهای پس وند G و C جوشکاری می‌شوند جهت استفاده لوله با سیال زیر صفر درجه سانتی‌گراد میباشد. لوله‌های API درزدار و بدون درز تولید میشود. این لوله‌ها وقتی استحکام تسلیمی آنها بالا میرود درصد عناصر آلیاژی مانند منگنز و کرم و مس و مولیبدن و نیکل را دارا میباشند. در حال حاضر لوله‌های تولیدی معمولاً از نوع لوله‌های تولیدی اصلاح شده Modify میباشند که درصد عناصر آلیاژی مانند کرم و مولیبدن و نیکل و مس و تیتانیوم و نیوبیوم را دارند که در این حالت درصد مقدار کربن کاهش داده شده و فولادهای بدست آمده جزو فولادهای کم آلیاژ میباشند.

۳-۲ لوله‌های درزدار و بدون درز Seam & Seamless Pipes

لوله‌های بدون درز تولیدی از نوع بدون درز بوسیله نورد تولید میشوند و طول استاندارد آنها ۱۲ متر و از چهارگوشهائی بنام بلوم Bloom تولید میشوند. ضخامت جان آنها نیز استاندارد میباشد. در حین تولید طبق استاندارد API مورد بازرسی قرار می‌گیرند. معمولاً پس از تولید بوسیله روش NDT طبق استاندارد ASME-SecV (American Society of Mechanical Engineers) تحت کنترل آزمایشات غیرمخرب مانند آلتراسونیک و ذرات مغناطیسی و چشمی قرار می‌گیرند. پس از آن برای تعیین کیفیت لوله‌های تولیدی از استاندارد ASTMA۳۷۰ (American Society for Testing Materials) مورد آزمایش کشش و خمش قرار می‌گیرند. جهت تعیین فشار طراحی لوله‌های تولیدی مورد آزمایش ئیدرواستاتیکی در درجه حرارت مختلف قرار می‌گیرد. لوله‌های تولیدی با قطر ۸ً، ۱۰ً، ۱۲ً، ۱٤ً، ۱٦ً، ۲۰ً و ۲٤ً با قطر اسمی NPS (Nominal Pipe Size) میباشد. لوله‌های درز دار بروش جوشکاری زیرپودری تولید میشود که هنگام جوشکاری با این فرآیند در حین جوشکاری و پس از جوشکاری بوسیله عملیات NDT طبق استاندارد ASME-Sec V رادیوگرافی بعمل آمده و با دستگاه آلتراسونیک مورد کنترل قرار می‌گیرد . فیلم‌های رادیوگرافی مطابق استاندارد ANSIB۳۱,۳ تفسیر میشوند. لوله‌های تولیدی درز دار با قطر اسمی ۳۰ً، ۳٦ً، ٤۰ً، ٤۲ً، ٤۸ً و ٥٦ً میباشد. ضخامت دیواره‌ها برحسب میلی‌متر یا بوسیله اسکجئول مشخص میشود. این اسکجئول Schedule با اعداد ۸۰ و۱۲۰ و ٤۰ و ٦۰ مشخص میگردد. هر چه اسکجئول بیشتر باشد ضخامت لوله بیشتر میباشد. لازم به یادآوری است که لوله‌های درزدار بوسیله خم کردن ورق‌ها و بوسیله جوشکاری با روش فوق الذکر تولید میشود و اسکجئول این لوله‌ها از ۱۰ و ۲۰ و ۳۰ و ٤۰ شروع میشود.

۳-۳لوله‌های تولیدی با استاندارد ASTM

لوله‌های تولید با استاندارد ASTM۰۱,۰۱ یعنی جلد ۱ این استاندارد میباشد. لوله‌های تولیدی در استاندارد ASTM از A٥۳ که هم لوله‌های گالوانیزه و هم لوله‌های سیاه و همچنین لوله تولیدی از این گرید می‌تواند با قطر کوچک و بزرگ تولید شود. استحکام این لوله‌ها یعنی خواص مکانیکی نیز بوسیله استاندارد ASTMA۳۷۰ تعیین میشود. لوله‌های A۱۰٦-GrA و A۱۰٦-GrB جهت استفاده در درجه حرارت محیط و درجه حرارت بالا میباشد. لوله A۳۳۳ جهت استفاده در زیر صفر درجه سانتی‌گراد و درصد مقدار نیکل آن حدود ۳/۷٥ درصد میباشد.

لوله‌های تولیدی از جنس استنلس استیل با A۳۱۲ و از تیپ‌های مختلف A۳۱۲TP۳۰٤ میباشد این لوله‌ها جهت مقاوم شدن فولاد در درجه حرارت‌های زیر صفر درجه سانتی‌گراد و همچنین در درجه حرارتهای بالا بدون آنکه پوسته نمایند مورد استفاده قرار می‌گیرد . جوشکاری لوله مطابق استاندارد ASME-secIX انجام میشود. طبق همین استاندارد اگر ضخامت لوله‌های جوشکاری شده بیش از $\frac{3}{4}''$ باشد قبل از جوشکاری لوله‌ها باید پیش گرمایش شده و پس از جوشکاری نیز باید تنش زدائی شوند این عمل مطابق استاندارد ASME-sec VIII (American Society of Mechanical Engineers) انجمن مهندسی آمریکا استانداردهای مخازن تحت فشار و بویلر میباشد.

۳-۴ : لوله‌های استاندارد ASME :

لوله‌ها نیز مطابق استاندارد ASME با گروههای SA۱۰۶ گرید SA۱۰۶GrB A تولید میشوند. همچنین لوله SA۳۳۳ که جهت استفاده در درجه حرارتهای پائین بوده که با عنوان گرید ۱ تا ۶ بیان میشوند. جوشکاری این لوله‌ها مطابق استاندارد ASME-Sec IX بوده و لوله‌ها در نیروگاههای حرارتی مورد استفاده قرار می‌گیرند که این لوله باید کرم باندازه ۱ درصد و مولیبدن باندازه نیم درصد و وانادیوم باندازه ۰,۱ و کربن آنها کمتر از ۰,۱۲ باشد که کربن کم قابلیت جوشکاری لوله‌های مورد استفاده در نیروگاهها را بهتر می‌نماید. لوله‌های A۱۰۶ جهت مخازن تحت فشار نیز بکار برده میشود.

۳-۵- لوله‌های مورد استفاده مطابق استاندارد ANSI :

جهت تولید لوله‌های مورد استفاده در صنایع شیمیائی و پتروشیمی و پالایشگاههای گاز و نفت و صنایع کاغذسازی و صنایع مواد غذائی دیگر می‌توان از لوله تولید شده فولاد کربنی و فولادهای کم آلیاژی طبق استاندارد ANSB۳ ۹۱۰ استفاده نمود. در این استاندارد آنالیز شیمیایی و خواص مکانیکی فولادهای مربوط به لوله کاملاً درج شده و از روی خصوصیات یاد شده می‌توان محل مصرف لوله‌ها را تعیین نمود. لوله‌های از جنس فولاد زنگ نزن از نوع $\frac{1}{8}''$ طبق استاندارد ANSIB۳۶,۱۹ تولید میشوند که باز نوع لوله‌ها و همچنین آنالیز شیمیائی و خواص مکانیکی لوله‌های تولیدی زنگ نزن (Stainless Steel) اوستنیتی در این استاندارد قید شده است.

۳-۶ بازرسی جوش لوله‌ها بوسیله استاندارد ANSI :

بازرسی جوش لوله‌ها مطابق استاندارد ANSIB ۳۱,۳ که استاندارد مربوط به Piping (لوله‌گذاری) و طراحی انشعابات لوله‌های پالایشگاهها و پتروشیمی است انجام می‌شود. در بازرسی جوش لوله‌ها تفسیر فیلم‌های رادیوگرافی جهت عیب‌هائی مانند نفوذ ناقص جوش (Lack of Penetration) که با L.O.F نشان داده و ذوب ناقص با علامت L.O.F (Lack Of Fusion) و ترک (Crack) و سرباره یا آخال سرباره (Slag Inclusion) و منفذهای گازی (Porosities) و عیب لب سوختگی در جوشکاری SMAW بوسیله این استاندارد انجام میشود. در فرآیند جوشکاری TIG (Tungsten Inert Gas) عیب ناخالصی تنگستن و اندازه آن بوسیله استاندارد ANSIB ۳۱,۳ (American National Standard Institute) بررسی میشود. در این استاندارد عیب‌های مجاز نظیر L.O.P و لب سوختگی (Under cut) و سرباره و منفذهای گازی و ناخالصی تنگستن قید گردیده است. در این استاندارد اندازه جهت عیب‌هائی مانند ترک و ذوب ناقص (L.O.F) قید نشده و جهت برطرف نمودن این عیب‌ها باید جوش بطور محیطی بریده شده، سپس جوشکاری شوند و عملیات رادیوگرافی طبق استاندارد ASME sec V انجام میشود.

۳-۷ بازرسی لوله‌ها بوسیله NDT :

بازرسی لوله‌ها جهت تشخیص معایب داخلی طبق استانداردهای ASTM E۱۶٤ جهت آزمایشات با دستگاه اولتراسونیک و آزمایشات مربوط به ذرات مغناطیسی یا M.T (Magnetic particle Testing) با استاندارد ASTM E۷۰۹ و آزمایشات P.T (Liquid Penetrate Testing) با E۱۶۵ از ASTM انجام میشود.

در آزمایشات NDT جهت بازرسی لوله از استاندارد ASME=Sec V نیز جهت آزمایشات اولتراسونیک با علامت اختصاری UT (Ultrasonic Testing) و آزمایشات مغناطیی با علامت MT و آزمایشات P.T و بازرسی چشمی استفاده می‌نمایند علامت اختصاری بازرسی چشمی V.T (Visual Testing) استفاده می‌نمایند. این بازرسی قبل از جوشکاری و در حین جوشکاری و بعد از جوشکاری طبق استانداردهای یاد شده انجام میشود. بازرسی قبل از جوشکاری شامل بررسی گواهینامهٔ ساخت لوله‌ها و گواهینامه الکترودها و نقشه‌های جوشکاری و یا سایر مدارک مربوطه نظیر WPS و PQR انجام میشود. ظاهر لوله‌ها و همچنین پخ‌های جوش نیز بوسیله آزمایش

P.T و MT انجام شده و چنانچه پخ‌ها بدون عیب باشد اجازه جوشکاری داده خواهد شد. لازم بیادآوری است پیش گرمایش لوله‌ها در صورت نیاز و پیش گرمایش الکترودها نیز باید مدنظر قرار گیرد. در طول جوشکاری لازم است درجه حرارت بین پاسی نیز اندازه‌گیری شده و پس از اتمام جوشکاری بازرسی ظاهری باید انجام شود و در صورت نیاز به تنش زدائی باید تنش زدائی لوله‌ها نیز طبق استاندارد ASME بخش ۸ انجام پذیرد. در صورت نیاز به رادیوگرافی عمل رادیوگرافی باید قبل از تنش زدائی انجام شده و تفسیر فیلم نیز بوسیله استاندارد ANIB۳۱/۳ انجام شود.

سوالات فصل سوم:

۱. لوله های درز دار و بدون درز را توضیح دهید
۲. ویژگی لوله های با استاندارد ASME را بنویسید
۳. بازرسی لوله ها بوسیله NDTرا شرح دهید

فصل سوم

فولاد های زنگ نزن

۴-۱ ساخت اتصالات مطابق استاندارد ANSI :

اتصالات لوله‌های مورد مصرف در پالایشگاه مطابق استاندارد ANSI نیز تولید میشود. اتصالات لوله‌ها بوسیله فرآیند نوردی (Rolling Process) و فرآیند آهنگری (Forging Process) تولید و ساخته میشوند. اتصالات بشکل زانوئی یا سه راه بشکل T (Tee) و رادیوسر (Reducer) و رادیوسر هم محور (Concentric Reducer) و رادیوسر غیرمتقارن (Eccentric Reducer) میباشد که مطابق استاندارد ANSIB ۱۶,۹ ساخته میشوند. این اتصالات از جنس فولاد SA۲۳٤ با گرید WPB میباشد. عدد ۲۳٤ کلاسه‌بندی فولادها مطابق استاندارد آهن و فولاد آمریکا (American Iron & Steel Institute) است. این اتصالات مطابق قطر اسمی لوله‌ها (Nominal Pipe Size) ساخته میشوند. در این استاندارد اندازه‌های مورد لزوم کاملاً درج شده است و در گواهینامه مواد باید ابعاد بطور کامل قید شود.

از فولادهای مورد استفاده در ساخت و تولید اتصالات لوله‌ها از نوع A۱۰۵ و A۱۸۲ برای درجه حرارتهای بالا و A۲۳٤ میباشد که اتصالات را بجای همدیگر می‌توان استفاده نمود. جهت درجه حرارتهای پائین از A۳۵۰ بعنوان اتصالات لوله‌های مورد مصرف در درجه حرارتهای پائین هستند. بطور کلی جهت لوله‌های A۵۳ از اتصالات A۲۳٤WPB و A-۱۰۵ و A۱۸۱ و جهت لوله‌های A۱۰۶-GrB از اتصالات A۲۳٤WPB و A۱۰۵ و A۱۸۱ با گرید ۶۰ یا ۷۰ جهت لوله A۳۳۳ از اتصالات A٤۲۰WPL۶ یا A۳۵۰LF۱ استفاده می‌نمایند. لازم بیادآوری است که در گریدهای ذکر شده L به معنای کم کربن Low Carbon و F به معنای دانه ریز Fine grain و عدد ۱ نشان دهنده اندازه دانه کریستالی مطابق کارتهای استاندارد ASTM میباشد.

۴-۲ :فولادهای زنگ نزن:

۴-۲-۱ :طبقه بندی فولادهای زنگ نزن Classify of Stainless Steel :

فولادهای زنگ نزن جهت مقاوم در مقابل خوردگی جوی و شیمیائی و اکسید شدن در صنایع مختلف بکار میروند. این فولادها مطابق کرم موجود و نیکل موجود در فولادها کلاسه‌بندی شده این فولادها بصورت ورق و پلیت و لوله تولید میشوند که ورق‌ها و پلیت جهت مخازن تحت فشار میباشند . فولادهای مزبور با نامهای فولاد زنگ نزن فریتی و زنگ نزن مارتنزیتی و زنگ نزن اوستنیتی تولید میشود. جوشکاری این نوع فولادها شرایط فنی خاصی داشته بخصوص فولاد زنگ نزن اوستنیتی که با نام تجارتی $^{۱۸}/_{۸}$ مشخص میشود درصد مقدار کربن را کمتر انتخاب

می‌نمایند تا هنگام جوشکاری دچار مسائل خوردگی ناشی از تشکیل کاربید کرم بفرمول C_6Cr_{23} نباشند. علت مقاومت این فولادها در مقابل خوردگی جوی وجود کرم در فولاد است که در سطح این فولاد اکسید کرم به ضخامت خیلی کوچک در حد آنگستروم تشکیل میشود که لایه نازک اکسید کرم باعث حفاظت این فولادها میشود این فولادها بشرح زیر تقسیم میشوند.

۴-۲-۱ -۱فولادهای زنگ نزن اوستنیتی Austenitic Stainless Steels :

این فولادها حداقل ۷,۵ درصد نیکل (Ni) و ۱۷,۵ درصد کرم (Cr) دارند که ساختار میکروسکوپی از نوع F.C.C (Face Centered Cubic) را دارا هستند این نوع ساختار هادی حرارت و هادی جریان برق بوده و اکسیده نمشوند بدان جهت این نوع فولاد موارد استفاده زیادی در صنایع شیمیائی دارند. خصوصیات این نوع فولاد این است که در مقابل درجه حرارت بالا و درجه حرارت پائین و مواد شیمیائی مقاوم بوده و خورده نمیشود و شکننده هم نخواهد بود. این فولادها طبق استاندارد آهن و فولاد طبقه‌بندی شده و طبقه‌بندی آنها با کلاسه ۳۰۰ میباشد. فولاد زنگ نزن اوستنیتی از نوع ۳۰٤L با استاندارد BS (British Standard) و با استاندارد دین به شماره ۱,٤۳۰۶ بوده که درصد ترکیب کرم در آن ۱۸,٤ و نیکل ۹,۳ و کربن برابر ۰,۰۲ میباشد. با توجه به درصد کربن که خیلی کم است این نوع فولاد جهت جوشکاری است که بصورت پلیت Plate و تسمه (Strip) تولید میگردد . مطابق استاندارد آمریکا A۲٤۰TP۳۰٤L است که منظور از TP به معنای Type میباشد. تمام استانداردها از استاندارد آمریکائی آهن و فولاد تبعیت نموده و عدد ۳۰٤ را برای این نوع فولاد بعنوان شناسائی انتخاب نموده و حرف L به معنای کمترین کربن میباشد . استحکام نهائی آن ۶۰۰ نیوتن بر میلی‌متر مربع و سختی آن بر حسب مقیاس ویکرز برابر ۱۵۵ میباشد.

این نوع فولاد جهت ساخت مخازن ذخیره مورد استفاده قرار می‌گیرد. BS۱٤٤۹ با فولاد زنگ نزن انگلیسی معادل دین به شماره فوق الذکر از نوع ۳۱۰ که اگر درصد کربن آن ۰,۱۵ و کرم آن ۲۵ درصد و نیکل ۲۰ درصد باشد جهت ساخت قطعات مختلف کوره‌های حرارتی مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی اگر چنانچه جهت استفاده در ساخت مخازن و لوله‌ها باشد چون این نوع تولیدات جوشکاری میشوند بنابر درصد کربن این نوع فولاد باید پائین‌تر از ۰,۰۵ درصد باشد. استحکام نهائی این نوع فولاد برابر ۵٤۰ نیوتن بر میلی‌متر مربع و درصد ازدیاد نسبی طول برابر ۳۰ و سختی آن بر حسب درجه ویکرز برابر ۲۰۵ میباشد. فولادهای زنگ نزن اوستنیتی به شماره ۳۱۶S۱۲ یا ۳۱۶L با درصد کرم ۱۷ و درصد نیکل ۱۲ و کربن خیلی کم مقاوم در مقابل

خوردگی‌های اسیدی جهت ساخت مخازن مورد استفاده قرار می‌گیرد. قابلیت جوشکاری خوبی را نیز فولادهای یاد شده دارند. سایر فولادهای زنگ نزن اوستنیتی به شماره‌های ۳۲۱ و ۳٤۷ میباشد که از آنها لوله و تیوب و یا مخازن ساخته میشود. از نظر استاندارد آمریکا در صورتیکه پلیت از این نوع فولاد جهت ساخت مخازن تولید شود با A۲٤۰ با تیپ‌های ۳۰٤ و ۳۰۸ و ۳۰۹ و ۳۱۰ و ۳۱۶ و ۳۱۶Mo۲ و ۳۲۱ و ۳٤۷ بوده و لوله‌ها از A۳۱۲ با تیپ‌های فوق الذکر میباشد. طبق استاندارد ANSI لوله‌های تولیدی از نوع فولادهای زنگ نزن اوستنیتی با استاندارد ANSIB ۳۶,۱۹ میباشد.

۴-۲-۱-۱ -۱جوشکاری فولادهای زنگ نزن اوستنیتی

معمولاً جهت جوشکاری فولادهای زنگ نزن اوستنیتی جهت رعایت اصول جوشکاری و تکنولژی ساخت این نوع فولاد باید مقدار کربن را کمتر از ۰,۰۵ درصد انتخاب کنند. در تولید این نوع فولادها باید عناصری مانند تیتانیوم به مقدار $Ti \le ۵\times C\%$ و $Nb \le ۱۰\times C\%$ بعنوان عناصر آلیاژی اضافه می‌نمایند تا هنگام جوشکاری این نوع فولادها اعم از جوشکاری لوله‌ها و جوشکاری مخازن دچار مسائل خوردگی و ترک پس از جوشکاری نشوند. عناصر تیتانیوم و نیوبیوم با کربن موجود در فولاد پس از جوشکاری کاربید تیتانیوم و کاربید نیوبیوم تولید خواهند نمود که این کاربیدها باعث بالا رفتن استحکام فولاد نیز خواهند شد. در نتیجه پس از جوشکاری وضعیت جوش و منطقه تأثیر حرارتی بهتر خواهد بود. این جوش‌ها نیازی به تنش زدائی نیز نخواهد داشت.

۴-۲-۱-۱ -۲ فاز γ (زیگما) در فولادهای زنگ نزن اوستنیتی:

در صورتیکه در هنگام جوشکاری فولادهای زنگ نزن اوستنیتی دچار مشکل تولید کاربید نشود جهت از بین بردن این خاصیت عناصر فریتی مانند سیلیسیم و یا مولیبدن اضافه می‌نمایند. لیکن افزایش عناصر فریتی سبب میشود که در هنگام جوشکاری مناطق تأثیر حرارتی HAZ (Heat Affected Zone) در درجه حرارت ٤۰۰ تا ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد فاز γ (زیگما) تشکیل میشود. تشکیل فاز γ در این ناحیه سبب ترک خوردن فولاد خواهد شد. این فاز از جنس فاز بین فلزی بنام کرم آهن بفرمول FeCr است. بدان جهت در این نوع فولاد معمولاً در هنگام ساخت و تولید بوسیله عناصری مانند کرم و سیلسیم و تنگستن که فریت‌زا هستند چنانچه آلیاژ شده باشند در هنگام جوشکاری بعلت تولید فاز γ مشکلاتی بوجود میآید بدانجهت بجای عناصر

فوق الذکر تیتانیوم و نیوبیوم به فولاد در هنگام ساخت و تولید اضافه می‌شود تا این مشکلات از بین رود.

۴-۲-۱-۱-۳ فولادهای زنگ نزن فریتی Feritic Stainless Steel :

فولادهای فریتیک فولادهائی هستند که درصد کرم آنها از ۱۱ تا ۲۷ درصد و کربن این نوع فولاد زیر ۰,۱ درصد میباشد. این نوع فولاد دارای ساختار کریستالی BCC است. این ساختار آهن ربا را جذب نموده و خاصیت آهن ربا شدن را دارد. مطابق استاندارد آهن و فولاد آمریکا این فولادها در کلاسه ٤٠٠ قرار می‌گیرند. مطابق استاندارد انگلیسی BS این فولادها به شماره استاندارد ١٤٤٩ و شماره‌های ٤٠٣ و ٤٠٥ و ٤٠٩ و ٤٣٠ و ٤٣٤ معین شده و با استاندارد آلمانی به شماره ١,٤٠٠٢ مشخص میگردد. با استاندارد آلمانی دین به شماره‌های ١,٤٠٠٠ و ١,٤٠٠٢ و ١,٠٤٥١٢ و ١,٤٠١٦ میباشد. علاوه بر اینها فولادهای زنگ نزن فریتی به شماره استاندارد انجمن آهن و فولاد آمریکا به شماره A٤٣٦ و A٤٤٢ و A٤٤٦ نیز تولید میشود. این فولاد از نظر ساختار میکروسکوپی از نوع فریت بوده و تنها عناصر آلیاژی که بآن اضافه میشود بیشتر مولیبدن (Mo) میباشد و در صورتیکه عنصر آلیاژی نیکل داشته باشد باید مقدار آن کمتر از ۰,۵ درصد باشد. این فولادها در درجه حرارت بالا مقاوم میباشد و مقاومت خزش آنها نیز بعلت دارا بودن کرم بیشتر است. این فولادها که دارای مولیبدن و کرم بالا هستند در مقابل خوردگی خیلی مقاوم بوده در حقیقت در برابر ترک خوردگی (Stress Corrosion Cracking) مقاوم میباشند و در مقابل اسیدکلرئیدریک به ترک خوردن نیز مقاوم میباشد. این نوع فولادها در پتروشیمی و پالایشگاه بعنوان لوله در مقابل خوردگی مواد نفتی و همچنین با کرم بالا و مولیبدن در مقابل اسیدها مقاوم میباشد. جوشکاری لوله‌ها و مخازن از این نوع فولاد نیاز به پیش گرمایش داشته و پس از جوشکاری مطابق استاندارد ASME-Sec VIII تنش زدائی انجام میشود. برای سهولت در هنگام جوشکاری بجای پیش گرمایش و تنش زدائی از الکترودهای زنگ نزن اوستنیتی استفاده می‌نمایند. این نوع الکترودها E٣٠٩-١٦ یا E٣٠٩L-١٦ میباشد. لازم به توضیح است که فولادهای زنگ نزن فریتی طبق استاندارد ASTM٠١,٠٣ در کوره‌های خلاء تولید میشود این نوع فولاد در مقابل خوردگی‌های حفره (Pitting) و خوردگی ناشی از اسیدها یعنی اسید کلرید مقاوم میباشد.

۴-۲-۱-۱-۴: فولادهای زنگ نزن داپلکس Duplex Stainless Steel :

علامت اختصاری این فولاد DSS بوده و دارای ساختار کریستالی از نوع B.C.C و FCC میباشد و دارای دو فاز آلیاژی بر روی پایه آهن کرم و نیکل قرار دارد. آلیاژ این نوع فولاد بر پایه کرم به میزان ۲۰ درصد کرم و ۵ درصد نیکل و ۳۰ درصد کرم و ۱۰ درصد نیکل است. در استانداردها این نوع فولاد زنگ نزن با اعداد ۲۲ و ۲۳ و ۲۵ و با مشخصات تشکیل شده که این مشخصات شرح داده میشود عدد ۲۳ معین کننده درصد مقدار کرم در فولاد و باندازه ٤ درصد نیکل و ۰,۱ درصد ازت دارد که علامت کاربردی آن Fe-۲۳Cr-٤Ni-۰,۱N میباشد. در عدد ۲۲ که درصد مقدار کرم در فولاد را تعریف نموده و بصورت Fe-۲۲Cr-۵-۵Ni-۳Mo-۰,۱N میباشد. عدد ۲۵ نشان درصد کرم فولاد و این نوع فولاد زنگ نزن بصورت Fe-۲۵Cr-۵Ni-۲,۵Mo-۰,۱N-Cu و نوع دیگر آن Fe-۲۵Cr-۳,۵Mo-۰,۲۵N-W-Cu میباشد. می‌توان طبق استاندارد فولادهای فوق‌الذکر را با ۲۳۰٤ و ۲۲۰۵ و ٪۲۵ کرم و ۲۵۰۷ نیز نشان داد. این فولاد در مقابل خوردگی اسید کلرئید مقاومت خوبی را از خود نشان میدهد و در مقابل خوردگی‌های حفره (Pitting) نیز مقاوم میباشند. در فولاد DSS عناصر آلیاژی طوری اضافه میشود که فولاد مذکور خصوصیات هر دو فولاد را دربرمی‌گیرد. در فولادهای فوق‌الذکر نیکل و کربن و نیتروژن عناصر اوستنیت زا و عناصری مانند مولیبدن و کرم و تنگستن فریت زا می‌باشند. این نوع فولادها در صنایع پتروشیمی و نفت و گاز و کاغذسازی بعلت مقاومت در مقابل خوردگی و مقاوم بودن در مقابل خوردگی حفره مورد استفاده قرار می‌گیرد. آلیاژهای ضعیف جهت کارهای دریائی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد که در مقابل آب دریا و بخارات آن ضعیف می‌باشند. در طول مدت جوشکاری منطقه تأثیر یعنی HAZ و خط جوش که همان منطقه ذوب است هر دو قسمت بطور کامل بصورت فریتیک در درجه حرارت بالاتر از اوستنیت به فریت خواهد بود و رشد دانه نیز در این قسمت پیدا خواهد شد و سرد کردن سریع سبب پیدایش ساختار فریتی خواهد بود. وقتی بطور آرام سرد شود ساختار اوستنیتی نیز ظاهر خواهد شد و در مرزدانه فریت بوجود خواهد آمد. وقتی در منطقه تأثیر حرارتی ساختار کریستالی فریت پیدا شود در این حالت استحکام ضربه از نوع چارپی کمتر خواهد بود و کمی استحکام ضربه‌ای باعث خوردگی این نوع فولاد خواهد شد. فولادهای DSS قابلیت جوش‌پذیری را داشته و براحتی جوشکاری میشود. در فولادهائی که جوشکاری میشود نوع آنرا طوری انتخاب می‌نمایند که درصد کربن موجود در فولاد کمتر از ۰,۰۳ درصد باشد بدین ترتیب از خطر بوجود آمدن

خوردگی بین دانه‌ای و ترک کاسته شده یا بطور کلی از بین میرود. پیش گرمایش (Preheating) در این نوع فولادها توصیه نمی‌شود. در بعضی از موارد اگر درصد نیتروژن فولاد پائین‌تر باشد در این گونه فولادها پیش گرمایش لازم می‌شود. تنش زدائی (Post Weld heat treatment) نیز نیاز نمیباشد یعنی در حالتی جوشکاری با فرایند TIG و وقتی سیم جوش (Filler metal) از جنس آلیاژ نیکل باشد که در آن مقدار نیکل بالاتر است در جوشکاری لوله‌های درز دار که جهت تولید لوله بکار میرود در این حالت ممکن است عملیات تنش زدائی جهت بدست آوردن ساختار میکروسکوپی یکنواخت لازم باشد. در جوشکاری این نوع فولاد باید از گاز خالص آرگون استفاده نموده و در جوشکاری آن نیز نباید جرقه‌های فولادها کربنی بر روی این نوع فولاد پاشیده شود تمیزکاری این نوع فولاد بوسیله بورسهای فولادهای زنگ نزن اوستنیتی انجام میشود و همچنین تمیزکاری آن نباید از نوع بورس‌های فولادی باشد.

۴-۲-۱-۱-۵: فولادهای زنگ نزن اوستنیتی سخت شو Precipctation Hardening Stainless Steels

آلیاژ نیکل و کرم جهت مقاومت خوردگی بالا و در طبقه‌بندی در رده ٤٠٠ دارای ۸۵ تا ۲۶۰ کیلو پاسکال استحکام تسلیمی را دارند این استحکام بالا در اثر رسوب شدن کاربیدهای عناصری مانند تیتانیوم و وانادیوم و مولیبدن بوده که در آنها ساختار میکروسکوپی مارتنزیتی بوجود میآید. فولادهای قابل سخت شدن از نوع ۱۷-۷pH که در این نوع فولاد علامت P (Precipitation) به معنی رسوب کابیدی و H علامت سخت شدن (Hardening) و ۱۷ درصد کرم و ۷ درصد مقدار نیکل میباشد. درجه حرارت انتقال فاز (Transformation temperature) ۷۳۰ تا ۷۶۰ درجه سانتی‌گراد میباشد و درجه حرارت مارتنزیت نهائی کمی بالاتر از درجه حرارت محیط میباشد. فاز مارتنزیت وقتی تولید میشود، فولادهائی که درصد کربن آنها کمتر باشد باید سرد کردن آن جهت پیدایش ساختار میکروسکوپی مارتنزیت باید زیر صفر درجه سانتی‌گراد باشد. در این حالت استحکام زیادی در اثر سرد شدن فولاد حاصل میشود. فولاد اوستنیتی pH با شماره A-۲۸۶ ASTM دارای درجه حرارت مارتنزیتی پائین‌تری را دارد و به سهولت نمی‌تواند به مارتنزیت تبدیل شود. جوشکاری فولادهای از نوع pH با مشخصات ۱۷-٤pH و ۱۵-۵pH و pH۱۳-۸Mo بشرح زیر میباشد.

قابلیت جوشکاری فولاد SS۱۷-٤pH تقریباً شبیه جوشکاری فولادهای زنگ نزن اوستنیتی میباشد. برای جلوگیری از بوجود آمدن ساختار سخت لازمست که ریشه جوش بوسیله الکترود از نوع

سیم جوش ۳۰۸L و فرایند جوشکاری TIG جوشکاری شود. فرایند جوشکاری TIG بهترین کیفیت جوش را جهت این نوع فولاد ارائه می‌نماید. برای بدست آوردن جوش با استحکام بالا و کمترین خرابی لازمست از فرایند جوشکاری اشعه الکترونی (E.B.W) Electron Beam Welding استفاده نمود. جوشکاری فولاد از نوع pH5-۱۵ با الکترود و پر کننده از نوع ۶۳۰ انجام شده و پس از جوشکاری نیاز به تنش‌زدائی میباشد. استنلس استیل از نوع pHB-۸Mo با سه نوع فرایند جوشکاری SMAW و TIG و MIG انجام میشود. از انواع دیگر فولادهای استنلس استیل فولاد زنگ نزن نیمه اوستنیتی است که این نوع فولاد در صنایع سد آبی مصارف زیادی داشته و درصد کرم آن ۱۲ درصد و نیکل آن از ۳,۵ تا ۶ درصد میباشد. چون این نوع فولاد جوشکاری میشود برای جلوگیری از تشکیل کاربید کرم تولید این نوع فولادها به گونه‌ای است که درصد کربن آنها کمتر از ۰,۰۵ بوده و پس از جوشکاری نیز تنش زدائی شده و لازم به بیان است که قبل از جوشکاری نیاز به پیش گرمایش نیز میباشد.

از انواع دیگر فولادهای زنگ نزن مارتنزیتی می‌باشد که درصد کرم آن ۱۲ تا ۱۳,۵ درصد و مقدار کربن آن از ۰,۱ تا ۰,۱۵ درصد میباشد. جوشکاری این نوع فولاد با الکترودهای مارتنزیتی انجام میشود که قبل از جوشکاری نیاز به پیش گرمایش داشته و بعد از جوشکاری نیز نیازی به عملیات تنش زدائی دارند. طبق استاندارد ASTM به فولادهای A٤١٠ و A٤١٤ و A٤٤٠ و A٤٢٠ کلاسه بندی میشوند و مطابق استاندارد BS و با شماره ١٤٤٩ و مطابق استاندارد دین با شماره‌های ١,٤٠٠٦ و ١,٤٠٢٤ و ١,٤٠٢١ نشان داده میشوند.

۴-۲-۱-۱-۶: فولادهای استنلس استیل مارتنزیتی : Martensitic Stainless Steels

این نوع فولادها دارای کرم از ۱۲ تا ۱۳/۵ درصد بوده و درصد مقدار کربن آنها نیز برابر ۰/۱ تا ۰/۱۵ درصد میباشد. ساختار کریستالی این نوع فولاد از نوع B.C.C میباشد که آهنربا این نوع فولادها را جذب می‌نماید. فولاد مذکور جهت ساخت پره‌های توربین‌های نیروگاه حرارتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فولاد مطابق استاندارد ASTM طبقه‌بندی شده و در رده کلاسه‌بندی ٤٠٠ قرار می‌گیرد. اولین نوع این فولاد A٤٠٣ و A٤١٠ و A٤١٤ و غیره میباشد. جهت جوشکاری این نوع فولاد باید قبل از جوشکاری پیش گرمایش تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گیرد. پس از جوشکاری نیز نیاز به تنش زدائی داشته که تنش زدائی آن مطابق استاندارد ASME-SecVIII انجام میشود. برای رهائی از تنش زدائی جوشکاری این فولاد با الکترودهای زنگ نزن اوستنیتی انجام میشود.

سوالات فصل چهارم:

۱. جوشکاری فولادهای زنگ نزن اوستنیتی را توضیح دهید
۲. طبقه بندی فولادهای زنگ نزن را توضیح دهید
۳. فاز زیگما در فولادهای زنگ نزن اوستنیتی را شرح دهید

فصل پنجم:

ساخت مخازن و متعلقات آن

اهداف آموزشی این فصل:

۱- اتصالات مخازن تحت فشار و استاندارد های مربوط به آن در این بخش بررسی می شود

۲-آشنایی با جوشکاری و رنگ آمیزی مخازن و استانداردهای مخازن

۳-چگونگی تست ئیدرو استاتیک مخازن

۵ -۱ساخت مخازن:

مخـازن معمـولاً طبـق اسـتانداردهای موجـود نظیـر BS و دیـن DIN و ASME.Sec VIII و API۶۵۰ و API۶۲۰ سـاخته و تولیـد میـشوند. مخـازن از فولادهـای A۲۸۳M و -A۵۱۶ Gr۵۵/۶۰/۷۰A۲۸۵ و A۵۱۵-Gr۵۵،۶۰،۷۰ ساخته و تولید میشوند.

مخازن دارای سه نوع فشار یعنی مخازن با فشار اتمسفریک و مخازن کـم فـشار Low Pressure یعنی از ۰,۵ پوند بر اینچ مربع تا ۱۵ پوند بر اینچ مربع و مخازن تحت فشار از فشار ۱۵ پونـد بـر اینچ مربع به بالا میباشد. مخازن اتمسفریک مطابق استانداردهای بین‌المللی نظیر BS و آمریکائی API۶۵۰ مطابق با شماره ۱۲A و ۱۲B و ۱۲D و ۱۲F طراحی و ساخته میشود. مخازن کم فـشار (۱۵psi تا ۰,۵) طبق استاندارد آمریکائی از API۶۲۰ استفاده می‌نمایند و برای ساخت این مخازن از استاندارد ASME-SecVIII با کُد U و علامت U-۱g استفاده میشود. جهـت سـاخت و تولیـد مخازن تحت فشار یعنی از فـشار ۱۵PSI ببـالا از اسـتاندارد ASME-Sec VIII و اسـتاندارد BS اسـتفاده مـی‌نماینـد. اسـتاندارد ایمنـی جهـت پرسـنل شـاغل در سـاخت ایـن مخـازن OSHA (OccuPational Safety & Health Administration) میباشد. فولادهـای مـورد اسـتفاده در این مخازن در جدول شماره ۱-۵ نشان داده شده است.

جدول شماره ۱-۵ : آنالیز شیمیائی فولادهای مربوط به مخازن

مشخصات فني فولاد	ترکیب اسمي فولاد	استحکام نهايي بر حسب PSI	استحکام تسليمي برحسب PSI
SA-۲۸۳-C	کربن =C	۵۵۰۰۰	۳۰۰۰
SA-۲۸۳-C	کربن = C	۵۵۰۰۰	۳۰۰۰۰
SA-۵۱۵-۵۵	C-Si	۵۵۰۰۰	۳۰۰۰۰
SA-۵۱۵-۶۰	C-Si	۶۰۰۰۰	۳۲۰۰۰
SA-۵۱۵-۶۵	C-Si	۶۵۰۰۰	۳۵۰۰۰
SA-۵۱۵-۷۰	C-Si	۷۰۰۰۰	۳۸۰۰۰
SA-۵۱۶-۵۵	C-Si	۵۵۰۰۰	۳۰۰۰۰
SA-۵۱۶-۶۰	C-Si	۶۰۰۰۰	۳۲۰۰۰
SA-۵۱۶-۶۵	C-Si	۶۵۰۰۰	۳۵۰۰۰
SA-۵۱-۷۰	C-Si	۷۰۰۰۰	۳۸۰۰۰

با توجه به جدول شماره ۱-۵ منظور از علامت کربن یعنی فولاد کربنی و منظور C-Si یعنی فولاد آرام است که فولاد آرام در فصل‌های قبل تعریف شده است. فولاد هادی SA۲۸۸ که دنبال آن علامت C گذاشته شده علامت مزبور نشان دهنده گرید فولاد میباشد و همچنین اعداد ۵۵ و ۶۰ و۶۵ و ۷۰ نیز نشان دهنده گرید فولاد بوده و SA هم مبین فولادها مطابق کلاسه‌بندی ASME-PartA میباشد. فولادها طبق استاندارد ASME (American Society of Mechanical Engineers) قسمت II با بخش A طبقه‌بندی میشوند. در فولاد SA۵۱۵ عدد ۵۱۵ نشان دهنده شماره گذاری فولاد مطابق استاندارد آمریکائی AISI میباشد. این نوع فولاد جهت ساخت مخازن تحت فشار (Pressure Vessels) برای سیالهای با درجه حرارت بالا میباشد. فولاد SA-۵۱۶ جهت ساخت مخازن تحت فشار مورد استفاده در درجه حرارتهای پائین میباشد. جهت مخازن تحت فشار از فولادهای با کلاسه‌بندی مطابق استاندارد دین از نوع St۵۲ نیز استفاده میشود. که در این نوع فولاد St به معنای فولاد و مخفف Steel میباشد و استحکام نهائی آن ۵۲ کیلوگرم نیرو بر میلی‌متر مربع میباشد. مخازن از فولادهای استنلس استیل اوستنیتی با علامت تجارتی $^{۱۸}/_{۸}$ نیز ساخته میشود که جهت ذخیره مواد اسیدی که این نوع فولادها در مقابل آن محیط مقاوم هستند بکار میروند. مخازن فولاد زنگ نزن اوستنیتی از ورق یا پلیت با استانداردهای آمریکائی ASME یا ASTM کلاسه‌بندی میشوند که SA-۲۴۰ و A-۲۴۰ هستند. SA-۲۴۰ با نوع ۳۱۶ و ۳۱۷ (Type) برای ساخت مخازن ذخیره تحت فشار مورد استفاده قرار

می‌گیرد. فولادهای از نوع یا تیپ ۳۰٤ نیز جهت ساخت مخازن تحت فشار بکار میروند. ترکیب شیمیائی فولادهای زنگ نزن از گرید ۳۱۶ و ۳۱۷ و ۳۱۶L و ۳۱۷L با درصد کرم ۱۶ و درصد نیکل ۱۲ درصد و استحکام تسلیمی ۳۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع و استحکام نهائی ۷۵۰۰۰ میباشند. اتصالات مخازن مزبور از نوع فولاد SA-۳۱۲ با گریدهای (Type) ۳۱۶ و ۳۱۶H میباشد. اتصالات فولادهای استنلس استیل با نوع SA-۲٤۰ از نوع ۳۰٤ از SA-۳۱۲ گرید ۳۰٤ است که استحکام تسلیمی آنها ۲۵۰۰۰ پوند بر اینچ مربع و استحکام نهائی آنها نیز ۷۰۰۰۰ میباشد.

۵-۲ ساخت مخازن طبق استاندارد API۶۵۰

برای ساخت مخازن ذخیره مواد نفتی در پالایشگاهها و پتروشیمی از استاندارد API۶۵۰ استفاده میشود که فولادهای مورد استفاده جهت ساخت این مخازن در جدول شماره ۲-۵ قید گردیده است. این نوع فولادها با مشخصات فنی و گرید و استحکام تسلیمی و استحکام نهائی می‌نیمم قید شده است که مخازن ذخیره (Storage tank) از این نوع فولادها ساخته میشود که ساخت آنها در سایت از طریق جوشکاری با استاندارد ASME-SecIX انجام میشود.

جدول ۲-۵: نشان دهنده تعدادی از فولادهای مخازن ذخیره با خواص مکانیکی مطابق استاندارد ASTM

می‌نیمم استحکام نهایی PSI	می‌نیمم استحکام تسلیمی بر حسب PSI	گرید	مشخصات ورق یا پلیت
۵۵۰۰۰	۳۰۰۰۰	C	A۲۸۳
۵۵۰۰۰	۳۰۰۰۰	C	A۲۸۵
۵۸۰۰۰	۳۴۰۰۰	A, B, CS	ABI
۵۸۰۰۰	۳۶۰۰۰	—	A۳۶
۶۵۰۰۰	۴۰۰۰۰	B	A۶۶۲
۷۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	C, D	A۶۳۳
۷۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	B	A۷۳۷

جدول ۳-۵ فولادهای مربوط به استاندارد ایزو ISO

می‌نیمم استحکام نهایی بر حسب پوند بر اینچ مربع	می‌نیمم استحکام تسلیمی بر حسب پوند بر اینچ مربع	گرید فولاد	مشخصات فنی پلیت
۶۰۰۰۰	۳۴۰۰۰	B , C	Fe ۴۲
۶۲۵۰۰	۳۵۵۰۰	B , C	Fe ۴۴
۷۱۰۰۰	۴۸۵۰۰	C , D	Fe ۵۲

در جدول‌های فوق فولادها بر حسب استاندارد ISO و ASTM کلاسه‌بندی شده است. طراحی و ساخت مخازن ذخیره (Oil Storage Tank) مطابق استاندارد API۶۵۰ با در نظر گرفتن تمام فاکتورهای مؤثر در ساخت انجام میشود. در این استاندارد بازرسی بوسیله آزمایشات N.D.T نیز قید گردیده و انواع آزمایشاتی که در هر قسمت از سقف تا ته و بدنه (Shells) لازم است انجام میشود اتصالات مورد لزوم نظیر لوله و فلنج و شیرهای مربوطه که در مسیر حرکت مایعات این مخازن قرار می‌گیرد در استاندارد مزبور کاملاً قید گردیده است. جهت ساخت مخازن آلومی‌نیوم و طراحی آن مطابق نیازهای بخش ۲ استاندارد ANSI/ASMEB ۹۶,۱ انجام میشود. مخازن استنلس استیل اوستنیتی جهت مخازن ذخیره طبق همین استاندارد ساخته میشود. در حقیقت طراحی و بازرسی مخازن ذخیره مطابق استاندارد فوق الذکر میباشد.

۵-۳ اتصالات مخازن تحت فشار:

اتصالات مخازن تحت فشار که بوسیله استاندارد ASME-SecVIII طراحی شده و ساخته میشوند. طبق همین استاندارد برای مخازنی که در درجه حرارتهای بالا کار می‌کنند اتصالات آنها مطابق استاندارد ASME یا استاندارد ASTM ساخته میشود. این اتصالات بطریقه نوردی یا

آهنگری تولید میشوند. اتصالات مطابق استاندارد ANSIB۱۶,۹ بوده و از نوع فولاد SA۲۳٤ با گرید WPB نیز می‌تواند باشد و قطر اتصالات مطابق خروجی که برای مخازن طبق استاندارد تعیین شده میباشد. اتصالات جهت مخازنی که سیال آنها درجه حرارتشان کمتر از صفر درجه سانتی‌گراد از نوع $SA-۳۵۰LF_۲$ میباشد که این نوع فولاد دارای استحکام ضربه‌ای خوبی میباشد. منظور از L در این نوع فولاد یعنی با کربن کم (Low Carbon) به مقدار کمتر از ۰,۰۵ میباشد. منظور از F۲ یعنی دانه ریز یعنی Finegrain بوده که فولادهای دانه ریز در زیر صفر درجه حرارت بکار میروند و عدد ۲ شماره دانه‌ها یا کریستال در کارت ASTM میباشد. ساخت اتصالات بروش نوردی نیز مطابق استاندارد ASTM جلد ۰,۱,۰۱ انجام میشود.

۵-۴ فلنج مخازن:

فلنج مخازن تحت فشار و کم فشار و با فشار اتمسفریک بروش آهنگری تولید میشود و این فلنج‌ها در جدول شماره ٤-٤ از نظر ترکیب شیمیائی و خواص مکانیکی نوشته شده است. استحکام فلنج‌های آهنگری بهتر بوده و با توجه به جدول استحکام فولادهای کربنی آرام و فولادهای کرم مولیبدن و فولادهای استنلس و فولادهائی که در درجه حرارت بالا کار می‌کنند نشان داده شده است. این فلنج‌ها ساخته شده خواص مکانیکی یعنی استحکام نهائی و استحکام تسلیمی و درصد ازدیاد نسبی طول و درصد کاهش نسبی سطح و سختی آنها نیز قید گردیده است که بروش آهنگری تولید شده که مطابق استاندارد ANSI میباشد.

جدول شماره ٤-٥ مشخصات فنی فلنج‌های فولادی طبق استاندارد ANSIB١٦/٥

ANSI B16.5 (ASTM STANDARD)

ASTM	Grade	Classification	CHEMISTRY								MECHANICAL PROPERTIES				
			C %	Mn %	P Max. %	S Max. %	Si %	Ni %	Cr %	Mo %	T.S Min. psi (kg/mm²)	Y.S. Min. psi (kg/mm²)	EL. Min. %	Red Min. %	HB
A-105		Carbon Steel	MAX 0.35	0.60~1.05	0.040	0.050	MAX 0.35				70,300 (49.2)	36,000 (25.3)	22	30	MAX 187
A-181	60	Carbon Steel	MAX 0.35	MAX 0.90	0.050	0.050	MAX (0.35)				60,000 (42.2)	30,000 (21.1)	22	35	
A-181	70	Carbon Steel	MAX 0.35	MAX 0.90	0.050	0.050	MAX (0.35)				70,000 (49.2)	36,000 (25.3)	18	24	
A-182	F1	½ Mo	MAX 0.28	0.6~0.90	0.045	0.045	0.15~0.35			0.44~0.65	70,300 (49.2)	40,000 (28.1)	30	60	143~197
A-182	F5	5cr-½ Mo	MAX 0.15	0.30~0.60	0.030	0.030	MAX 0.50	MAX 0.50	4.0~6.00	0.44~0.65	70,000 (49.2)	40,000 (28.1)	30	60	143~217
A-182	F5a	5cr-½ Mo	MAX 0.25	MAX 0.6	0.040	0.030	MAX 0.50	MAX 0.50	4.0~6.0	0.44~0.65	90,000 (63.3)	65,000 (45.7)	22	50	187~248
A-182	F6	13-cr	MAX 0.12	MAX 1.00	0.040	0.030	MAX 1.00	MAX 0.50	11.5~13.5		85,000 (59.8)	55,000 (38.7)	25	50	167~229
A-182	F7	7cr-½ Mo	MAX 0.15	0.30~0.60	0.030	0.030	0.5~1.00		6.0~8.0	0.44~0.65	70,000 (49.2)	40,000 (28.1)	20	35	137~217
A-182	F9	9cr-1 Mo	MAX 0.15	0.30~0.60	0.030	0.030	0.5~1.00		8.0~10.0	0.90~1.10	85,000 (59.8)	55,000 (38.7)	20	40	179~217
A-182	F11	1¼cr-½ Mo	0.10~0.20	0.30~0.60	0.040	0.040	0.5~1.00		1.00~1.50	0.44~0.65	70,000 (49.2)	40,000 (28.1)	20	30	143~207
A-182	F12	1cr-½ Mo	0.10~0.20	0.30~0.80	0.040	0.040	0.1~0.6		0.8~1.25	0.44~0.65	70,000 (49.2)	40,000 (28.1)	20	30	143~207
A-182	F22	2¼cr-1 Mo	MAX 0.15	0.30~0.60	0.040	0.040	MAX 0.50		2.00~2.50	0.87~1.13	75,000 (52.7)	45,000 (31.6)	20	30	156~207
A-182	F304	18cr-8 Ni	MAX 0.08	MAX 2.00	0.040	0.030	MAX 1.00	8.00~11.00	18.00~20.00		75,000 (52.7)	30,000 (21.1)	45	50	
A-182	F304L	18cr-8 Ni Low	MAX 0.035	MAX 2.00	0.040	0.030	MAX 1.00	8.00~13.00	18.00~20.00		70,000 (49.2)	25,000 (17.6)	30	50	
A-182	F316	18cr-8 Ni Mo	MAX 0.08	MAX 2.00	0.040	0.030	MAX 1.00	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	75,000 (52.7)	30,000 (21.7)	45	50	
A-182	F316L	18cr-8 Ni Mo-Low	MAX 0.035	MAX 2.00	0.040	0.030	MAX 1.00	10.00~15.00	16.00~18.00	2.00~3.00	65,000 (45.7)	25,000 (17.6)	30	50	
A-182	F321	18cr-8 Ni Ti	MAX 0.08	MAX 2.00	0.030	0.030	MAX 1.00	9.00~12.00	Min 17.00		75,000 (52.7)	30,000 (21.1)	45	50	
A-182	F347	18cr-8 Ni Cb	MAX 0.08	MAX 2.00	0.030	0.030	MAX 1.00	9.00~13.00	17.00~20.00		75,000 (52.7)	30,000 (21.1)	45	50	
A-350	LF1	Carbon Steel	MAX 0.30	0.75~1.05	0.035	0.040	0.15~0.30				60,000~85,000 (42.2)	30,000 (21.1)	25	38	
A-350	LF2	Carbon Steel	MAX 0.30	MAX 1.35	0.035	0.040	0.15~0.30				70,000~95,000 (49.2)	36,000 (25.3)	22	30	
A-350	LF3	3½ Ni	MAX 0.20	MAX 0.90	0.035	0.040	0.20~0.35	3.25~3.75			70,000~95,000 (49.2)	37,500 (26.4)	22	35	

The KOFCO'S AMERICAN STANDARD FLANGES are manufactured conforming to the ANSI B16.5 (Table 1A "LIST OF MATERIAL SPECIFICATIONS"), satisfying the above requirements.

با توجه بجدول فوق فلنج مربوط به درجه حرارت بالا و فلنج‌های مورد استفاده در درجه حرارت پائین و فلنج‌های زنگ نزن اوستنیتی از نظر خواص مکانیکی و آنالیز شیمیائی درج گردیده است. که طبق استاندارد ANSIB۱۶,۵ میباشد. فلنج‌هائی جهت مخازن یا پالایشگاهها طبق استاندارد MSS تولید میشوند که استاندارد MSS (Manufacturer Standardization Society) که انجمن سازندگان فلنج میباشد. فولادی که جهت تولید این نوع فلنج‌ها بکار میرود طبق شرایط جدول زیر جهت گریدهای قید شده و با کلاس‌های #٤٠٠ و #٦٠٠ و #٩٠٠ میباشد. مشخصات فنی فولاد مطابق مشخصات فنی ASTM A۱۰۵ و A۳۸۱ یا ۵LX و ۵L طبق استاندارد API میباشد. فرمول کربن معادل در این نوع فلنج‌ها از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$C.E = C\% + \frac{Mn\%}{۶} + \frac{V + Cr + Mo}{۵} + \frac{Ni + Cu}{۱۵}$$

با توجه به اینکه اگر کربن معادل بیشتر از ۰,٤٥ درصد باشد در این حالت فولاد مربوطه نیاز به پیش گرمایش و تنش زدائی پس از جوشکاری را خواهد داشت.

جدول ۵-۵ نشان گریدهای فلنج در استاندارد MSS

گرید فولاد فلنج	Y.P استحکام تسلیمي بر حسب KPSI	T.S استحکام نهائي KPSI	El درصد ازدیاد نسبي طول%
F۳۶	۳۶	۶۰	۲۰
F۴۲	۴۲,۰	۶۰	۲۰
F۴۶	۴۶,۰	۶۰	۲۰
F۴۸	۴۸,۰	۶۲	۲۰
F۵۰	۵۰	۶۴	۲۰
F۵۲	۵۲	۶۶	۲۰
F۵۶	۵۶	۶۸	۲۰
F۶۰	۶۰	۷۵	۲۰

با توجه به جدول ۵-۵ خواص مکانیکی فلنج با گریدهای مختلف در جدول قید گردیده است اندازه این فلنج مطابق قطر اسمی لوله‌های مورد استفاده میباشد و اندازه سوراخ نیز طبق استانداردهای ANSI میباشد و با مارک MSSP٤٤ میباشند. از انواع دیگر فلنج‌های تولید فلنج با استاندارد API۶۰۵ میباشد که کلاسه‌بندی این فلنج‌ها از #۱۵۰ شروع و به #۲۵۰۰ پوند (ورودی Rating) ختم میشود.

۵-۵: بولت و پیچ‌ها Bolt & Screws

بولت‌ها تولیدی نیز مطابق استانداردهای مورد استفاده نظیر استاندارد ASME میباشد. در جدول زیر خصوصیات مکانیکی بولت‌های تولیدی طبق استاندارد فوق نوشته شده است.

جدول ٦-٥ خصوصیات مکانیکی و گریدهای بولت‌ها

مشخصات فني	ترکیب شیمیائي اسمي	گرید	استحکام نهائي بر حسب KPSI	استحکام تسلیمي KPSI
SA-۱۹۳	۱٪ Cr- ½ Mo	B۷	۱۲۵	۱۰۵
Sa-۱۹۴	--	۲H	۵۵,۰	--
SA-۳۰۷	--	۲B	۵۵	--

با توجه به جدول فوق بولت از نوع SA-۱۹۳ برای درجه حرارتهای بالا بوده و براحتی در درجه حرارت بالا با توجه به درصد کرم و مولیبدن استحکام خوبی را خواهد داشت و بعلت داشتن مولیبدن و کرم استحکام تسلیمی و استحکام نهائی آنها زیاد میباشد و SA-۱۹٤ بعنوان مهره در فلنج‌ها بکار رفته و درجه حرارتهای بالا را عمل می‌نماید و نیازی به استحکام تسلیمی نیست و جزو فولاد خیلی نرم (Mild Steels) میباشد.

بولت‌ها مطابق استانداردهای ANSI نیز تولید شده و ANSIB۱۸-۲-۱ جهت آنها و استاندارد ANSIB۱۸-۲-۲ بعنوان استاندارد مهره‌ها است.

پیچ و بولت‌ها مطابق استاندارد BS نیز تولید که جدول زیر نشان استانداردهای مختلف جهت تولید بولت میباشد.

جدول ۷-۵ نشان دهنده بولت طبق استانداردهای بین‌المللی

نوع استاندارد	گرید	درصد آنالیز شیمیائی						
		C	Si	Mn	P	S	B	Al
فرانسه	۲۱B۳	۰/۲۱ ۰/۲۰	- -	۰/۷۰ ۱/۲۰	- -	- -	۰/۰۰۰۸ ۰/۰۰۵- ۰/۰۰۰۸	– –
آلمان - DIN	۲۲B۲ ۲۸B۲ ۳۵B۲	۰/۱۹-۰/۲۵ ۰/۲۵-۰/۳۲ ۰/۳۲-۰/٤۰	- - -	۰/۵-۰/۸	- -	- -	۰/۰۰۰۸ ۰/۰۰۵ ۰/۰۰۵	- - -
ایزو	E۱ E۲ E۳ E۶	۰/۱۷-۰/۲۳ ۰/۱۷-۰/۲۳ ۰/۱۷-۰/۲۳ ۰/۲۵-۰/۳۲	۰/۳۵ ۰/۳۵ ۰/۳۵ ۰/۳۵	۰/۵-۰/۸ ۰/۸-۱/۱ ۱/۱-۱/۴ ۰/۸-۱/۴	۰/۰۳۵ ۰/۰۳۵ ۰/۰۳۵ ۰/۰۳۵	۰/۰۳۵ ۰/۰۳۵ ۰/۰۳۵ ۰/۰۳۵	۰/۰۰۰۸ ۰/۰۰۵ ۰/۰۰۵ ۰/۰۰۵	۰/۰۲ ۰/۰۲ ۰/۰۲ ۰/۰۲

استاندارد BS به شماره ۳۱۱۱ طبق همین استانداردهای ایزو و دین و استاندارد فرانسه میباشد که فولادهای تولیدی جهت بولت از نوع آلیای بَر (Boron) میباشد که بوسیله کشش تولید میشوند و این نوع فولادها نیازی به جوشکاری نمیباشد. از انواع فولادهائی که دارای عناصر آلیاژی از نوع بر میباشد با استاندارد BS۳۱۱۱ از نوع ۹ Type میباشد که مطابق ایزو با علامت مشخصه‌های E_1 و E_2 و E_3 و مطابق استاندارد فرانسه ۲۱BS و ۲۰MB۵ و DIN۱۶۵٤ با مشخصات فنی ۲۲B۲ و ۲۸B۲ و ۳۵B۲ میباشند.

۵-۶: جوشکاری مخازن

مخازن با فشار اتمسفریک و کم فشار و تحت فشار طبق استاندارد ASME-SecIX جوشکاری شده و فولادهائی که استحکام نهائی آنها از ۶۰۰۰۰-۵۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع هستند با PN۰,۱ و GrNo-۱ مشخص شده و فولادهائی که استحکام نهائی آنها ۶۰۰۰۰ تا ۷۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع هستند باز PNo-۱ GrNo-۲ در دستور العمل‌های جوشکاری مشخص میشوند. فولادهائی که استحکام نهائی آنها از ۷۰۰۰۰ تا ۸۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع باشند با PNo-۱ و GrNo-۳ و منظور از PNO (P-Number) و GrNo(Group Number) میباشد. GrNo یعنی شماره گرید و

P یعنی مشخص کننده فلز مبنا میباشد. چنانچه فولاد از نوع فولادهای زنگ نزن اوستنیتی باشد PNo آنها ۸ و گروه نامبر آنها ۱ خواهد بود در صورتیکه درصد کرم بالاتر از ۱۸ باشد PNo باز عدد۸ و گروه نامبر GrNo آنها ۲ خواهد بود. جهت جوشکاری مخازن در صورتیکه فرایند جوشکاری از نوع فرایند SMAW باشد برای جوشکاری فولادهائی که استحکام آنها از ۵۰ کیلوگرم نیرو بر میلی‌متر مربع کمتر باشد از الکترودهای روپوشدار E۷۰۱۵ و E۷۰۱۶ و E۷۰۱۸ استفاده می‌نمایند. جائیکه الکترودهای E۷۰۱۵ و E۷۰۱۶ و الکترودهای کم ئیدروژن (Low Hydrogen) و الکترودهای E۷۰۱۸ را الکترودهای روپوشدار با روپوش پودر آهن سدیم دار قلیائی نامیده میشوند. مخازنی که استحکام نهائی آنها بیشتر از ۵۰ کیلوگرم نیرو بر میلی‌متر مربع باشد از الکترودهای روپوشدار E۸۰۱۸-A و E۸۰۱۸-B و E۸۰۱۸-G و E۸۰۱۸-C استفاده می‌نمایند. الکترودهائی که دارای پس‌وند A میباشند الکترودهای قلیائی با روپوش آهن سدیم دار و عنصر آلیاژ Mo به مقدار ٪۰,۵ در میباشد. این نوع الکترود جهت جوشکاری مخازنی که در درجه حرارت بالا کار می‌کنند بکار میرود. الکترودهائی که دارای پس‌وند B هستند عنصر آلیاژی مانند Cr به مقدار ٪۱ و مولیبدن به مقدار ۰,۵ درصد بوده و برای جوشکاری مخازنی که دارای سیال با درجه حرارت بالاتر باشد استفاده می‌نمایند. الکترودهائی که پس‌وند C را دارد دارای عنصری از نوع نیکل به مقدار از ۱,۷۵ تا ۳,۷۵ درصد میباشند. برای جوشکاری مخازنی که سیال آنها درجه حرارتشان کمتر از زیر صفر درجه هستند مورد استفاده قرار خواهند گرفت. الکترودهائی که دارای پس‌وند G هستند عناصر آلیاژی مانند منگنز و کرم و مولیبدن و نیکل و وانادیوم که بترتیب ٪Mn=۱ و ٪Cr=۰,۷ و ٪Ni=۰,۷۹ و ٪V=۰,۱ را دارا هستند. جهت جوشکاری مخازنی که در درجه حرارت معمولی و درجه حرارت زیر صفر و درجه حرارت بالا کار می‌کنند مورد استفاده قرار خواهند گرفت. بطور کلی جهت استفاده الکترودها آنهائی که رقم سمت راست آنهابه اعداد ۵ و۶ و ۸ ختم میشود جزو الکترودهای قلیائی محسوب شده و جاذب الرطوبه میباشند این نوع الکترودهای باید پیش گرمایش شوند. پیش گرمایش آنها در ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد در داخل کوره‌های الکتریکی بمدت ۲ ساعت پخت داده میشود تا رطوبت آنها از بین برود. در هنگام استفاده از این الکترودها باید آنها را داخل هیترهائی که درجه حرارتشان از ۱۰۰ تا ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد است قرار گیرند. جهت جوشکاری مخازن از نوع استنلس استیل اوستنیتی از الکترودهای E۸۰۸L-۱۶ و E۳۰۸L-۱۵ استفاده می‌نمایند. الکترودهائی که عدد ۱۶ را دارند بنام الکترودهای روپوشدار از نوع روپوش روتیلی و حرف L به معنای کم کربن Low

Carbon میباشند. در این صورت الکترودها را در ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد پخت داده و در هنگام استفاده در داخل هیتر که درجه حرارت آن حداقل ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد است قرار داده میشود. الکترودهای فولادهای زنگ نزن از نوع E۳۰۹-۱۵ جهت جوشکاری سطح مخازن فولادی بکار رفته و عدد ۱۵ به معنای این است که روپوش از نوع الکترود قلیائی بوده که باز به اندازه ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده و سپس در هنگام استفاده الکترود را در هیتری که حداقل درجه حرارت آن ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد است قرار می‌دهند. الکترودهای E۳۰۹-۱۶ و E۳۰۹L- ۱۶ جهت جوشکاری سطح داخلی مخازنی که فقط سطح آن مقاوم در مقابل خوردگی است بکار رفته و وقتی سطح آنها با الکترودهای مزبور جوشکاری شود عمل مزبور را پوشش دادن Cladding می‌نامند. مخازن تحت فشار اگر به رورش یا فرآیند MIG جوشکاری شوند برای جوشکاری آنها از الکترودهای ER۷۰S-۲ استفاده میشود.

۵-۷ : الکترودها Electrodes

نظر بر اینکه الکترودها جزو مواد و قطعات تولیدی استاندارد میباشد الکترودها نیز مطابق استانداردهای AWS (American Welding Society) و استاندارد ASME-Sec II Part C کلاسه بندی میشوند. الکترودهای روپوش دار نظیر E۶۰۱۰ و E۷۰۱۰-A و E۸۰۱۰-G جزو الکترودهای سلولزی فقط جهت جوش دادن لوله‌های از نوع جوشکاری سرازیری مورد استفاده قرار می‌گیرند. طبق استاندارد AWS الکترودهائی که رقم سمت راست آنها به رقم صفر ختم میشوند الکترودهای سلولزی نامیده میشوند. رقم دوم از راست یعنی عدد ۱ برای حالت‌های (Position) جوشکاری یعنی حالت تخت و افقی و عمودی و سقفی مورد استفاده قرار می‌گیرند. رقم آخر آنها یعنی ۶۰ یا ۷۰ به معنای یعنی استحکام نهائی الکترود ۶۰۰۰۰PSI و ۷۰۰۰۰PSI می‌باشند. الکترودهای روپوشدار E۶۰۱۲ و E۶۰۱۳ که رقم‌های سمت راست آن عدد ۲ به معنای روپوش الکترود از روتیلی سدیم‌دار (Rutile= Tio۲) و عدد ۳ به معنای روپوش الکترود از نوع روتیلی پتاسیم دار بوده که این دو نوع الکترود جهت جوشکاری سازه‌های فلزی (Steel Structures) بکار میروند. نوع جوشکاری از نوع جوشکاری زاویه یا فیلت (Fillet) می‌باشد. الکترودهای E۷۰۱۶ و E۷۰۱۵ و E۸۰۱۶-G و E۸۰۱۵-B و E۸۰۱۸-C که جزو الکترودهای روپوش‌دار جاذب الرطوبه هستند که نیاز به پیش گرمایش دارند و شرح C و B و G در بندهای بالا بیان شد. الکترودهای بدون روپوش جهت فولاد از نوع ER۷۰S-۲ در جوشکاری TIG و MIG بکار رفته و طبق استاندارد AWS و ASME-Sec II Part C طبقه‌بندی شده است.

الکترودهای تولیدی روپوشدار مطابق استاندارد ISO و استاندارد DIN نیز کلاسه بندی میشوند بعنوان مثال الکترود E۶۰۱۰ طبق استاندارد ISO بنام E٤٣٣C١٤ و با E٤٣٣٢C٤DIN میباشد.

۵-۸: رادیوگرافی جوش‌های مخازن و لوله‌ها

طبق استاندارد قطعات ساخته شده پس از ساخت و تولید نیز نیاز به بازرسی داشته و در بازرسی از آزمایشات غیرمخرب NDT که شامل رادیوگرافی (R.T) و اولتراسونیک (U.T) و مغناطیسی (M.T) و آزمایش مایعات نافذ (P.T) انجام میشود. در حالت کلی جوش‌هائی که ضخامت آنها کمتر از ۵۱ میلی‌متر است از روش رادیوگرافی با اشعه X و یا اشعه γ طبق استاندارد ASME-Sec V و ASTM E١٤٢ انجام میشود. رادیوگرافی با اشعه γ بوسیله منبع یا چشمه رادیوایزوتوپ از نوع ایریدیوم Ir۱۹۲ استفاده میشود.

۵-۹: تنش زدائی مخازن تحت فشار

مخازنی که ضخامت جوش آنها بیشتر از ۱۹ میلی‌متر است. پس از جوشکاری طبق استاندارد ASME-SecVIII نیاز به تنش زدائی (Stress Relief) یا عملیات حرارتی (post weld heat Treatment) که علامت اختصاری آن PWHT است دارند. برای هر ۱ اینچ ضخامت درجه حرارت مورد لزوم جهت تنش‌زدائی ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد برای هر ۱ ساعت زمان میباشد. سرعت گرم کردن آن از رابطه $Heating\ rate = \frac{۲۲۰}{t}$ و سرعت سرد کردن آن $Coolingrate = \frac{۱۷۸}{t}$ بدست میآید. در این رابطه t ضخامت قطعه مورد عملیات حرارتی بر حسب اینچ است. دستگاههای تنش زدائی نمودارهائی نیز طبق استاندارد ASME-SecVIII دارند.

۵-۱۰: آزمایش ئیدرواستاتیک:

طبق استانداردهای یاد شده مخازن تحت فشار و کم فشار و فشار اتمسفریک پس از پایان جوشکاری نیاز به آزمایش ئیدرواستاتیک دارد. فشار آزمایش ۱/۵ برابر فشار طراحی بوده و زمان نگهداری در این فشار نیم ساعت بوده و در طول این مدت بازرسی بر روی جوش انجام میشود در صورتیکه آزمایش موفقیت‌آمیز باشد پس از اتمام آزمایشات و تخلیه آب فقط آزمایشات M.T و P.T بر روی جوش انجام میشود.

پس از این تائیدیه مخازن جهت تمیزکاری و ماسه زنی ارسال میشود.

۵-۱۱: رنگ آمیزی مخازن:

بطور کلی مخازن و لوله‌های جوشکاری پس از اتمام آزمایشات ئیدرواستاتیک بوسیله ماسه پاشی تمیزکاری میشود و درجه تمیزکاری مطابق استاندارد سوئدی SIS انجام شده که با Sa۳ نشان داده میشود. پس از تمیزکاری عمل رنگ‌آمیزی طبق استاندارد SSPC (Steel Structure Painting Council) انجام میشود.

سوالات فصل پنجم:

۱. ساخت مخازن طبق استاندارد API۱۶۵۰ را توضیح دهید
۲. الکترودهای مربوط به جوشکاری در مخازن دارای چه ویز گی هایی می باشد
۳. تنش زدایی مخازن تحت فشار چگونه انجام می شود
٤. بولت ها و پیچ ها در مخازن طبق کدام استاندارد ساخته و استفاده می شود

فصل ششم :

فلزات رنگی

اهداف آموزشی:

۱. آشنایی با استاندارد های مورد استفاده در فلزات رنگی
۲. شناخت فلزات رنگی و ویژگی هر یک از آنها

۶-۱ فلزات رنگی Non Ferrous Metals:

چون از فلزات رنگی قطعاتی مطابق استانداردهای مورد استفاده ساخته میشود بنابراین فلزات رنگی هم طبق استاندارد ASTM و استاندارد ASME کلاسه‌بندی میشود (کلاسه‌بندی فلزات رنگی با استاندارد ASTM در جلد ۰۲ میباشد. در این استاندارد مس و آلیاژهای آنها و آلومی‌نیوم و آلیاژهای مربوطه و نیکل و تیتانیوم و کبالت و روی و قلع کلاسه‌بندی شده‌اند. در استاندارد ASME در بخش II و قسمت B تمام فلزات رنگی کلاسه‌بندی شده‌اند.

۶-۲ مس Copper

مس جزو فلزات رنگی است و در درجه حرارت معمولی اکسیده نشده و در مقابل خوردگی مقاوم میباشد. ساختار کریستالی مس FCC بوده بدان جهت مس خاصیت هدایت حرارتی زیادی را داشته و هدایت جریان برق آن نیز بیشتر میباشد. در صنایع برق جهت هدایت برق و انتقال برق از مس خالص استفاده می‌نماید. مس چون در مقابل خوردگی مقاوم میباشد بنابراین بعنوان مخازن در صنایع شیمیائی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مس بعنوان روکش در صنعت الکترودسازی جهت روکش سیم جوش‌های فولادی میباشد. جهت مقاوم کردن فولادها در مقابل درجه حرارت محیط یا جو بعنوان عنصر آلیاژی در فولادها بکار رفته و اگر مقدار آن از ۰,۲۵ درصد بالا باشد باعث افزایش عمر فولاد به میزان چهار برابر فولاد معمولی خواهد بود. مس در فولادهای زنگ نزن جهت مقاوم کردن فولادهای زنگ نزن از نوع داپلکس DSS در مقابل خوردگی بعنوان عنصر آلیاژی بکار میرود. مس در مقابل آب و نمک‌ها مقاومت خوردگی خیلی خوبی داشته بدان جهت لوله‌های مسی جهت استفاده در این تجهیزات بکار برده میشود و در والوها (Valve) بعلت مقاومت خوردگی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مس و آلیاژهای آن بعلت داشتن مقاومت سایشی بعنوان یاتاقان نیز بکار میرود و بهترین فلز در مقابل سایش فلزات بوده و نسبت به سایش مقاوم می‌باشد. مس قابلیت چکش خواری و شکل‌دهی را داشته و مس بصورت ورق یا شمش نورد شده و از ورق‌های آن مخازن مقاوم در مقابل خوردگی ساخته میشود. در ساخت و تولید مس بوسیله جوشکاری اتصال پیدا کرده و فرآیندهای مورد استفاده در جوشکاری مس فرآیند SMAW و GTAW و GMAW می‌باشد. عناصر آلیاژی تأثیر بسزایی در جوشکاری آن دارد و باعث میشوند که قابلیت جوشکاری مس بالا رود.

چون مس حرارت را براحتی انتقال میدهد بنابراین جهت جوشکاری آن طبق استانداردهای بین‌المللی باید آنرا تا ٤٠٠ درجه سانتی‌گراد گرم نموده و سپس جوشکاری آن انجام شود. در طول مدت جوشکاری مس بوسیله چکش خواری تنش زدائی میشود. برای سیستم استاندارد کردن مس طبق سیستم عددی یکنواخت شده مس طبقه‌بندی شده که با عدد UNS (Unified Numbering) مس خالص و بدون اکسیژن با C١٠٢٠٠ نشان داده میشود که درصد مس خالص در آن ٪٩٩,٩٥ است در این حالت نقطه ذوب مس ١٠٨٣ درجه سانتی‌گراد میباشد. مس اکسیژن‌زدائی شده با C١٢٠٠٠ نشان داده شده که درصد مس آن برابر ٩٩,٩ درصد میباشد. الکترودهای آن ERCu که در این الکترود ٪٩٨ مس و ٪١ نقره و بقیه عناصر آن قلع و سیلسیم و منگنز و فسفر میباشد و الکترود روپوشدار مس طبق کلاسه‌بندی استاندارد AWS بصورت E Cu و ECuSi و E Cu Sn میباشد. سایر الکترودهای مس وقتی مس بصورت فرآیند TIG جوشکاری شود. ERCuSi و ERCuSn و ERCuAl می باشد. بطوریکه در بالا یادآوری گردید مس جزو فلزات رنگی بوده و طبق استانداردهای آمریکائی ASTM٠٢,٠١ کلاسه‌بندی گردیده و با علامت B بصورت B٤٢ نشان میدهند که مقدار بیشتر آن ASME-SecII Part کلاسه‌بندی شود بصورت SB و با عدد٤٢ بیان میشود که SB٤٢ یعنی ٩٩,٩٥ درصد مس و بقیه آن نقره میباشد. جهت مخازن و تنش زدائی از استاندارد ASME-SecVIII و در مورد قطعات برقی از استاندارد ASTM و IEC و NEMA استفاده می‌نمایند.

لوله‌های مسی طبق استاندارد ASTM که بدون درز میباشد در این استاندارد شماره B١١١ که در آن درصد مس ٩٩,٩٥ درصد و به صورت تیوپ تولید میشود. در صورتیکه تیوپ با استاندارد ASME-Sec II Part B تولید شود با علامت SB١١١ نشان داده میشود که در این حالت باز ٩٩,٩٥ درصد مس و بقیه آن آلیاژ نقره میباشد.

۳-۶ برنج: Brass

برنج آلیاژ مس و روی برنج نامیده میشود که در این فلز درصد روی (Zinc) از ٥ تا ٤٠ درصد و بقیه آلیاژ مس میباشد که نسبت‌های مختلف اسم‌ها گوناگونی را دارا میباشد. آلیاژی شدن مس با روی باعث بالا رفتن استحکام آن شده و همچنین در مقابل خوردگی نیز مقاوم‌تر خواهد بود. برنج با ٣٠ درصد روی و ٧٠ درصد مس بنام برنج α بوده و دارای داکتیلیتی خوبی میباشد و علامت تجارتی آن ٧٠/٣٠ میباشد. در صورتیکه مس با ٤٠ درصد روی آلیاژ شده باشد بنام برنج β نامیده میشود که علامت تجارتی آن ٦٠/٤٠ و بنام مونتز متال نیز نامیده

میشود. برنج ۶۰/٤۰ بصورت ورق (Sheet) و میل گرد جهت استفاده صنعتی به صورت نوردی تولید میشود. مس ۷۰ درصد روی ۳۰ درصد جهت ساخت قطعات تسلیحات ارتش مورد استفاده بوده و مشخصات فنی آن در استاندارد B.S با عدد ۲۶۷ مشخص گردیده است و داکتیلیتی این فلز خیلی خوب میباشد.۳۵ درصد روی و ۶۵ درصد مس با استحکام نهائی از ۳۲٤ نیوتن بر میلی‌متر مربع تا ۶۹۵ نیوتن بر میلی‌متر مربع بوده بعنوان برنج استاندارد شناخته شده و برای کارهای پرس مورد استفاده قرار گرفته و استاندارد آن در BS به شماره ۲۶۶ میباشد. تقریباً در استاندارد آمریکایی ASTM ۰۲,۰۱ با B۱۲۷ و در استاندارد ASME-Sec II Part B با SB ۱۲۷ شناخته شده است. برنج دریائی با ۱درصد قلع و ۲۹ درصد روی و ۷۰ درصد مس بوده که ۱ درصد قلع خاصیت خوردگی این برنج را بهبود بخشیده و مقاوم در مقابل خوردگی میباشد. نوع دیگر برنج دریائی با درصد ۰,۷۵ قلع و ۳۹,۲۵ درصد روی و ۶۰ درصد مس بنام برنج دریائی (Naval Brass) میباشد که در این حالت خاصیت خوردگی این نوع برنج با افزایش ۰,۷۵ درصد قلع بهتر میشود. این نوع فلزات بروش نورد گرم و سرد تولید شده و در دریا مصارف زیادی دارد. برنج‌هائیکه درصد روی آنها از ۲۰ تا ٤۰ درصد باشد بوسیله فرآیند جوشکاری GMAW جوشکاری میشود. چنانچه قابلیت جوشکاری برنج کمتر باشد بوسیله فرایند جوشکاری MIG جوشکاری آن انجام میشود. الکترودهای مورد مصرف در جوشکاری از نوع فرایند MIG الکترودهای ER Cu Al.A۲ و ER Cu Sn-A میباشد که استحکام جوش حاصله از الکترود ER Cu Al-A۲ بیشتر از الکترود ER Cu Sn-A میباشد. اگر برنج با الکترود روپوشدار جوشکاری شود یعنی فرآیند جوشکاری از نوع قوس الکتریکی محافظت شده (SMAW) باشد در این حالت الکترودهای روپوشدار جهت مصرف در این نوع جوشکاری EcuAl-A۲ و ECuAl-B و ECuSn-C و E Cu Si خواهد بود. در صورتیکه شیار جوش از نظر گپ باز باشد در این حالت از پشت بند مسی در هنگام جوشکاری استفاده شده و الکترود مورد مصرف در این حالت از نوع E CuSn-C بوده و درجه حرارت پیش گرمایش جهت جوشکاری از ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد تا ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد خواهد بود. جهت جوشکاری برنج‌هایی که درصد بالائی از روی را دارا میباشند در جوشکاری فرآیند SMAW از الکترود E Cu Al-A۲ استفاده نموده و درجه حرارت پیش گرمایش در اینحالت از ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد خواهد بود.

۶-۴ برنز قلعی Tin Bronze

برنز قلعی به برنزی اطلاق میشود که آلیاژی از قلع و مس باشد درصد قلع در بعضی کتابها حداکثر ٪۱۵ و در بعضی از کتابها از ۱۰ تا ۱۲ درصد قید گردیده است. نسبت پخش قلع و مس در داخل همدیگر پیچیده‌تر از نسبت پخش روی در داخل مس در آلیاژ برنجی است . وقتی درجه حرارت ذوب به زیر ٤۰۰ درجه سانتی‌گراد میرسد ساختار کریستالی آن کاملاً عوض میشود. دو عنصر فلزی قلع و مس فاکتورهائی هستند که ساختار کریستالی برنز را مشخص می‌نمایند. در ۷۸۹ درجه سانتی‌گراد ساختار پری یوتکتیک را تولید نموده در این حالت برنز α یعنی ۱۳/۵ درصد قلع و بقیه مس خواهد بود. برنز α برنزی است داکتیل و می‌توان روی آن چکش خواری سرد نیز انجام داد. بقیه فازهای برنز قلعی حالت چکش خواری سرد را نداشته و ترد و شکننده خواهد بود. برنزی که دارای ۷ درصد قلع باشد دارای ساختار کریستالی از نوع δ خواهد بود که محصولات آن به طریقه نوردی تولید میشود. برنزی که دارای ۱۰ درصد قلع و ۲ درصد روی باشد بنام برنز تسلیحات می‌باشد که استحکام کششی آن برابر ۳۰۹ نیوتن بر میلی‌متر مربع و درصد ازدیاد نسبی طول آن ۲۰ درصد خواهد بود. در اینحالت این فلز بعلت بالا بودن استحکام جایگزین فولاد خواهد بود. برنزهای مورد مصرف در دریا از نوع برنز بالا بنام برنز دریا Admiral Bronze که بطور استاندارد تولید شده و مطابق استاندارد BS گرید آن $BSI٤۰۰-LG_٤-LG_٢$ خواهد بود. در هنگام تولید برنز اگر این آلیاژ در هنگام ذوب بوسیله فسفر اکسیژن زدائی شود برنز تولیدی بنام فسفر برنزی خواهد بود. درصد مقدار فسفر در این نوع آلیاژ از ۰,۱ تا ۰,۳۵ درصد میباشد. عنصر آلیاژی فسفر سبب بالا رفتن استحکام این فلز خواهد بود. فسفر برنزی در مقابل خوردگی نیز مقاوم بوده و جهت تجهیزات دریائی که مربوط به انتقال نفت میشود از این برنز استفاده می‌نمایند. جهت تولید آن بوسیله نورد باید این نوع برنز را آنیله نموده و سپس عملیات کشش یا نوردی بر روی آن انجام داد. از برنزهای قلعی طبق استاندارد BS بشماره ٤۰۷/۱ است که آنیله شده و پس از آنیل شدن نورد میشود که یکی از نوع این برنز با درصد قلع ۳,۷۵ و فسفر ۰,۱ درصد و بقیه مس میباشد که خاصیت مکانیکی خوبی را بعد از آنیل شدن دارد.

این نوع برنز بعنوان فنر و در قسمت‌های مختلف بعنوان ابزار در صنعت کاربرد داشته و مطابق استاندارد ASTM تولید میشود که در مقابل خوردگی و خستگی مقاوم میباشد. جوشکاری برنزها با مارک C٥٢٤۰۰و C٥۰۱۰۰ تا ۱۰ درصد قلع داشته و باندازه ۰,۱ درصد فسفر این نوع

برنز بوسیله فرآیند جوشکاریهای TIG و MIG و SMAW جوشکاری میشود. بوسیله فرآیند جوشکاری از نوع TIG جهت برنزهائی که ضخامت آنها تا ۱۳ میلی‌متر است را می‌توان جوشکاری نمود. برنزهای قلعی وقتی جوشکاری میشود در طول جوشکاری وقتی فلز داغ است بوسیله چکش کاری می‌توان تنش زدائی طبق استاندارد ASTM انجام داده و از بروز ترک جلوگیری نمود. سیم جوشهای مورد استفاده در جوشکاری برنز از نوع ER Cu Sn-A و ER Cu Si-A خواهد بود. الکترود روپوش دار در فرآیند جوشکاری SMAW از نوع E Cu Sn-C که در این حالت الکترود به قطب مثبت وصل میشود. پیش گرمایش در این حالت از درجه ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد تا ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد خواهد بود. که این نوع الکترود A۵,۷ و A۵,۶ و SFA۵,۷ و SFA۵,۶ میباشد این برنز جهت ساخت میله‌های داخلی شیرهای مورد استفاده در پالایشگاههای گاز و نفت میباشند.

۶-۵ برنز آلومینیومی Aluminum Bronzes

آلومی نیوم با مس آلیاژ شده و تولید برنز آلومی نیومی می‌نماید که در صنعت موارد استفاده زیادی دارد و مطابق استاندارد ASTM کلاسه‌بندی شده که در این استاندارد طبق ASTM Volume ۰۲,۰۱ با علامت B نشان داده شده است. از این آلیاژ قطعات متعددی و تجهیزات طبق استانداردهای BS و ASTM و ASME و DIN ساخته و تولید میشود. برنزآلومینیومی از ۱۰ درصد آلومی نیوم و ۹۰ درصد مس تشکیل شده است. طبق استاندارد با مشخصات فنی D.T.D به شماره ۱۶۰ درصد آلومینیوم ۹,۵ و با استحکام کششی برابر۵۵۶ نیوتن بر میلی‌متر مربع بوده و درصد تغییر نسبی طول آن نیز برابر ۳۰ درصد و سختی آن برابر ۱۸۰ برنیل است. شکل دادن این آلیاژ بوسیله گرم کاری بوده که شامل آهنگری نیز میباشد و این قطعات آهنگری شده قابل عملیات حرارتی نیز خواهد بود. از این فلز می‌توان بوسیله ریخته گری ماسه نیز قطعاتی را تولید نموده و قابلیت ریخته گری این آلیاژ نیز خوب میباشد. با توجه به خواص مکانیکی این فلز که کاملاً داکتایل بوده و براحتی بطوریکه در بالا اشاره شد قابلیت شکل دادن را نیز دارا است. این آلیاژ می‌تواند عناصر آلیاژی دیگری که شامل ۵ درصد نیکل و آهن در مجموع است داشته باشد. آهن در این آلیاژ باعث ریزدانه شدن برنز آلومی نیومی شده و استحکام آن را بالا می‌برد این نوع آلیاژ در کارخانجات شیمیائی نیز بعلت مقاوم بودن در مقابل خوردگی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این آلیاژ جهت تجهیزات دریائی نیز نظیر میله‌های پمپ و اتصالات شیرهای اطمینان و بولت مورد استفاده قرار گیرد. این مواد مورد کاربرد در تجهیزات

دریایی B۱۴۸ است که طبق کلاسه بندی ASTM با ۱۰ درصد آلومی‌نیوم و ۱ درصد آهن میباشد و همچنین برنز مزبور از این نوع با گرید C۶۱۳۰۰ که این نوع برنز بعنوان ساخت قطعات مقاوم در مقابل خوردگی میباشد که جوشکاری برنز مورد بحث با فرایند MIG انجام میشود. برای جوشکاری برنز آلومینیومی از الکترودهای ER Cu Al-A۲ استفاده میشود که در این آلیاژ ۱,۵ درصد آهن بعنوان عنصر آلیاژی که باعث کاهش ترک گرم شده و قابلیت جوش پذیری را بهتر می‌نماید. در جوشکاری این آلیاژها از فرایند SMAW نیز می‌توان استفاده نمود که الکترود آن از نوع روپوشدار با علامت E Cu Al-A و EcuAl-B میباشد در جوشکاری با فرایند SMAW لازمست که قطعه مورد جوشکاری تا ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد پیش گرمایش شده و نوع قطعه بکار رفته طبق استاندارد UNS از نوع C۶۱۴۰۰ و C۶۱۳۰۰ است که طبق استاندارد ASME-SecIX میباشد.

۶-۶ آلومینیوم Aluminum :

آلومینیوم فلزی است سبک که جرم حجمی آن برابر ۲,۷ گرم بر سانتی متر مکعب و جرم اتمی آن برابر ۲۷ گرم میباشد. آلومینیوم و آلیاژها آن در صنعت مصارف زیادی دارد و طبق استاندارد ASTM در جلد شماره ۰۲,۰۲ این فلز و آلیاژهای آن کلاسه بندی شده است. بعلت اینکه آلومی نیوم پس از تولید با اکسیژن موجود در هوا ترکیب شده و تولید Al_2O_3 می‌نماید که غشاءِ بسیار نازکی از این اکسید روی آلومینیوم را پوشانده و سبب حفاظت آلومینیوم در مقابل خوردگی میشود. آلومینیوم خاصیت هدایت الکتریکی و هدایت حرارتی را دارد و خاصیت هدایت الکتریسیته آن چندین برابر بیشتر از فولاد میباشد. آلومینیوم در فولادسازی نیز مصارف زیاد داشته و فولاد بوسیله آلومینیوم اکسیژن زدائی شده و باعث ریزدانه شدن فولاد میشود. آلومینیوم بوسیله عناصر دیگر آلیاژ شده و عناصر آلیاژی باعث بالا رفتن استحکام آن میشود. در بعضی مواد عناصر آلیاژی آلومینیوم باعث روان شدن آن در ریخته‌گری نیز میشود. عناصر آلیاژی آلومینیوم مس و منگنز و سیلیسیم و منیزیم و منگنز + سیلیسیم و روی و سایر عناصر آلیاژی میباشد. انجمن آلومینیوم آمریکا آلومینیوم را به دو گروه ریخته‌گری و نوردی تقسیم‌بندی نموده است. این انجمن که بعنوان استاندارد آلومینیوم نیز قرار گرفته است آلومینیوم ریخته‌گری شده را با عدد سه رقمی و آلومینیوم نوری را با چهار رقم نشان میدهند. بطور کلی هم آلومینیوم ریخته‌گری و هم نوردی شروعشان از عدد ۱ تا ۸ میباشد. آلومینیوم نوردی خالص با عدد ۱۱۰۰ و آلومینیوم آلیاژ شده با مس بصورت ۲۰۱۴ که عدد ۲ گویای

عنصر آلیاژی مس است بیان میشود. آلومینیوم طبق استاندارد BS نیز کلاسه‌بندی میشود. که آلومینیوم خالص در این استاندارد با شماره ۱٤۷۰BS و ۱٤۷۷BS و ۱٤۷۶BS که استحکام نهائی این نوع آلیاژها برابر ۱۵٤ نیوتن بر میلی‌متر مربع ۱۵٤ نیوتن بر میلی‌متر مربع میباشد. از انواع آلیاژ شده با استاندارد BS به شماره ۱٤۷۱ که درصد عناصر آلیاژی آن مس باندازه ۰,۱٪ و منیزیم به اندازه ٤,۵ درصد و سیلسیم ۰,۶ درصد و آهن ۱ درصد و تیتانیوم به میزان ۰,۱۵ درصد بوده که استحکام کششی نهائی آلیاژ مزبور برابر ۲۶۳ تا ۲۹۳ نیوتن بر میلی‌متر مربع و درصد ازدیاد نسبی طول آن برابر ۸ تا ۱۸ درصد میباشد که از استحکام خوبی برخوردار میباشد. از آلومینیم تیوب نیز جهت استفاده در صنعت ساخته میشود. طبق استاندارد ASTM و استاندارد IEC کابل‌های آلومینیومی ساخته و تولید میشود طبق استاندارد BS آلیاژ آلومی‌نیوم به میزان ۹۶ درصد و مس باندازه ٤ درصد که دارای استحکام خیلی زیادی را دارد جهت ساخت قطعات هواپیما بکار میرود.

آلومینیوم و آلیاژهای آن بوسیله فرایندهای جوشکاری از نوع GMAW (MIG) و GTAW و (TIG) جوشکاری میشوند و قبل از جوشکاری سطح آلومینیوم باید تمیزکاری شده و تمیزکاری جهت از بین بردن اکسید آلومینیوم میباشد که در این جوشکاریها آرگون از طرفین دمیده میشود. گاز مورد استفاده مخلوطی از هلیوم و آرگون میباشد که هلیوم جهت سرعت دادن به گاز آرگون میباشد. در این دو حالت جوش تولید شده کاملاً تمیز خواهد بود. از الکترودهای روپوشدار E۱۱۰۰ جهت جوشکاری آلومی‌نیوم E۱۱۰۰ میباشد استفاده می‌نماید که قبل از جوشکاری آن آلومینیوم بوسیله استون و محلولهائی که باعث از بین رفتن Al_2O_3 شده شستشو داده و سپس جوشکاری می‌نمایند. الکترودهای بدون روپوش از نوع ER۱۱۰۰ جهت جوشکاری آلومینیوم E۱۱۰۰ که ۹۹,۵ درصد آلومینیوم و بقیه آن عناصر شیمیائی آهن و روی بوده بکار میرود. الکترود مورد مصرف جهت جوشکاری آلومینیوم با روش E۱۱۰۰SMAW میباشد که در این حالت باید سطح آلومینیوم را قبل از جوشکاری تمیز نموده و سپس اقدام به جوش نمود. جهت تمیزکاری جوشهای آلومینیوم از بورس‌های استنلس استیل استفاده میشود.

۶-۷ تیتانیوم Titanium

تیتانیوم فلزی است که ساختار کریستالی آن هگزاگونال بوده و در ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد تبدیل به ساختار کریستال BCC میشود. بعنوان عناصر آلیاژی در تولید و ساخت فولادهای کم کربن بعنوان فولادهای کم آلیاژ و پر استحکام (High Strngth Low Alloys) که علامت اختصاری آن

HSLA آن بکار میرود. این عنصر آلیاژی در فولادهـای زنـگ نـزن اوسـتنیتی نیـز جهـت تثبیـت کاربیدها مورد استفاده قرار می‌گیرد. عناصری که با تیتانیوم آلیاژ میشوند ۶,۵ درصد منگنـز و ٤ درصد آهن و ۷ درصد کرم و ۸ درصد کبالت و ۸ درصد نیکل و ۱۳ درصد مس است که بعنوان مقـاوم در مقابـل خـوردگی بکـار میـرود. سـایر آلیاژهـای تیتـانیوم بـصورت Ti-۶Al-٤V و $Ti+۲\frac{۱}{۲}Cu$ جهت ساخت و تولید قطعات زیادی از جمله فضائی و هوایی بکار میرود. در جـدول شماره ۷-۵ خصوصیات و آلیاژهای تیتانیوم نشان داده شده است.

جدول شماره ۱-٦خواص مکانیکی تیتانیوم و آلیاژهای آن

تیتانیوم و آلیاژهای آن	گرید	خواص مکانیکی (Mechanical Properties)		
		استحکام نهایی Nimm۲	El%	R.A%
تیتانیوم خالص	IM۱۱۳۰	۵۲۵	۲۸	۳۰۹
Ti+۱/۲ Cu	IMI۲۳۰	۶۱۸	۲۵	۴۰
Ti-nsn,۲۱/۴Al Imo-۰/۲۵Si	IMI۶۷۹	۱۱۲	۱۸	۴۰
Ti=۴Al, ۴۴۰ Sn-۰/۵Si	IMI۵۵۰	۱۱۵۸	۱۰	۲۵

با توجه به جدول فوق آلیاژهای تیتانیوم با عناصر آلیاژی استحکامشان بالا رفته و خـواص مکـانیکی بهبود یافته است این آلیاژها بصورت ورق در ساخت مخازن و لوله‌ها برای پتروشیمی‌ها و بولـت دیسک و تیغه‌های کمپرسور نیروگاههای گازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تمـام ایـن آلیاژهـا و تیتـانیوم کـه در مقابـل خـوردگی شـیمیائی مقاومـت خـوبی را دارنـد ارزش زیـادی در صـنعت پتروشیمی و پالایشگاه دارد. فرایند ساخت قطعات ذکر شده و کلاسه‌بندی آنها مطابق اسـتاندارد ASTM جلد دوم (ASTM۰۲,۰۳) انجام میشود.

جوشکاری تیتانیوم طبق استاندارد ASME –Sec IX با فرایند TIG در شرایطی کـه از طـرفین و پشت آن گاز آرگون دمیده شده انجام میشود. فلز مبنا نیـز بـا PNO مختلـف بـرای گریـدهای گوناگون در استاندارد ASME درجه‌بندی شده است. لازم بیادآوری است که آلیاژهای تیتـانیوم

در مقابل خوردگی مواد شیمیائی و در درجه حرارتهای بالا بسیار مقاوم بوده و بدانجهت مورد توجه در صنایع پتروشیمی و گاز قرار گرفته است.

۸-۶ نیکل Nickel

نیکل جزو فلزات رنگی بوده که این فلز جهت آلیاژی کردن فولادها و بالا بردن استحکام فولادها در مقابل درجه حرارت بسیار اهمیت دارد. نیکل فولادها را در مقابل درجه حرارت پائین مقاوم نموده و به فولادها تافنس خوبی را میدهد. نیکل در فولادها زنگ نزن اوستنیتی مقدارش از ۸ تا ۲۰ درصد تغییر پیدا می‌کند که این فولادها هم در مقابل خوردگی و مواد شیمیائی و در زیر صفر درجه سانتی‌گراد و هم در درجه حرارتهای بالا مقاوم میباشند. نیکل به مقدار ۷۰ درصد و مس ۳۰ درصد آلیاژی بنام مونل را تولید می‌نماید که مونل در ساخت قطعات توربین‌های گازی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در درجه حرارتهای بالا مقاوم میباشد. از مونل سیم جوشهائی نیز جهت جوشکاری چدن‌ها و جوشکاری خود مونل تولید می‌نمایند. از آلیاژهای معروف نیکل فلزی است بنام اینکونل (Inconel) که در این آلیاژ ۸۰ درصد نیکل و ١٤ درصد کرم و ۶ درصد آهن بوده که این فلز نیز در ساخت قطعات توربین‌های گازی مورد استفاده میباشد و در مقابل حرارتهای بالا مقاوم میباشد. از اینکونل سیم جوش و الکترود جهت جوشکاری فولادهای زنگ نزن و چدن تولید میشود. الکترودهای آن نیز طبق استاندارد AWS و ASME کلاسه‌بندی میشود.

Nimonic نیز از آلیاژهای نیکل به مقدار ۸۰ درصد و کرم ۲۰ درصد در ساخت لوله‌ها و قطعات در درجه حرارتهای بالا جهت مقاوم بودن در مقابل خزش و خوردگی بکار میرود. نیکل در ساخت فولادهای آهن‌ربا نیز بکار میرود و نیکل فولادهای آهن ربا را در مقابل خوردگی مقاوم نموده و شدت آهنربائی شدن را بیشتر می‌نماید. نیکل در ساخت قطعات الکترونیکی نیز موارد استفاده زیادی دارد که این آلیاژ بصورت با پایه نیکل (Nickel basealloy) از ٪Mg۰,۰۵ و ٪۰,۲ سیلیسیم مطابق استاندارد BS۳۰۷۲ جهت این قطعات الکترونیکی است.

آلیاژهای نیکل در جوشکاری چدن‌ها نیز بکار میرود که از این آلیاژها همان اینکونل و نایمونیک و آلیاژ نیکل با کربن به مقدار ٪C=۱ و ٪Ni=۹۹ میباشد. آلیاژ نیکل و مولیبدن جهت ساخت مخازن اسید سولفوریک و اسید کلرئیدریک در درجه حرارت بالا مورد استفاده قرار میگیرد این آلیاژ بنام هاستلوی میباشد. هاستلوی (Hastelloy B) دارای ۳۰ درصد مولیبدن و ۵ درصد آهن و ۶۵ درصد نیکل میباشد. هاستلوی A که دارای ۹ درصد سیلسیم و ۹۱ درصد نیکل است در مقابل اسید سولفوریک قابل جوش نیز مقاوم میباشد. آلیاژ کرم و نیکل به میزان ۵۰ درصد

از هر کدام بصورت قطعات ریخته‌گری در پالایشگاهها روغن مورد استفاده قرار می‌گیرد. آلیاژهای نیکل نیز مطابق استاندارد ASME-SecIX جوشکاری شده و در طبقه‌بندی الکترودهای مربوطه نیز از استاندارد AWS استفاده می‌نمایند.

سوالات فصل ششم:

۱. استاندارد های مربوط به فلزات رنگی را توضیح دهید؟

فصل هفتم:

استاندارد های ساخت

اهداف آموزشی:

۱. آشنایی با استاندارد های ساخت شامل موارد ذیل:

- استانداردASTM
- استانداردASME
- استاندارد DIN
- استاندارد TEMA
- استاندارد BS
- استاندارد EN

۷-۱ استانداردهای ساخت

جهت ساخت قطعات و تجهیزات و بهبود کیفیت از استانداردها و مشخصات فنی استفاده میشود. جهت ساخت از یکی از استاندارد ساخت قطعات و تجهیزات جهت کنترل کیفیت استانداردهای BS (British Standard) یا استاندارد دین DIN آلمانی و استاندارد AFNOR فرانسوی و استانداردهای مختلف آمریکائی استفاده میشود که بعنوان مثال فولادهائی که مطابق استاندارد BS تولید میشود این استاندارد قابل تبدیل به استانداردهای آمریکائی و آلمانی و روسی و ایتالیائی و فرانسوی میباشد. در زیر بطور خلاصه بعضی از استانداردهای کشورهای مختلف توضیح داده میشود.

۷-۲ استاندارد ASTM

این استاندارد در شناخت مواد و ساخت و تولید فلزات آهنی و فلزات رنگی و قطعات و تجهیزات برقی و وسایل پزشکی و قطعات الکترونیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای ساخت و تولید لوله‌های فولادی و اتصالات آن از استاندارد ۰۱,۰۱ ASMT استفاده میشود. جهت ساخت قطعات آهنگری از این استاندارد به شماره ۰۱,۰۵ ASTM استفاده میشود که فلنج‌های تولیدی آهنگری و اتصالات فولادی طبق همین استاندارد میباشد. این استاندارد در مورد آزمایشات مکانیکی و شیمیائی NDT و شناخت مصالح ساختمانی و شناخت محصولات و فرآورده‌های نفتی و رنگ و عایق و تولید شیشه ومواد پلاستیکی و غیره میباشد.

۷-۳ استاندارد ASME :

این استاندارد جهت کلاسه‌بندی فولادها و فلزات رنگی و بخصوص جهت کلاسه‌بندی الکترودها بکار برده میشود و الکترودهائی که جهت جوشکاری فلزات آهنی و فلزات رنگی بکار برده میشود مطابق همین استاندارد کلاسه‌بندی میشود. این استاندارد برای عملیات NDT جهت تولیدات فلزات نظیر ریخته‌گری و جوشکاری و نوردی و آهنگری مورد استفاده قرار می‌گیرد استاندارد مربوط به آزمایشات غیرمخرب ASME-SecV میباشد.از استانداردهای معروف این کد استاندارد ASME-Sec VIII برای تولید بویلر و مخازن تحت فشار مورد استفاده قرار می‌گیرد. این استاندارد در مورد ساخت نیروگاههای حرارتی و نیروگاههای اتمی و همچنین بازرسی مواد هسته نیز بکار میرود.

۷-۴ استاندارد ساخت مبدل‌های حرارتی:

مبدل‌های حرارتی طبق استاندارد TEMA طراحی و ساخته میشوند که TEMA علامت اختصاری Tubular Exchanger of Manufacturer Association است که در این استاندارد بازرسی و طراحی مربوط به ساخت مبدل‌های حرارتی قید گردیده است و برای ساخت و تولید مبدل‌های حرارتی باید از این استاندارد استفاده نمود.

۷-۵ استاندارد دین:

استاندارد دین جهت تولید فولادها و چدن و فلزات رنگی و کلاسه‌بندی الکترودها و ساخت مخازن و تولید لوله‌ها بطور کلی در مورد تمام مواد میباشد. فولادهای مربوط به ساخت و تولید فنرهای مختلف و برای مثال ساخت و تولید فنرهای دقیق مطابق استاندارد دین به شماره‌های ۱,۱۲۳۱ و ۱,۱۲٤۸ و ۱,۱۲۶۹ میباشد. فولادهائی که جهت ساخت مخازن تحت فشار بالا در استاندارد آلمانی بکار برده میشود فولادهائی به شماره ۱,۷۲۱۸ و ۱,۷۲۵۹ و ۱,۷۲۷۳ و ۱,۷۲۸۱ و ۱,۷۳۶۲ و ۱,۷۷۶۶ و ۱,۷۷۷۹ و ۱,۸۲۱۲ میباشند که این فولادها قابلیت جوشکاری خوبی را نیز دارا هستند. فولادهائی که در درجه حرارت بالا مثلاً در نیروگاههای حرارتی مورد استفاده قرار می‌گیرند که بعنوان مثال فولاد به شماره دین به شماره‌های ۱,۵٤۱۵ و۱,۵٤۲۳ و ۱,۶۳۶۸ بوده که این فولادها دارای عناصر آلیاژی از نوع مولیبدن و کرم است که این عناصر فولادهای مزبور را در مقابل درجه حرارتهای بالا مقاوم می‌نماید. فولادهای مقاوم در درجه حرارتهای پائین که قاعدتاً باید نیکل داشته باشد مطابق استاندارد دین با کُد و شماره دین ۱,۱۱۶۹ و ۱,٤۳۱۱ و ۱,٤٤۰۶ و۱,۷۲۱۹ است که این فولادها دارای تافنس (Toughness) خوبی هستند. لازم به یادآوری است که در این استاندارد خواص مکانیکی و آنالیز شیمیائی و تلرانس‌های مربوطه نیز قید گردیده است. این استاندارد در تمام موارد بکار برده میشود که جزو استانداردهای مهم دنیا است.

۷-۶ استاندارد فولادها در BS:

استاندارد BS جهت ساخت و تولید و ساخت مخازن و پیچ‌ها و بولت و مهره‌های استاندارد بکار میرود BS۵۵۰۰ برای ساخت مخازن ذخیره و BS۱۵۰۰ برای ساخت مخازن تحت فشار و BS۱۵۱۵ برای جوشکاری مخازن میباشد. BS ٤۹۹ جهت شناخت علائم جوشکاری در نقشه و همچنین معایب مربوط به جوشکاری می باشد . سابقاً استاندارد فولاد را در استاندارد BS با

علامت EN نشان میدادند که امروز فولادهای تولیدی را با عدد چهار رقمی مشخص می‌نمایند. سیم جوش‌های مورد استفاده در فرایند جوشکاری TIG با A۱۵ و A۱۶ و A۱۷ و A۱۸ و A۱۹ و A۳۲ و A۳٤ و A۳۵ نشان میدهند که عناصر آلیاژی فولادهای مزبور نیز در استاندارد مربوطه نوشته شده است. این استاندارد نیز در تمام موارد اعم از فلزی و غیرفلزی و بطور کلی در مورد تمام موادی که برای استفاده میباشد بکار میرود.

۷-۷- استاندارد EN :

امروزه در اتحادیه اروپا از استاندارد دیگری بنام EuroNORM استفاده میشود که مورد قبول اکثر کشورهای اروپائی است. لازم به ذکر است که در تمام دنیا بجای استاندارد سایر کشورها و ایزو از استانداردهای آمریکائی استفاده میشود.

سوالات فصل هفتم:

۱- کاربرد استاندارد ASME,ASTM در شناخت مواد و قطعات چیست

۲- استاندارد DINو کاربرد آن در تهیه فولاد را توضیح دهید

۳- استاندارد فولاد در BS را توضیح دهید

منابع و مأخذها Refrences

۱- AMS METAL HANDBOOK, Volume ۶ Welding & Brazing, SOLDERING.

۲- ASTM Volume ۰۱-۰۱ Steel, Piping & Fitting.

۳- ASME Sec VIII boiler & Pressure Vessels.

٤- Metallurgy for Engineers E.C.ROLLASON.

۵- ASTM Volume ۰۱,۰۱

۶- AMME SecVII boiler & Pressure Vessels Handbook