دوره های آموزشی

کنترل کیفی

PIPING

- فهرست مطالب

دوره QC

**مقدمه ای بر استخراج ، فرآیند و انتقال گاز طبیعی

۱)مشخصات فنی ، کد و استاندارد

۲)فلزات آهنی

۱-۲-علم مواد(متالوژی) و نمودار آهن _ کربن

۲-۲-سختی و سختی سنجی

۳-۲-عملیات حرارتی و نمودار TTT

۳)لوله و روش تولید لوله

٤)جوشکاری

۱-٤- روش جوشکاری

۲-٤- الکترودها و مشخصات فنی الکترود

۳-٤- عیوب جوش

٤-٤-مشخصات فنی دستورالعمل جوشکاری (فرم WPS)

٥-٤-درخواست کیفیت محصول (فرم PQR)

٦-٤-تست صلاحیت جوشکاران (فرم WQT)

٥)تستهای غیر مخرب (NDT)

مطالب درسی دوره آموزشی Q.C

۱) مشخصات فنی, کدو استاندارد.(CODE & STANDARD & Specification)

استاندارد: عبارت است از مطالبی که برای استفاده از قانون یا بر پایه مقایسه اندازه گیری یا قضاوت در موارد توان, محتوی,درصد,مقدار و یا کیفیت استفاده می شود.با وجود آنکه استاندارد را بعنوان مدرکی مجزا در نظر می گیریم ولی شامل کلیه مدارک مختلف که به صورت تلفیقی از کدها(CODES) و مشخصات(Specification) می باشد نام می بریم. که در ادامه خواهند آمد. که هر کشور با توجه به قوانین و ضوابط خاصی دارای استانداردهای خاص خود می باشد مانند:BS(استاندارد انگلستان),DIN (استاندارد آلمان), JIS (استاندارد ژاپن)و....

کد: قوانین موجود در استانداردها که در قالب یک مجموعه برای مراجعه آسان تهیه شده است را کد گویند.به عبارتی کد به مجموعه قوانین خاصی برای انجام کاری خاص گفته می شودکه ما ملزم به رعایت آن هستیم. پس با توجه به نوع پروژه و کار می توان از کد مورد نظر استفاده کرد.

برای مثال در صنعت نفت و گاز از استانداردهای زیر استفاده می شود:

API : American Petroleum Institute	انجمن نفت آمریکا
ASTM: American Society for Testing & Material	انجمن تست و مواد آمریکا
ASME: American Society Mechanical Engineers	انجمن مهندسین مکانیک آمریکا
ANSI: American National Standard Institute	موسسه ملی استاندارد آمریکا

*موسسه ملی استاندارد آمریکا که برای نظارت بر استانداردهای خاص مجزا از هم تشکیل شده به جهت اینکه همه استانداردهای آمریکا در زیر چتر آن قرار بگیرند.

AWS: American Welding Society

انجمن جوشکاری آمریکا که تمامی وسایل مربوط به جوش از آن استخراج می شود.

کدهای مربوطه به شرح زیر می باشد:

بعنوان مثالASME برای کاربردهای مختلف کدهایی را تدوین کرده است:

ASME/ANSI B 31.1: power piping لوله کشی نیروگاه

ASME/ANSI B 31.3 : chemical plant & Refinery-Petroleum

لوله کشی پالایشگاه و پتروشیمی و کارخانه های شیمیائی در داخل کارخانه یا به عبارتی برای piping

ASME/ANSI B31.4: pipeline ⟶For oil

ASME: B31.8 pipeline ⟶For Gas

خط لوله خارج از پالایشگاه و پتروشیمی

_Sec. I: power Boilers

_Sec.II: Material specification

_part A: Ferrous Mat.
_part B: Non Ferrous Mat.
_part c: welding Rods,Electrodes& Filler

_Sec III: Nuclear power component and structure

_Sec IV: Heating Boilers

_Sec V: NDE

_Sec VI: Recommended Ruler for face and operation of Heating Boilers

_Sec VII: Recommended Ruler for care of power Boilers

_Sec VIII: pressure vessels

_Sec IX: welding & Brazing Qualification

Sec X: Fiberglass Reinforced plastic pressure vessels

_SecXI: Ruler for in-service inspection of Nuclear power plant components.

*البته استانداردها ئی نیز وجود دارند که همانند کدها اجباری نیستند ولی اطلاعات مهمی را شامل می شوند. همانند
API RP(Recommended practice)

_ مشخصات فنی (.spec or specification)

مجموعه کد واستانداردهای مربوط به یک پروژه را .spec گویند یعنی موارد زیر:

۱- دستور العملهای خاص پروژه

۲-روش های هایدروتست(Hydro test)

۳- مواد و جنس و مشخصات و.....

پس به طور کلی .spec توصیفی دقیق و جزئی از یک کل می باشد.

نکات:

۱- با توجه به اینکه در plant ایمنی بیشتری بکار می رود پس B31.3 نسبت به B31.4,B31.8 ایمنی بالاتری دارد و سختگیری های آن بیشتر است.

۲-هر استاندارد با توجه به ضریب ایمنی تعریف شده در هر کشور تعریف می شود و برای مثال استاندارد آلمان (DIN) بسیار سختگیرتر از استاندارد آمریکا(ANSI) می باشد چرا که .S.F (Safety Factor) پائین تری داشته پس کار کردن با آن بسیار مشکل و نیازمند دقت بالا می باشد.

۳- ISO استاندارد جهانی می باشد که مخفف کلمات International Standard Organization می باشد.

۲)فلزات آهنی

۱-۲- متالورژی و دیاگرام آهن _ کربن

۱-۱-۲- فولاد کربنی ساده

همانطور که قبلا در بخش جنس لوله ها شرح داده شده فولاد فلزی یا ترکیب اولیه آهن و کربن که در آن مبحث آنرا به چهار دسته S.S, A.S, K.C.S (L.T.C.S), C.S تقسیم کردیم. باید دانست که میزان کربن در فولاد حداکثر ۲,۳ _ ۲ در صد می باشد.

یک تقسیم بندی برای فولاد کربنی بر اساس مقدار کربن بوده و به صورت زیر می باشد.

۱- فولاد کم کربن: $C\leq 0.3\%$

۲- فولاد با کربن متوسط : $0.3<C\leq 0.6\%$

۳- فولاد پر کربن: $C\geq 0.6\%$

حال اگر این میزان از۷۷ /۰(در صد یو تکتوئید) بیشتر باشد به آن فولاد ابزار (فولاد پر کربن) گویند. اما فولادها بطور عمومی دارای میزان کربن ۱ _ ۰۵ /۰ در صد وزنی می باشند.

اگر میزان کربن از ۲٪ بیشتر شود آلیاژ آهن _ کربن ما دیگر فولاد نام ندارد بلکه به آن چدن گویند میزان کربن چدن اصولا بین ۲ تا ٤ در صد وزنی می باشد.

در فولاد کربنی ساده دو عنصر گوگرد و فسفر به صورت نا خالص وجود دارد که حداکثر میزان آنها ۰٤ /۰ می باشد.

۲-۱-۲- ساختار وشبکه بلوری آهن (توضیح کامل , ساختار کریستالی جامدات و ...)

تمامی فلزات دارای شبکه بلوری مشخص و منظمی می باشند. این شبکه بلوری از کنار هم قرار گرفتن یک سری بلور واحد یا سلول واحد تشکیل شده است که این سلول واحد از یک آرایش ثابت و مشخص اتمها برای هر فلز بوجود آمده است.

شکل این سلول های واحد در شبکه بلوری آهن متغیر بوده و به صورتهای:

B.C.C(body center cubic)و F.C.C (face center cubic)

دیده می شود که این تغییرات شبکه به دلیل تغییرات دمائی فولاد می باشد پس فولاد یک ماده کریستالی است چرا که یک جامد است . از قرار گرفتن چندین کریستال یا سلول واحد در کنار یکدیگر دانه پدید

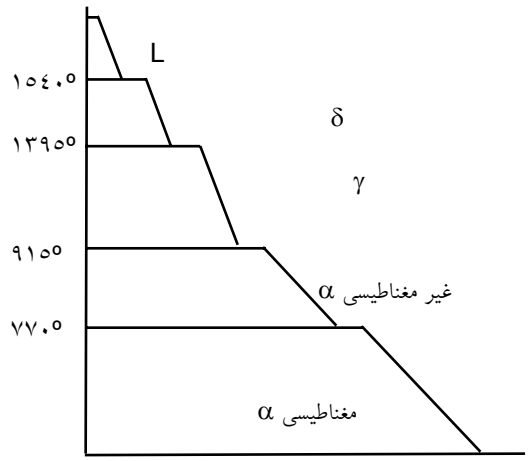
می آید که شامل کریستالی های هم جهت می باشد. از کنار هم قرار گرفتن این دانه ها یک فلز تشکیل

می شود. که اندازه این دانه تاثیر بسیار مهم و بزرگی بر خواص مکانیکی فولاد مورد نظرهمانند استحکام ,سختی و ...دارد.

۳-۱-۲- تغییرات آلوتروپیک و دیاگرام فازی آهن _ کربن

تغییرات b.c.c به f.c.c را تغییر آلوتروپی و دمای مربوط را دمای انتقال (Transformation Temperature) می نامند . باید توجه کرد میزان حل شدن کربن در آلوتروپی های مختلف متفاوت است.

_نمودار تغییرات آلوتروپیک آهن به شرح زیر است.



_ در صورتی که سطح فلز را صیقل داده و سپس با یک محلول خورنده (که در فولادها معمولا ترکیب الکل و ۵٪ وزنی اسید نیتریک می باشد که به آن نیتال (Nital) گویند) سطح آن را شسته و بدلیل عامل خوردگی دانه بندی آن مشخص می شود. باید توجه داشت که ساختار های مختلف یا به عبارتی فازهای مختلف شکل های ظاهری متفاوتی دارند.

اگر بخواهیم فازهای مختلف را بر اساس تغییرات دما و میزان کربن در یک دیاگرام رسم نمائیم دیاگرام آهن _ کربن که شامل فولاد و چدن می باشد را خواهیم داشت.

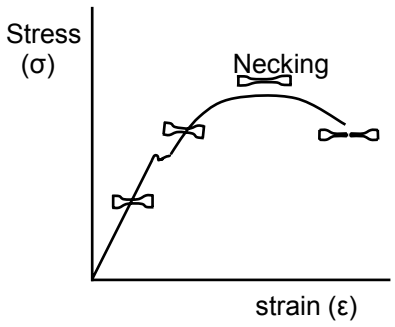
_ وقتی که فولاد آهسته و آرام سرد یا گرم شود به آن انتقال تعادلی (Equilibrium Transmition) گویند چرا که زمان کافی برای سرد شدن موجود است.

۲-۲- سختی و استحکام (Strength & Hardness)

۱-۲-۲- استحکام تسلیم و کششی(Yield & Tensile Strength)

فولاد دارای رفتار الاستیک (قابل برگشت) و پلاستیک (برگشت ناپذیر) می باشد . استحکام تسلیم , استحکامی است که در آن فولاد از حالت الاستیک به پلاستیک می رسد یعنی اگر نیروی بیشتری به آن وارد کنیم و تغییر فرم پلاستیک بدهد دیگر به حالت اولیه باز نمی گردد.

اما استحکام کششی استحکامی است که در هنگام کشیدن نمونه توسط دستگاه کشش بدست می آید و آن جایی است که نمونه شروع به گردنه شدن(Necking) می کند. یعنی سطح مقطع نمونه کاهش پیدا می کند.



۲-۲-۲- سختی و سختی پذیری (Hardness & Haredenability)

به طور کلی سختی را می توان با معیارهای عدم نفوذ و سایش و... بیان نمود,اما بطور دقیق با دو معیار زیر مشخص می شود:

الف_ در شرایط ساکن با اعمال نیروی استاندارد ساچمه ای با شکل ظاهری و ابعاد مشخص به داخل نمونه مورد آزمایش نفوذ می کند, مقاومت آلیاژ در برابر نفوذ که با توجه به عمق نفوذ سنجیده می شود معیار سختی می باشد.

ب_ چکشی که در آن ساچمه ای تعبیه شده است در شرایط سقوط آزاد رها شده و پس از برخورد به قطعه باز می گردد که میزان بازگشت (ارتفاع بازگشت) معیاری از سختی است.

این تست می تواند توسط تنها یک ساچمه که از ارتفاع رها می شود و میزان بازگشت آن و نیز ضربه چکش در راستای زاویه ای و بازگشت زاویه ای آن و بدست آوردن میزان سختی انجام شود.

در ذهن عامه سختی به ظرفیت نسبی ماده در مقابل نفوذ و خراش برداشتن ویا برعکس ایجاد خراش و نفوذ به ماده دیگر گویند.

سختی پذیری: بصورت بسیار کلی سختی پذیری عبارت است از توانایی و قابلیت سخت شدن یک آلیاژ اما در حقیقت سختی پذیری به ظرفیت سخت شدن یا عمق سخت شدن مربوط می شود.

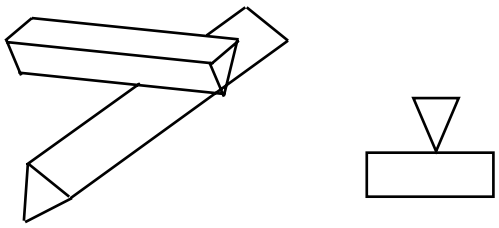
بیشترین میزان سختی را در صد کربن کنترل می کند اما آنچنان در سختی پذیری تاثیری ندارد و به همین علت فولادهای ساده کربنی سختی پذیری خوبی ندارند اما به هر حال هر چه میزان کربن بالاترباشد به سختی بالاتری دست

پیدا می کنیم.بیشترین تاثیر را در سختی پذیری عناصر آلیاژی خواهند داشت و بیشترین سختی بدست آمده به جرم و قطر فلز مربوطه بستگی دارد.

روش های سختی سنجی و معیارهای سختی را می توان به صورت زیر دسته بندی نمود:

۱-۲-۲-۲- ریومر(Reaumur)

اولین روش در سال ۱۷۷۲ توسط آقای ریومر به شکل به شکل دو منشور و با مقطع مثلث بوجود آمد.



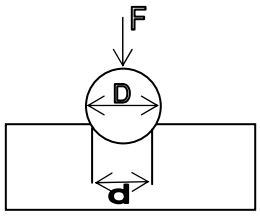
۲-۲-۲-۲- برینل (HB)

این روش توسط نفوذ یک کره سخت در قطعه محاسبه می شود.در این روش تا حدود HB ٤٤٤ را اندازه گیری می کنند که برای گلوله های با قطر کمتر از mm ۹-۲ می باشد. در روش برینل معیار سختی قطر فرو رفتگی دایره ای شکل بر روی قطعه می باشد.

F: نیروی وارده بر حسب kgf

D: قطر ساچمه بر حسب mm

d : قطر عرقچین فرو رفته بر حسب mm



$$HB=\frac{F}{\frac{\pi D(D-\sqrt{D^2-d^2})}{2}}$$

اما مشکلات این روش به این صورت است که:

۱- اجسام سخت را نمی توان سختی سنجی کرد زیرا خود کره تغییر فرم می دهد.

۲-تا حدودی روش مخربی است.

۳- زمان بر است.

٤- برای صفحات نازک قابل استفاده نیست.

نکات مهم در این روش عبارتند از:

برای فلزات آهنی نیروی kg f ۳۰۰۰ و برای فلزات غیر آهنی kgf ۵۰۰ بکار می رود. زمان نگاهداری زیر نیروی مزبور برای فلزات نرم sec ۳۰ و برای فلزات سخت sec ۱۰ می باشد.

برای لوله های معمولی C.S مقدار سختی حدود HB ۱۷۰-۱۵۰ می باشد که اگر این مقداربیشتر شود و به HB >۲۰۰ برسد باید حتما آنرا تنش زدائی کرد.

۳-۲-۲-۲- راکول (HB)

در این روش که معمولا مخروط یا هرم (با زاویه راس ۱۲۰°) استفاده می شود, عمق فرو رفتگی میزان سختی را مشخص می کند. در این روش با توجه به تغییرات: ۱- نیرو ۲- نوع ساچمه استفاده شده

می توان دسته بندی متفاوتی برای این روش در نظر گرفت, همانند HRA,HRB, HRC که می توان آنها را بر اساس جداول موجود به یکدیگر تبدیل کرد.

٤-۲-۲-۲- ویکرز (HV)

روش دیگری که برای اجسام نازک کار برد دارد روش ویکرز می باشد که در اینجا زاویه ذکر شده در مورد ساچمه برابر ۱۳۵° می باشد و نیروی وارده می تواند kgf ۱۲۰-۱ باشد.

از نظر مقایسه با راکول کمتر رایج بوده و زمان بیشتری نیاز دارد ولی همانند روش برینل بر اساس قطر مقطع فرو رفته سنجیده می شود (مربع شکل و قطر مربع معیار سختی است)

۵-۲-۲-۲- روش اسکلرو سکوپ

این روش برای قطعاتی است که بزرگ و غیر قابل حمل هستند و باید در محل (نصب یا کار) تست شوند وبرای این منظور چکشی از ارتفاع رها شده و میزان بازگشت آنرا محاسبه می کنیم و سختی قطعه بدست می آید.

۶-۲-۲-۲- آزمایش میکروسختی

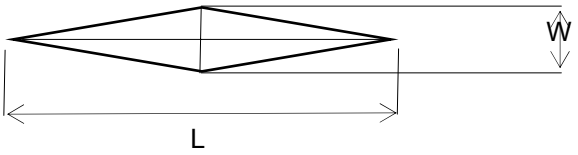
این روش که روش دقیقتری نسبت به ما بقی روشها می باشد, می تواند حتی سختی فازهای مختلف را نیز اندازه گیری نماید. وزنه بکار رفته از یک گرم یا یک کیلو گرم بوده و غالبا از وزنه های gr ۱۰۰-۵۰۰ استفاده می شود. واژه میکروسختی به دلیل کوچک بودن ساچمه بکار رفته می باشد ونه بدلیل کم بودن وزنه های مورد استفاده.

کاربرد:

- اندازه گیری سختی قطعاتی که ظریف و کوچک بوده و با موارد دیگر قابل اندازه گیری نمی باشد.
- اندازه گیری سختی قطعاتی که نازک می باشند و با موارد دیگر قابل اندازه گیری نمی باشد.
- اندازه گیری سختی ساختارهای میکروسکوپی.
- اندازه گیری سختی پوشش ها و سطوح پوشش شده.
- اندازه گیری سختی لبه ها .

۷-۲-۲-۲- نوپ (HK)

از ساچمه نوپ با زوایای طولی ۱۷۲,۵° و زاویه عرضی ۱۳۰° استفاده می شود که اثرش یک لوزی با قطرهای کوچک (W) و بزرگ (L) می باشد و با توجه به رابطه زیر محاسبه می شود.



$$HK = P/A = \frac{P}{CL^2} \qquad kgf$$

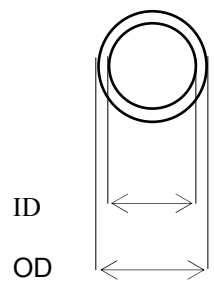
تفاوت مهمی که با روش ویکرز دارد در این است که : در سختی نوپ فقط قطر بزرگ اندازه گیری می شود که طول بیشتری نسبت به میانگین دو قطر مقطع در روش ویکرز دارد (که باید میانگین آنها در قطر گرفته شود) و در نتیجه خطای اندازه گیری کمتر است.

۳-۲-عملیات حرارتی و دیاگرام TTT (Time Temperature Transformation)

به منظور رسیدن به خواص بهینه در فولاد می توان با انجام عملیات خاص حرارتی یعنی گرم کردن تا دمائی مشخص و نیز سرد کردن با سرعتی مشخص به مقصود نائل شد. به این ویژگی عملیات حرارتی گویند که در مورد فولاد ها و چدن ها بسیار وسیع و گسترده است که دارای انواعی می باشند.

۳)لوله و روشهای تولید لوله و اتصالات

یک لوله با توجه به شکل زیر دارای مشخصاتی از قبیل اندازه (size) ,جنس(.Mat) می باشد.



۱-۳- ابعاد لوله

لوله ها به طور عموم با طول ٦و١٢ متر ساخته می شوند.

از نظر قطر, لوله ها دارای سه پارامتر ضخامت(wall thickness) , قطر داخلی یا قطر آبدهی (ID) و قطر خارجی (OD) می باشند.

نامگذاری قطر داخلی لوله آنچنان مهم نیست و برای معرفی لوله از اندازه اسمی(NPS(Nominal pipe size و ضخامت لوله استفاده می شود.

۱-۱-۳- ضخامت

در استاندارد API ضخامت لوله به سه دسته XXS, XS, Std تقسیم می شوند که تمامی لوله ها با هر ضخامتی در یکی از این سه دسته قرار می گیرند.

Std : Standard weight	t ≤ 0.375 inch
XS : Extra Strong	t ≤ 0.500 inch
XXS : Double Extra Strong	t ≤ 1.000 inch

پس به جهت اینکه بتوان لوله ها را در دسته بندی بهتر و کوچکتری جای داد و نیز اینکه در ساخت لوله و همینطور استاندارد ضخامت آن بتوان خدمات بهتری را به مشتری ها ارائه کرد از یک دسته بندی جدید استفاده شد که در آن کلیه ضخامت ها در ۱۱ دسته تقسیم بندی می شود. این تقسیم بندی جدید و مفید توسط ASTM انجام شد. گروهای ضخامتی نامبرده شده را Schedule گویند که شامل گروه های زیر است.

SCH.

5 10 20 30 40 60 80 100 120 140 160

هر چه این اعداد بیشتر شوند نشان دهنده بالاتر بودن ضخامت یا گوشت لوله است البته ذکر این نکته ضروری است که sch 5 فقط برای فولادهای ضد زنگ بکار می رود.

۲-۱-۳- اندازه اسمی NPS

این اندازه نه قطر خارجی لوله و نه قطر داخلی لوله و نه متوسط می باشد اما برای لوله های با قطر بالاتر از"12 (از "14 به بعد) اندازه اسمی با قطر خارجی یکی می شود.

قطر لوله ها در اندازه های زیر موجود می باشند.

1/8 , 1/4 ,3/8 ,1/2 , 3/4 ,1 , 1 ¼ , 1 ½ , 2 , 2 ½ ,3 , 3 ½ , 4 , 5 , 6 , 8 , 10 , 12 , 14 , 16 ,

18 , 20 , 22 , 24 , 26 , 26 , 28 , 30 , 32 , 34 , 36 , 38 , 40 , 42 , 44 , 46 , 48 , 52 , 56 , 60 , 64 , 68 , 72 , 76 , 80

برای مثال در لوله "6 ابعاد به شرح زیر می باشند:

NPS : 6" ⟶ OD = 6.025"

NPS : 12" ⟶ OD = 12.750"

باید توجه داشت که برای یک اندازه لوله ضخامتهای متفاوتی موجود می باشد که در اینصورت با افزایش ضخامت قطر داخلی یا آبدهی لوله کوچکتر می شود زیرا همواره در یک اندازه اسمی قطر خارجی لوله ثابت است.

در اندازه های استاندارد ذکر شده در بالا سه دسته بندی وجود دارد:

۱- common order ⟵ لوله هائی که در هر کارخانه ای تولید می شود ⟵ آنهائی که sch دارند.

۲- regular order ⟵ ما بقی لوله ها جزء این دسته هستند و قیمت بالابری نیز دارند ⟵ در جداول بدون sch هستند.

۳- special order ⟵ سفارشات خاص برای استفاده های خاص ⟵ در جداول نیستند.

(تفاوتsch و xs ... و صرفه اقتصادی و توضیح راجع به common وspecial و دلایل استفاده+ فرمول های بدست آوردن ضخامت و ... + انتخاب ضخامت) تمامی این جداول در کتاب TC موجود می باشد.

۳-۲- جنس لوله (Petroleum Material)

لوله ها می توانند دارای جنس های متفاوتی از قبیل فولاد, مس , نیکل , آلومینیوم و... باشند ولی از لحاظ دسته بندی , لوله های فولادی به چهار دسته تقسیم می شوند.

بطور کلی فولاد به ترکیب آهن (Fe) و کربن(C) گویند که دارای ناخالصی های فسفر(p) و گوگرد(S) و... و نیز در صورت نیاز دارای آلیاژهای خاصی می باشد.

۱-۲-۳- لوله های فولاد کربنی ساده CS.(Carbon steel)

مطابق تعریف به فولاد در صورتی کربنی ساده گویند که میزانی برای عناصر آلیاژی همچون AL و BوCrو Co Mo و NiوTi و W وVوZr ذکر شده باشند.

Cu ≤0.6 Si≤ 0.6 Mn≤ 1.65

در کلیه فولادهای کربنی مقدار کمی از عناصرهای مطلوب باقیمانده یافت می شوند. این عناصر عبارتند از: Cu, Ni , Mo, Cr و غیره. این عناصر, جزئی هستند و معمولا ذکر نمی شوند. این فولادها در سرویس های معمولی کار برد دارد.

۲-۲-۳- فولادهای کربنی آرام یا کشته یا اکسیژن زدائی شده L.C.T.S (low or K.C.S(Killed carbon steel) Temperature carbon steel)

اگر فولاد کربنی کاملا اکسیژن زدائی شده باشد در این صورت قابلیت کار در دمای پائین را داشته و به همین دلیل به آن فولاد K.c.s گویند و در سرویس های سرد کاربرد دارد.

۳-۲-۳- فولادهای آلیاژی A.S.(Alloy steel)

حال اگر میزان عناصر موجود به صورت زیر تغییر کند:

Cu ≥ 0.6 Si ≥ 0.6 Mn ≥ 1.65

و نیز جهت بهبود خواص فولاد, عناصر آلیاژی به آن اضافه شود, به این فولاد آلیاژی گویند, که دارای استحکامی بالاتر و خواصی مطلوب که مورد نظر باشد خواهد بود, که در سرویس های نیازمند به استحکام بالاتر استفاده می شود.

٤-۲-۳- فولاد ضد زنگ (S.S.(stainless steel

عنصر کرم اساس افزایش مقاومت به خوردگی است. کرم در اندازه های کم (0.1%) نیز فولاد را به خوردگی مقاوم می کند ولی در مقادیر بالای ۱۱٪ این اثر بسیار شدید بوده و می توان فولاد را ضد زنگ نامید.

البته نکته مهم این است که در صد کربن باید حتما از مقدار مشخص کمتر در غیر اینصورت بالا بودن میزان کرم نمی تواند ضد زنگ بودن فولاد را تضمین کند. (توضیح دلیل متالوژیکی) این میزان کربن حداکثر برابر 0.008٪ می باشد و هر چه کمتر باشد اثر مقاومت به خوردگی بالاتری دارد.

این لوله ها در سرویس های خورنده اسیدی و در دمای بالا کاربرد دارند.

۳-۳- رنگ لوله ها colour codes

برای شناسائی لوله ها در ظاهر از رنگهای خاصی استفاده می شود, برای مثال :

Pipe Colour Coding for Pipe Materials		
Materials	Mat'l Specs	Colour Coding
Carbon Steel	API 5L Gr B A105 A234 Gr WPB	None برای سرویسهای معمولی
Carbon Steel	A106 Gr B	White
Carbon Steel (SSCC) "Class+Suffix-N"	API 5L Gr B A234 Gr WPB A105	Red برای سرویسهای آلکالینی
Carbon Steel (SSCC+ HIC) "Class+Suffix-S"	API 5L Gr B A234 Gr WPB A105	Yellow برای سرویسهای بسیار خورنده
LTCS Carbon Steel	A333 Gr 6 A420 Gr WPL6 A350 Gr LF2 A671 CC65	Light Green سرویسهای سرد
LTCS Carbon Steel (SSCC+HIC)	A333 Gr 6 A420 Gr WPL6 A350 Gr LF2 A671 CC65	Blue سرویسهای سردو بسیار خورنده
Alloy Steel	A335 Gr P11 A691 Gr 1.25 cl 22 A234 Gr WP11 A182 Gr F11 cl 2 A387 Gr 11 cl 2	Plum
Stainless Steel	A312 Gr TP304L A358 Gr TP304L A403 Gr WP-S304L/ WP-WX 304L A182 Gr F304L A240 Gr TP304L	Light Blue
	A312 Gr TP321 A358 Gr TP321 A403 Gr WP-S321L/ WP-WX 321L A182 Gr F321 A240 Gr TP321	None
Duplex	A790 S32750, A928 S32750 A182 F53, A815 UNS32750 S/WND GRAPH 98% S32750 IN- OUT/R GSKT	Green
Copper-Nickel		None
Galvanised-Carbon Steel		

Colour Coding for Pipe Thickness		
Materials	Pipe Schedule	Colour Coding
C.S. + A.S.	S-10	White
	S-20	Brown
	S-30	Orange
	S-40	None
	S-60	Blue
	S-80	Red
	S-100	Green
	S-120	Purple
	S-140	Light Green
	S-160	Plum
	XS	Yellow
	XXS	Light Blue
	STD	Black
S.S.	10S	White
	40S	Brown
	80S	Red
	XS	Yellow
	STD	None
S.S.	10S	White
	40S	Brown
	80S	Red
	XS	Yellow
	STD	None

for material

For thickness

لوله های گالوانیزه و مس _ نیکل هم بدون رنگ می باشند که این لوله ها با قطرهای پائین برای سرویس آب و Utility استفاده می شود. البته جدول رنگ لوله ها نیز در ادامه آمده است.

٤-٣- روشهای ساخت لوله و اتصالات

لوله ها از لحاظ شکل ظاهری تولید به دو دسته , لوله های با درز (Seam Weld) و بدون درز (Seamless) دسته بندی می کنند که بطور مسلم طریقه ساخت آن مشکل تر و دارای هزینه بالاتری خواهد بود و از طرفی به دلیل عدم وجود درز جوش دارای استحکام بالاتر و بیشتری نسبت به ابعاد یکسان با لوله با درز خواهد بود.

١-٤-٣- لوله های با درز (Seam Weld)

بطور کلی این لوله ها از لوله کردن ورق های با ابعاد و ضخامت های مختلف و در نهایت جوشکاری درز آن به روش های مختلف تولید می شوند. این لوله ها عموما در قطرهای بالا موجود می باشند.

١-١-٤-٣- لوله های جوشکاری شده به روش مقاومتیElectrical Resistance Welded Pipe

در این روش ورق مورد نظر در ایستگاه های مختلف خط نورد از عرض ورق خم شده تا در نهایت به یک لوله با درز باز تبدیل می شود در این حالت درز لوله که در بالا قرار گرفته است توسط روش ERWP جوشکاری می شود. به این ترتیب که درز توسط یک سیم پیچ فرکانس بالا بشدت گرم شده و توسط نیروی غلتکها در یکدیگر فرو رفته و باعث ایجاد یک خط جوش منظم خواهد شد. این پروسه بصورت اتوماتیک و پیوسته انجام شده و سپس لوله ها برش خورده و لبه های آنها آماده سازی می شود. در انتهای خط تولید نزدیک تیغه الماسه سطح زیر جوش را پرداخت می کنند.قطر این لوله نسبتی از عرض ورق می باشد (نسبت ה)

٢-١-٤-٣- لوله های با درز مارپیچ (Spiral Pipe)

برای ساخت این نوع لوله ها ورق را از طول به صورت مارپیچ خم کرده و درز لوله را جوش می دهند. در حقیقت خط جوش این لوله ها مارپیچی است و در نتیجه نسبت به لوله های با درز جوش مستقیم طول بیشتری دارد و به همین دلیل می تواند دارای عیوب جوشی بیشتری باشد. اما به دلیل عدم تاثیر عرض ورق در قطر لوله می توان از ورقهای با عرض کم لوله های با قطر بالا تولید نمود.

این لوله ها دارای خواص زیر هستند (نسبت به لوله های با درز مستقیم):

١- استحکام بالاتری داشته چرا که تنش وارده روی یک درز جوش مایل وارد می شود.

٢- با ورق های کم عرض می توان قطرهای بزرگ را بوجود آورد.

٣- چون طول جوش بیشتری دارد ضریب ساخت آن 0.85 می باشد (در لوله های با درز مستقیم ضریب ١ است)

٤- در هنگام نصب لوله بر روی ساپورت ها بدلیل ثابت بودن فاصله ساپورت ها خط جوش مارپیچی مشکل ساز می شود.

٣-١-٤-٣-روش جوشکاری زیر پودری SAW

در این روش خط جوش به روش SAW جوشکاری شده و به همین دلیل این عمل در قسمت فوقانی لوله و بصورت تخت انجام می شود . در انتهای خط تولید نیز گرده جوش پرداخت می شود.

٤-١-٤-٣- فرآیند تولید پیوسته (Continuous Welded Pipe)

اگر پس از تولید ورق (که توسط نورد و در دمای بالا انجام می شود) در دمای بالا بطور پیوسته و ممتد ورق گرد شده و فشار توسط غلتکها به آن وارد شود لبه ورق به هم متصل شده و لوله پدید می آید.

٥-١-٤-٣- فرآیند تولید کوره ای توسط جوش لب به لب (Furnace Butt-weld)

در این حالت لوله قبل از رسیدن به مرحله فشردن توسط غلتک وارد یک کوره شده (به دلیل پائین بودن حرارت لوله) و به نقطه خمیری (Sinter) می رسد . البته در این حالت برای جلوگیری از ایجاد تنش پسماند کل لوله را گرم می کنند ولی لبه های مورد نظر را به حد خمیری می رسانند.

تفاوت این روش با روش پیوسته در این است که می توان پس از سرد شدن کامل قطعه آنرا دوباره گرم کرد.

۲ـ٤ـ۳ـ لوله های بدون درز (Seam less)

این لوله ها از یک قطعه فولادی به صورت یک تکه ساخته می شوند و بدلیل نداشتن درز جوش استحکام بالاتری داشته و در قطرهای پائین موجود می باشند چرا که ساخت لوله های با قطر بالا به صورت بی درز بسیار مشکل و نیاز به هزینه بالائی دارد. در ایران برای اولین بار این لوله توسط یک شرکت آلمانی در نورد لوله اهواز در دو مرحله خشن کاری (Rough) و ظریف کاری (Finishing) ساخته شد. در مرحله اول لوله شکل اولیه را گرفته و در مرحله دوم به کیفیت سطحی و دقت ابعادی مورد نظر خواهد دسید. این لوله ها در ایران به نام لوله های „ مانسمان „ هم نامیده می شوند که از نام آلمانی سازنده مشتق شده است.

اما برای ساخت اتصالات (Fitting) که بدون درز هستند از روش های متفاوتی استفاده می شود.

۱ـ۲ـ٤ـ۳ـ استفاده از مندرل

یکی از روشهای ساخت زانوئی (Elbow) می باشد که در این روش یک سنبه یا مندرل به همراه یک لوله وارد یک قالب شده و زانوئی تولید می شود. این شکل دهی در دمای بالاست و اگر دما در تمام قسمتها یکی باشد ممکن است به دلیل شکل خاص زانوئی تغییرات ضخامتی داشته باشیم به همین دلیل باید آنرا بصورت موضعی گرم کرد. در این روش تا اندازه ″۲٤ را می توان تولید کرد ولی در کل روش زیاد جالبی نیست.

۲ـ۲ـ٤ـ۳ـ آهنگری (Forging)

با استفاده از یک قالب فنری و دو سنبه در طرفین و کوبش دو سنبه در درون قالب که شکل زانو ئی در درون آن تعبیه شده است زانوئی مورد نظر بدست می آید . یکی از بهترین روش های تولید می باشد چرا که در آهنگری قطعه ای یکنواخت وبا استحکام بالا بدست می آید.

۳ـ۲ـ٤ـ۳ـ ریخته گری دقیق (Investment Casting)

ابتدا شکل دقیق قطعه را در داخل قالب گچی ایجاد کرده و موم مذاب را در آن می ریزیم تا شکل مدل مومی کامل شود سپس این مدل مومی را در یک قالب ماسه ای قالبگیری کرده و آنرا گرم می کنیم تا موم مذاب خارج شود سپس عملیات ریخته گری را انجام می دهیم.

٤ـ۲ـ٤ـ۳ـتزریق در قالب فلزی(Die Casting)

این روش همانند روش قبلی می باشد با این تفاوت که مواد مذاب با فشار در قالب تزریق شده و شکل قطعه را بوجود می آورد. برای قطعات کوچک تا قطر حداکثر ″۸ بکار می رود.

٥ـ۲ـ٤ـ۳ـ آهنگری همراه با جوشکاری

همانند روش آهنگری است،با این تفاوت که به دلیل بالا بودن ابعاد به پرس های سنگین جهت آن نیازمندیم و باز به همان دلیل امکان عدم اتصال کامل در لبه ها وجود دارد که باید درز قالب یا اتصال را جوشکاری کرد.

_ در تمامی روش های بالا باید توجه کرد که گرده جوش در نهایت تحت عملیات نهائی پرداخت قرار می گیرد.

_ ذکر این نکته ضروری است که لوله های بی درز حداکثر تا قطر ۱٦_۱۲ اینچ تولید می شوندو لوله های با درز از حداقل قطر ۱٦_۱۲ اینچ به بالا تولید می شوند. البته باید توجه داشت که در کشور کره لوله بی درز تا قطر ٤۲ اینچ هم گرازش شده است.

٤)جوشکاری Welding

برای اتصال مواد فلزی به یکدیگر از روشهای متفاوتی با خواص متفاوتی با توجه به نوع کار استفاده می شود که عبارتند از: جوشکاری (Welding) , لحیم کاری نرم (Soldering) , لحیم کاری سخت(Brazing) , چسب کاری (Adhesive Bonding) و اتصال مکانیکی(Mechanical Joining) . اما هدف ما در اینجا معرفی جوشکاری و روشهای متداول آن می باشد.

۱-٤- روش های جوشکاری Welding Procedure

اساس تقسیم بندی روش های جوشکاری بر اساس: حالت ماده درحین جوشکاری (جامد-مایع), میزان استفاده از حرارت و فشار خارجی و نیز استفاده از مواد پرکننده(Filler Metal) می باشد.

بر این اساس تقسیم بندی کلی روشهای جوشکاری و لحیم کاری بصورت زیر می باشد:

۱-۱-٤- حالت مایع یا ذوبی (Fusion . W) ⟵ شعله ای و قوس الکتریکی و مقاومتی.

۱-۲-٤- حالت جامد غیر ذوبی (Solid State . W) ⟵ التراسونیک, انفجاری, اصطکاکی.

۱-۳-٤- حالت مایع/جامد(Liquid/Solid State .W) ⟵ لحیم کاری سخت ونرم و اتصال چسبی.

۱-۱-٤- جوشکاری ذوبی Fusion Welding

این روش ها که بیشترین کاربرد را در صنایع امروزی دارند بر مبنای ذوب فلز جوش شونده و یا جوش دهنده و یا ذوب همزمان آنها می باشد. استحکام جوش بدست آمده پس از انجماد باید حداقل برابر استحکام فلز پایه باشد. در مواردی که از فلز پرکننده استفاده نمی شود. جوش را, خود جوش یا Autogenous می نامند. این دسته شامل روش های متفاوت ومهمی است که به آن می پردازیم.

قبل از شروع بحث نیاز است که اصل بوجود آمدن یک جوش که از لحاظ کیفی و کمی در حد بالائی می باشد را بررسی می کنیم.

۱- طراحی محصول (Design)

۲- انتخاب مواد(Metallurgy)

۳- انتخاب فرآیند جوشکاری

٤- تهیه دستورالعمل جوشکاری WPS

٥- کنترل که شامل موارد موارد مهم و اساسی زیر می باشد:

الف- آزمایش مواد اولیه بصورت غیر مخرب و چشمی(Visual Test)

ب- تائید دستورالعمل جوشکاریPQR بصورت مخرب(Destructive Test)

ج- تائید پرسنل جوشکارWPQ

د- کنترل های کمی و کیفی حین کار

ه- بازرسی و تائید نهائی محصول بصورت مخرب و غیر مخرب NDT

۱-۱-۱-٤- جوشکاری به روش شعله ای (OFGW(Oxyfuel Gas . W

اساس این روش بر پایه انررژی حرارتی حاصل از سوختن یک گاز سوختنی به همراه اکسیژن می باشد.

در این روش که به نام جوشکاری اکسی استیل (oxy acetylene) هم معروف است از گاز سوختنی استیل استفاده می شود که طبق واکنش زیر سوخته می شود و حرارتی در حدود ۳۳۰۰ c^o ذ وب فلز پایه (Base Metal) ایجاد می کند:

a) $C_2H_2 + O_2 \longrightarrow H_2 + 2CO + Heat$ (⅓ Required Heat)

b) $2CO + H_2 + 3/2\ O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O + Heat$ (3/2 Required Heat)

که واکنش (a) در مخروطی میانه شعله و واکنش (b) در نوک مخروطی میانه انجام می شوند.

نسبت سوخت به اکسیژن مهمترین مساله در تولید حرارت و نوع شعله است بطوریکه:

نسبت سوخت / اکسیژن	نوع شعله
۱:۱	خنثی
>۱	احیائی
<۱	اکسیدی

شعله اکسیدی بشدت برای فولادها مضر است ولی برای مس و آلیاژهای آن مناسب است زیرا یک لایه سرباره (Flux) محافظ بر روی حوضچه مذاب تشکیل می شود.

شعله احیائی درجه حرارت پائین تر و برای فرآیندهای لحیم کاری سخت نرم مورد استفاده می باشد.

- معمولا برای ضخامتهای کم (حداکثر mm ٦) پس برای ورق های نازک مناسب است.
- مناسب کارهای تعمیراتی
- پخش بودن شعله اعوجاج (distortion) ایجاد می کند.
- شعله محافظ نداشته و بطور کلی عیوب فراونی ایجاد می شود.
- منطقه متاثر از جوش HAZ (Heat effected zone) بزرگتری داشته و در نتیجه عیوب آن بیشتر است.

٢ـ١ـ١ـ٤- جوشکاریهای قوسی با الکترود مصرف شونده (Consumable Electrode)

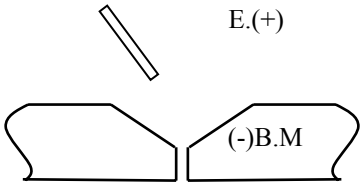
در روشهای قوس الکتریکی حرارت مورد نیاز توسط انرژی الکتریکی (Arc . W) از طریق یک قوس الکتریکی که بین الکترود که در اینجا ذوب شده و دو نقش الکترود و پر کننده را بر عهده دارد و نیز فلز پایه ایجاد می شود, تامین می گردد.

- در این روش ها ولتاژ بطور عمومی باید پائین باشد (مگر در حالتهای خاص همانند روش زیر پودری) و در حدود ١٨ـ٣٠v می باشد,تا خطر برق گرفتگی از بین رود.
- میزان جریان متغیر و تا A ١٠٠٠ نیزمی باشد.
- دمای قوس حدود c ° ٥٠٠٠ می باشد که در روش های خاص به c ° ٣٠٠٠٠ هم می رسد.
- انرژی بوجود آمده شامل ٢٠٪ تشعشع و ٨٠٪ حرارت می باشد.

١ـ٢ـ١ـ١ـ٤- جوشکاری قوسی با الکترود روپوش دار یا الکترود دستی (.w SMAW(Shielded Metal Arc یا (.w MMAW(Manual Metal Arc

در این روش از یک الکترود روکش دار که شامل مفتول فلزی و روکش می باشد جهت ایجاد قوس استفاده می شود.

- از برق AC یا DC استفاده می شود. در جریان DC به علت ثابت بودن جریان قطب مثبت ⅔ قطب منفی گرم می شود. در این روش الکترود قطب مثبت است (٩٥ ٪) و قطعه کار منفی , پس الکترود گرمتر شده, زود تر ذوب می شود ودر نتیجه نفوذ بیشتری خواهد داشت.اما اگر الکترود منفی باشد E.(+)



دیگر نفوذ زیاد نداریم و در حقیقت هیچگاه مشکل شره کردن جوش

(Excess) را نخواهیم داشت, که در این حالت رنگ قوس کمی آبی رنگ می باشد

,و فرضا اگر gap توسط filler زیاد در نظر گرفته شده باشد

برای جلوگیری از ریختن جوش ممکن است جوشکار الکترود

منفی استفاده کند که عمل درستی نمی باشد. جریان DC توسط دستگاه یکسو کننده (Rectifier) بوجود می آید. در این روش بدلیل وجود گازهای کم محافظ (Shielded gas) ناشی از روکش الکترود طول قوس باید حتی الامکان کوتاه باشد تا نفوذ هوا به محیط جوش و حوضچه به حداقل برسد. پس به جوشکار ماهرتری نیازمندیم.

- سرباره که معمولا به جذب آلودگی ها و ناخالصی هائی همانند گوگرد و فسفر کمک می کند براحتی جدا نمی شود.
- طول الکترودها mm ٥٠٠ـ١٥٠ و قطر آن در حدود mm ٨ـ١,٦ می باشد (البته طول و قطر الکترود با یکدیگر رابطه دارند.)
- پهنای گرده باید در حدود ٣ـ١,٥ برابر قطر الکترود باشد.
- در همه حالات جوشکاری میسر است.
- قابل حمل ونقل به دلیل ساده بودن تجهیزات
- با تغییر الکترود و تغییر شرایط حوضچه مذاب می توان مواد فلزی مختلفی را جوشکاری نمود .
- ارزان است و جوشکارهای زیادی دارد.
- سرعت پائینی دارد و زمان بر است (برداشتن گل و سرباره جوش بعد از هر پاس جوشکاری)
- عیوب جوشی آن زیاد است.

۲-۲-۱-۱-٤-جوشکاری زیر پودری (.SAW(Submerged Arc W

در این روش همانطور که از نامش پیداست حوضچه جوش و جرقه در زیر پودر قرار گرفته و دیده نمی شود.نقش Flux در این روش همانند روکش الکترود می باشد و حاوی دانه های آهک , سیلیس, اکسیدمنگنز, فلوراید کلسیم و دیگر عناصر می باشد که لایه مذاب ضخیمی برروی حوضچه و فلز جوش تشکیل داده و از آن محافظت می کند . ابتدا یک قوس پایدار تشکیل می شود سپس پودر برروی آن ریخته می شود.

- قطر سیم جوش mm ۱۰-۱,٥ بوده و می توان از یک یا چند الکترود همزمان استفاده کرد.
- این روش فقط در شرایط تخت قابل استفاده می باشد.(Flat)
- جریان در حدود Amp ۲۰۰۰-٦۰۰ و ولتاژ تا v ٤٤۰ متغیر است و می توان از جریان AC یا DC استفاده نمود.
- در این حالت نرخ رسوب بسیار بالا است(حدود۱۰-٤ برابر سرعت روش MMAW) به همین دلیل سرعت جوشکاری تا m/min ٥ هم تغییر می کند.
- معمولا برای ضخامتهای بالای mm ٦ استفاده می شود.
- مقاومت به ضربه و چغرمگی و استحکام خوبی دارد.
- میزان ئیدروژن جوش در این حالت بسیار کم و همانند جوشکاری با الکترودهای قلیائی است.
- الکترود می تواند به صورت کلافی (strip) یا تو پودری (Flux cored) باشد.
- بیشترین میزان استفاده در مخزن سازی و سازه های بزرگ می باشد اما بدلیل اینکه قوس دیده نمی شود پارامترهای جوشکاری باید خیلی دقیق انتخاب شوند.

۳-۲-۱-۱-٤- جوشکاری با گاز محافظ (.GMAW(Gas Metal Arc W

در این روش از یک تفنگ با نازل خروجی گاز محافظ و نیز مکانیزم شارژ الکترود (یک مفتول (Wire) از روی یک قرقره باز می شود و از داخل تفنگ به سطح کار می رسد)به حوضچه استفاده می شود که الکترود نقش فلز پر کننده, و گاز نقش محافظ حوضچه در برابر هوا و گازهای مزاحم را دارد .

بهترین گازهای خنثی, آرگن(Ar) و هلیم(He) هستند که قوس پایدارتر با ترشح کمتر و گرده جوش بسیار با کیفیت را تولید می کنند.اما می توان درصورت امکان و مجاز بودن در شرایط خاص از گازهای نیتروژن (N_2) و دی اکسید کربن(CO_2) نیز استفاده کرد که جوش ناصاف تر و با ترشح بیشتری تولید می کنند اما ارزانتر هستند.

در این روش انتقال مذاب از الکترود به حوضچه در سه حالت (Mode) انجام می شود.

الف- حالت اسپری(Spray Mode)

درشرایط استفاده از گاز خنثی همراه با جریان زیاد و قطر سیم جوش کمتر از mm ۲ بوجود می آید.در این حالت ذرات ریز فلز مذاب از F.M (فلز پرکننده) کنده شده و B.M (فلز پایه) به میزان چند قطره در ثانیه در اتمسفر قوس الکتریکی به سمت حوضچه مذاب جوش روانه می شوند و باعث ایجاد یک جوش صاف و تمیز می گردد. به همین دلیل در ورق های نازک کاربرد دارد. (mm ($t < ٦$

ب- حالت قطره ای

در جریان های کمتر و سیم جوش کلفت تر قطرات مذاب از سیم جوش جدا شده و در اثر نیروی قوس الکتریکی و وزن خود سقوط خواهند کرد که به حالت قطره ای معروف است. در این حالت از CO_2 استفاده می شود و دهانه نازل به دلیل وجود قطرات سریعتر بسته می شوند و مرتب بایستی تمیز شوند.

ج- حالت اتصال کوتاه

برای جریان ها و ولتاژهای کم (کمتر از A ۲۰۰ برای فولاد با گاز CO_2)فلز پرکننده ذوب شده و قطره مذاب آنقدر رشد می کند که با قطعه کار اتصال کوتاه پیدا می کند و قوس خاموش می شود. این عمل ٥۰ بار در ثانیه تکرار شده که برای تمامی حالتهای جوشکاری توصیه می شود. از این روش در صنایع اتومبیل و اصولا ضخامتهای زیر mm ٦ استفاده می- کنیم (اما برای بالای mm ۲٥-۲۰ هم کاربرد دارد)اگر در این روش از گاز محافظ دی اکسید کربن استفاده شود به آن MIG(Metal Inert Gas) گویند. (البته ممکن است گاز آرگن را به صورت ترکیبی از$Ar+ CO_2$ بکار برند.)

٤-۲-۱-۱-٤- جوشکاری قوسی به روش تو پودری (.FCAW(Flux Cored Arc W

در این روش قطر سیم جوش mm ۲,٥-۱,٥ بوده و توان دستگاه در حدود kw ۲۰ می باشد.این سیم جوش در درون پودر قرار گرفته است که این امکان را می دهد که الکترود به صورت کلافی در آمده و با روش های اتوماتیک همانند زیر پودری استفاده شوند.

-سیم جوش تو پودری قوس پایدارتر,پروفیل جوش بهتر و خواص مکانیکی بالاتری را در جوشکاری بوجود می آورد.
- برای فولادهای زنگ نزن کاربرد بیشتری دارد.
- در صورت تولید سیم جوش های نازک توپودری امکان جوشکاری ورق های نازک هم وجود دارد.
- نرخ رسوب نیز بالاتر از روش MIG بوده و ورق های با ضخامت mm ۲۵ و بالاتر("۲-"۱,۵) را به خوبی جوش می دهد.

۵-۲-۱-۱-٤- جوشکاری الکترو گاز (Electro gas Welding)

- برای جوشکاری لب به لب (Butt weld) صفحات خیلی ضخیم بطور عمودی استفاد می شود.
- حفاظت آن با گاز CO_2 روده و در جریان خیلی بالا همانند A ۷۵۰ بکار می رود.
- ضخامت جوشکاری در یک پاس می تواند تا mm ۷۵ هم افزایش یابد.
- با استفاده از یک الکترود (فرضا تو پودری یا بدون پوشش)و دو صفحه مسی در دو طرف و انجماد مذاب حاصله در آن جوش مورد نظر بوجود می آید.
- این روش برای فولادهای تیتانیوم وآلیاژ آلومینیوم بکار می رود.
- به صفحات مسی که خنک کننده و آبگرد هستندBack Plate گویند که از جنس مس است.

٦-۲-۱-۱-٤- جوشکاری الکترو اسلاگ Electro slag welding

همانند روش الکتروگاز بوده با این تفاوت که فقط در نقطه شروع جرقه و قوس داریم و بعد از آن الکترود به قطعه کار چسبیده و ذوب می شود و جوش را پدید می آورد.

- استفاده از طرح ساده و لب به لب قطعات بدون پخ
- پائین بودن هزینه به دلیل نداشتن آماده سازی لبه ها
- سرعت جوشکاری در حدودmm/sec ۳۰ می باشد.
- برای جوشکاری مقاطع ضخیم در حدود mm ۹۰۰-۵۰ در یک پاس استفاده می شود.
- جریان معرفی A ٦۰۰ و ولتاژ v ٤۰-۵۰ می باشد (در ضخامتهای بالاتر جریان بالاتر استفاده می شود)
- سرعت جوشکاری می تواند mm/sec ٦/ .-۲/ . نیز باشد که سرعت بالائی است و جوش از کیفیت خوبی برخوردار است.
- سیکل آرام گرم و سرد شدن خط ترک ئیدروژنه را کاهش می دهد ولی از طرفی خطر رشد دانه ها را داشته و احتمال افزایش اندازه دانه ها بیشتر می شود بنابراین چغرمگی شکست جوش کم است.

۳-۱-۱-٤-جوشکاری قوسی با الکترود مصرف نشدنی Non Consumable Electrode

در روش نامبرده الکترودی که قوس را برقرار می کند مصرف نمی شود بلکه در صورت لزوم از یک پرکننده در کنار قوس استفاده می شود.

۱-۳-۱-۱-٤- جوشکاری با الکترود تنگستنی یا جوشکاری آرگن (.GTAW(Gas Tungsten Arc w

یا TIG(Tungsten Inert Gas) در این روش همانند روش جوشکاری با گاز محافظ GMAW دارای نازل گاز محافظ اما با گاز آرگن هستیم که دارای یک الکترود ثابت از جنس تنگستن می باشد. (البته از گاز هلیم هم استفاده می شود)

برای ایجاد قوس دو حالت موجود است یا الکترود با قطعه کار برخورد کند با نوک الکترود گرم شده و قوس شروع شود و یا با یک فاصله هوائی و توسط یک ولتاژ بالای لحظه ای ایجاد می شود. حالت اول در این مورد کاربرد ندارد,چون احتمال آلودگی جوش وجود دارد.

- روشی است بسیار تمیز و با کیفیت بالا به علت پایداری قوس
- معمولا فلز پرکننده از جنس فلز پایه می باشد.
- روش کندی است.
- در صفحات خیلی نازک, در این روش از فلز پرکننده استفاده نمی شود.
- حوضچه مذاب کوچکی دارد پس عیوب کمتر و جوش بسیار بهتری دارد.
- بطور معمول از جریان DC استفاده می شود.جریان DC بدلیل اینکه خطر بیش از حد گرم شدن الکترود بوجود نیاید و نیز قوس پایدارتری داشته باشیم.
- برای جوشکاری AL و آلیاژهای آن از جریان AC یاDC با جریان مثبت استفاده می شود(به علت دیر گداز بودن AL_2O_3 باید از DC^+ استفاده کرد تا الکترود بتواند در آلومینا نفوذ کرده وبه AL دسترسی پیدا کنیم.)

- جریان کمتر از A ۲۰۰ استفاده می شود(سرعت جوشکار را کم می کند)
- هزینه بالائی دارد اما در عوض به علت کیفیت بالا تعمیر (Repair) نداریم.
- عیب آن آلودگی جوش توسط فلز سنگین و دیر گداز تنگستن (W) بصورت آخال می باشد.
- می تواند براحتی بصورت اتوماتیک انجام شود.

۲-۳-۱-۱-٤-جوشکاری پلاسما(PAM(plasma Arc W

این روش همانند روش TIG می باشد با این تفاوت که نازل دو جداره برای عبور گاز محافظ از قسمت بیرونی و پلاسما از جداره درونی تعبیه شده است.

وظیفه ایجاد قوس و یونیزه کردن گاز را الکترود تنگستنی بر عهده داشته و وظیفه محافظت را نیز گاز آرگن انجام می- دهداما ایجاد حرارت و ذوب قطعه با گرمای ایجاد شده توسط پلاسما تامین می گردد.(پلاسما به گاز یونیزه باردار گویند که به سطح قطعه با درجه حرارت بسیار بالا برخورد می کند.)

- با این روش می توان ضخامتهای mm ۵۰-۰/۵ . را در یک پاس جوشکاری کارد ولی اصولا ورق های نازک را با آن جوشکاری می کنند(اغلب mm > t).
- در این روش HAZ بسیار کوچک است پس کارهای دقیق با عیوب کمتر میسر است.
- دمای روش تا ^{o}c ۵۹۰۰۰ نیز بالا می رود.
- جریان کم در حدود A ۱۰۰ استفاده می شود.
- به دو صورت استفاده می شود:
  ۱- الکترود کاتد و قطعه کار آند(+) می باشد.
  ۲- الکترود کاتد و نازل آند (+) می باشد.
- گاز محافظت کننده آرگن می باشد و گاز یونیزه شونده آرگن و گاهی به همراه ۵٪ ئیدروژن , هلیم و نیتروژن می باشد.
- سرعت جوشکاری نسبتا خوب mm/sec ۲-۱٦

٤-۱-۱-٤-جوشکاری مقاومتی (Resistance Welding)

حرارت لازم در این روش دربین دو قطعه توسط عبور جریان از قطعات و گرم شدن درزجوش به علت مقاومت بدست می آید.

- مزایای مهم عدم نیاز به الکترو گاز محافظ و فلاکس می باشد (البته برای عبور جریان و انتقال به سطح فلز از دو الکترود خنک شونده مسی استفاده می شود.)
- هر چه لایه اکسیدی روی سطح بیشتر باشد برای کندن و از بین بردن آن به جریان بیشتری نیاز داریم .
- میزان گرمای تولید شده از رابطه زیر بدست می آید:

H : میزان گرمای ایجاد شده

$H= RI^2t$

t : ضخامت قطعه

I : جریان

R : مقاومت قطعات که شامل مقاومت قطعات , الکترودها و فصل مشترک دو ورق می باشد.

- هر چه مقاومت الکتریکی فلز بالاتر باشد نیاز به جریان های کمتری داریم و بر عکس.
- الکترودها علاوه بر اعمال جریان وظیفه فشار را هم بر عهده دارد.
- اندازه جریان تا A ۱۰۰۰۰۰هم می رسد که ولتاژ در این حالت v ۱۰-۵/ . خواهد بود که البته نکته مهم این است که این جریان و ولتاژ اعمالی در بین قطعات می باشد,چرا که خود قطعات به عنوان مدار ثانویهء ترانسفور ماتور عمل کرده و جریان کم و ولتاژ بالا را به جریان زیاد با ولتاژ کم تبدیل می کند.

۱-٤-۱-۱-٤- جوشکاری مقاومتی نقطه ای Spot welding

در این روش از دو الکترود میله ای با مقطع گرد استفاده می شود و طرح اتصال روی هم (Lap) می باشد. دراین روش دکمه جوش (Weld Nugget) در حدود mm ۱۰-٦ قطر دارد. در سطح جوش نیز (سطح خارجی) مقداری تغییر رنگ مشاهده می شود.

- شدت جریان مورد استفاده A ۴۰۰۰۰-۳۰۰۰ بوده که به جنس و ضخامت قطعه کار بستگی دارد.
- اگر جریان بیش از حد باشد پدیده ترشح (Splashing) را خواهیم داشت.
- انتخاب قطر الکترود ضریبی از قطعه کار خواهد بود. ($Ø=\sqrt{t}$)
- این روش برای اتصالات با ضخامت ورق کمتر از mm ٦ کاربرد دارد.

- جوشکاری مواد با هدایت الکتریکی بالا همانند مس و نقره با این روش سخت و مشکل است.

۲-٤-۱-٤- جوشکاری مقاومتی نواری (Seam Resistance welding)

این روش همان نقطه جوش است با این تفاوت که الکترود ما یک غلتک (Roller) متحرک می باشد و با استفاده از جریان AC و حرکت الکترود بر روی سطح کار عمل جوشکاری بصورت نواری انجام می شود.

- با عبور جریان منقطع و تنظیم سرعت غلتک می توان یک جوش خطی منقطع با فواصل مشخص بوجود آورد.
- برای ورق های نازک سرعت فرآیند تا ۲۵ mm/sec نیز می رسد.

۳-٤-۱-٤- جوشکاری مقاومتی با فرکانس بالا (High Frequency Resistance Welding)

جهت ایجاد حرارت از یک سیم پیچ با جریان فرکانس بالا برای تولید حرارت مورد نیاز در قطعه استفاده می شود و پس از خمیری شدن (Sintering) دو قطعه در هم فشرده می شوند.

- یکی از کاربردهای آن جوشکاری لوله های درز دار می باشد.

٤-٤-۱-٤-جوشکاری جرقه ای (Flash Welding)

در این حالت جریان الکتریکی از طریق دو قطعه مورد نظر برای اتصال لب به لب به منطقه جوش اعمال می شود و پس از ایجاد حرارت لازم دو قطعه دریکدیگر فشرده می شوند.

- سطح جوش باید کاملا تمیز باشد (عاری از هر گونه چربی ,آلودگی و اکسیدو...)در صورت وجود ناخالصی ها در حین فشار از لای دو قطعه بیرون می زند.
- بیرون زدگی ناخالصی ها در طرفین اتصال همواره تمیز کاری و پرداخت را ایجاب می کند .
- ورق های با ضخامت mm ۲۵-۲/ . و قطعات با ابعاد و قطر mm ۷۵-۱ از جنس های یکسان و مختلف را می توان به این روش جوشکاری نمود.

٥-۱-۱-٤- جوشکاری با پرتو الکترونی (EBW(Electron Beam Welding

در این روش با استفاده از یک محفظه خلاء شامل یک تفنگ الکترونی برای متصاعد کردن الکترون و نیز تجهیزات خاص دیگر و پرتاب الکترون به سطح قطعه باعث ذوب موضعی آن و عملیات جوشکاری می شویم.

- در این روش جوش بسیار متمرکز و تمرکز حرارتی حتی ٥۰۰۰ برابر روش های قبلی خواهیم داشت .
- خلاء باعث عدم کاهش انرژی پرتاب الکترونها می شود.
- به علت HAZ بسیار کوچک و متمرکز می توان به نسبت های ۳۰:۱ عمق به عرض در جوشکاری رسید(در یک پاس).
- اتصال فلزات همجنس به غیر همجنس و فلزات به غیر فلزات از این طریق ممکن است.
- ضخامتهای قابل جوشکاری mm ۵۰-۱/ . می باشد که حتی جوشکاری فویل نازک AL را هم ممکن می سازد.
- به علت پرتاب الکترون از راه دور می توان جوشکاریهای بسیار پیچیده و غیر قابل دسترسی را انجام داد.
- به علت تمرکز حرارتی بسیار بالا HAZ کوچک تغییر شکل و اعوجاج در قطعه بسیار کم است.
- بالا بودن نسبت عمق به عرض جوش باعث ایجاد ترکهای طولی در فلز جوش می شود.

٦-۱-۱-٤- جوشکاری با پرتو لیزر (SBW(Laser Beam Welding

در این روش همانند EBW عمل کرده , با این تفاوت که به جای باریکه الکترونی از باریکه لیزر که یک نور تکرنگ فوکوس شده است, استفاده می شود. با تغییر در فوکوس پرتو می توان ضخامتهای مختلف را جوشکاری نمود.

- تا ضخامت mm ۲۵ قابل جوشکاری است (در ضخامتهای پائین کاربرد بیشتری دارد)
- سرعت جوشکاری mm/sec ۱۳۰۰-٤۰ می باشد که سرعت بالا برای ورق های نازک است.
- جوشکاری مناطق غیر قابل دسترسی
- کیفیت جوش عالی, حداقل انقباض و اعوجاج و نسبت عمق به عرض بالا (۳۰:۱) در مقایسه با روش EBW :

۱- نیاز به خلاء ندارد

۲- امکان تغییر جهت و فوکوس پرتو و راحتی کار و اتوماسیون

۳- پرتو در برخورد با قطعه تولید اشعه X نمی کند و ایمن تر است.

٤- کیفیت جوش از لحاظ عیوب نفوذ ناقص, ترشح و تخلخل کیفیت بهتری دارد.

۲-۱-٤- جوشکاری حالت جامد (Solid State Welding)

در این روش ها اتصال بدون ذوب شدن می باشد, پس کلیه عیوب مربوط به ذوب شدن از بین می رود. در این حالت دو سطح تمیز و عاری از هر گونه آلودگی توسط فشار کافی در حد و اندازه های اتمی به یکدیگر نزدیک شده و عمل جوشکاری انجام می شود (در حقیقت یک نوع امتزاج اتمی خواهیم داشت.)

این روش یکی از روشهای مناسب برای جوشکاری فلزهای مختلف به یکدیگر می باشد که البته شکل پذیری(Formability) بالائی داشته باشند.

روش های بر مبنای این حالت عبارتند از:

جوشکاری اصطکاکی (.Friction W) , جوشکاری آهنگری (.Forging W) ,

جوشکاری انفجاری(Explosive W) , جوشکاری فشاری سرد (Cold Pressure W) ,

۳ـ۱ـ٤- جوشکاری حالت جامد / مایع (Liquid /Solid State Welding)

در این روش با ذوب فلز پرکننده (F.M) و نفوذ آن به درون منطقه جوش بدون اینکه فلز پایه (B.M) ذوب شود یا به دمای بالائی برسد عملیات جوش انجام می شود که این روش را در اصطلاح لحیم کاری گویند.

از نظر دمای عملیات لحیم کاری به دو دسته لحیم کاری سخت(Brazing) و لحیم کاری نرم (Soldering) تقسیم بندی می شوند.

۱ـ۳ـ۱ـ٤- لحیم کاری سخت (Brazing)

دمای عملیات در این روش بین c ° ٤٥٠ تا دمای ذوب B.M(Tm) بوده و فاصله قطعات از یکدیگر mm ۲ـ۰۲۵/ می باشد که با توجه به ضخامت و جنس قطعه تعیین می شود. به طور کلی عملیات Brazing به دو صورت انجام می شود:

۱- روشی که طی آن F.M در بین دو قطعه B.M قرار می گیردو سپس حرارت داده می شود تا اتصال بر اثر ذوب F.M و نفوذ آن بین دو قطعه در اثر خاصیت موئینگی بوجود آید.

۲- در روش دوم که جوش برنج یا Braze Welding نیز نامیده می شود و بسیار متداول است توسط یک مشعل (همانند جوشکاری اکسی استیلن) F.M را که از جنس برنج می باشد در محل اتصال ذوب کرده و جوش بوجود می آید . به این روش جوش برنج یا جوش زرد نیز می گویند.

از جهتی دیگر مسائلی چون بزرگ بودن فاصله HAZ به دلیل عدم ذوب B.M وجود نداشته و مسائل و معایب مربوط به آن وجود نخواهد داشت.

- نکته مهم در Brazing فاصله بین دو قطعه (Gap) می باشدکه تلرانس خیلی کمی دارد و مهمترین عامل استحکام جوش می باشد.
- استفاده از Flux برای حذف لایه های اکسیدی و چربی و سایر آلودگی ها ضروری به نظر می رسد.

۲ـ۳ـ۱ـ٤- لحیم کاری نرم (Soldering)

در این روش F.M در دمائی کمتر از C ° ٤٥٠ ذوب می شود ولی روش دقیقا همانند Brazing می باشد. F.M مورد استفاده در این روش آلیاژ قلع- سرب و در صورت نیاز به استحکام های بالا از آلیاژهای قلع- سرب, سرب-نقره و ... نیز استفاده می شود.

- چون اتصال ضعیفی ایجاد می کند برای اجزائی که بار زیادی تحمل می کنند کاربردی ندارد.
- برای افزایش استحکام از طرح اتصال روی هم (Lap) به جای روش لب به لب (Butt) استفاده می شود.

۲ـ٤- الکترود و سیم جوش وخواص آنها

بطور کلی فلزات پر کننده ای (F.M) که برای جوشکاری بکار می رود به دو دستهء الکترودها(روکش دار) و سیم جوش ها (الکترودهای لخت) طبقه بندی می شودکه البته نوع جوشکاری از لحاظ فرآیند ونیز دستی یا ماشینی بودن اصلی ترین پارامتر این دسته بندی می باشند.

۱ـ۲ـ٤- الکترودهای روپوش دار (Coated Electrode)

این الکترودها شامل یک مفتول یا مغزی فلزی (Rod) به همراه یک روکش (Coat) با خواص مطلوب می باشد. وظیفه مفتول انتقال جریان و عامل شرکت کننده در قوس و نیز ذوب شدن و ایجاد حوضچه مذاب به همراهی B.M می باشد.

در یک جوشکاری با الکترود روپوش دار (SMAW) روکش و مفتول الکترود به همراه یکدیگر مشخصات یک الکترود را به ما معرفی می نمایند. قبل از معرفی الکترودها مختصری درباره روکش الکترود و وظایف و خواص آن بحث می کنیم.

۱ـ۱ـ۲ـ٤- وظایف روکش الکترود

۱- بر قراری آسان قوس

۲- محافظت ازحوضچه مذاب و فلز منجمد شده داغ از اکسید شدن و... ونیز حذف ناخالصی ها و جذب آخال توسط ایجاد سرباره

۳- محافظت از اتمسفر با تولید گازهای محافظ

٤- شرکت در ترکیب شیمیائی و ساختار نهائی فلز جوش

٥- برقراری جریان (در کنار Rod)

٦- بهبود ظاهر جوش و کنترل عمق نفوذ

۲-۱-۲-٤- مواد روکش الکترود

۱- موادی که نقش اکسیژن زدائی در فلز جوش را دارند مانند فرو سیلیسیم, فرو منگنز, فرو تیتانیوم

۲- موادی که نقش بوجود آورنده گازهای محافظ برای حفاظت از حوضچه را بر عهده دارند, مانند سلولز و روتیل وسنگ آهک که گازهای H_2, H_2O , CO, CO_2 را بوجود می آورند.

۳- موادی که نقش برقراری قوس را بر عهده دارند مانند اکسیدهای تیتانیوم و منیزیم

٤- موادی که نقش ایجاد سرباره را دارند مانند روتیل, سیلیس , آلومینا,فلوراسپار,آهک و اکسید منگنز

٥-موادی که نقش چسب در ساخت روکش و نیز برقراری قوس را بر عهده دارند مانند سیلیکات های سدیم و پتاسیم.

٦- عناصری که در آسان جدا شدن سرباره با گل جوش (Slag) از روی خط جوش نقش دارند مانند: روتیل ,فلوراسپار, زیرکون واکسید منگنز

۷- درنهایت عناصر آلیاژی هستند که نقش استحکام دهی و بهبود ترکیب فلز جوش را بر عهده دارند.

۳-۱-۲-٤- تقسیم بندی الکترودها بر حسب روکش الکترود

Class۱ – الکترودهای با پوشش سلولزی : با گرمای حاصل ازتجزیه ئیدروژن آزاد شده سبب افزایش عمق نفوذ شده البته باعث ترشح و پاشش بیشتر نیز می شوند ولی از طرفی میزان بالای ئیدروژن در پوشش این الکترودها(۳۰-۱۰۰ m lit/100gr) مانع از کاربرد این نوع الکترودها برای فولاد های کم آلیاژی می باشد (به دلیل خطر ئیدروژن تردی)

خصوصیات این الکترودها عبارتند از:

- عمق نفوذ بالا
- انجماد سریع
- به دلایل بالا جهت جوشکاری در وضعیت های سرازیر و سر بالا استفاده می شود.
- پاشش و ترشح زیاد
- می توان از جریان DC یاAC استفاده کرد ولی بهتر است از جریان DC استفاده کرد چرا که قوس این الکترودها ناپایدار است.

معروفترین الکترودهای این دسته EXX10 می باشند که خصوصا E6010 برای پاس اول یا ریشه(Root Pass) کاربرد زیادی در جوشکاری لوله ها در لوله کشی (piping) دارد.

Class ۲و۳ – الکترودهای با پوشش روتیلی:

پوشش این الکترودها دارای مقادیر قابل توجهی روتیل (Tio_2) می باشد و مقادیری نیز سدیم و پتاسیم در روکش اضافه می شود که باعث آرامش قوس می شود ولی از طرفی نفوذ را کاهش می دهد. محافظ در این نوع الکترود فقط سرباره است, اگر چه مقادیر کمی از گازهای H_2وCO نیز کار محافظت را انجام می دهند. خصوصیات این الکترودها عبارتند از:

- کار با آنها راحت است ونسبت به رطوبت حساسیت کمی دارند.
- پاشش کمی دارند
- پروفیل جوش مناسبی بوجود می آورند.
- سرباره براحتی جدا می شود.
- می توان از جریانهای AC وDC استفاده کرد.
- عمق نفوذ در این الکترود ها کمتر است و در وضعیت عمودی سر پائین کاربرد دارند.

در این دسته می توان از الکترودهای E6010 و E6012 (روتیلی قلیائی) نام برد.

Class٤ – الکترودهای با پوشش اسیدی: دارای پوشش کلفتی هستند که سرباره حجیم و ضخیمی که براحتی جدا می شود را بوجود می آورد. سطح جوش تمیز و براق بوده ولی نفوذ جوش نسبتا کم می باشد. از این دسته می توان الکترود E 7017 را نام برد.

Class٥ - الکترودهای با پوشش اکسیدی: این الکترودها نیز پوشش ضخیم داشته و در پوشش آنها مقادیر قابل توجهی پودر آهن نیز وجود دارد. سطوح جوش خوب بوده و سهولت برداشتن سرباره یا گل جوش از مزایای این الکترودها که می توان برای نمونه از E6019 نام برد می باشد.

Class٦ - الکترودهای با پوشش قلیائی : بخش عمده روکش این الکترودها را اکسیدهای قلیائی چون Mgo,Cao , Tio_2 (که خود به دو نوع روتیلی ساده و روتیلی قلیائی تقسیم می شود)تشکیل داده است . بهترین کیفیت را از لحاظ کیفیت جوش داشته و دارای خواص زیر می باشد:

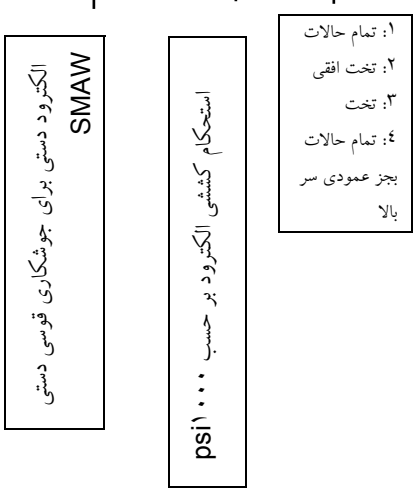
- برای فولادهای پر کربن و با گوگرد بالا مورد استفاده دارد (این فولادها به ترک خوردگی و تخلخل حساس تر هستند)
- حد ئیدروژن خیلی پائین دارند پس برای فولادهای کم آلیاژی بدون احتمال خطر ئیدروژن تردی قابل استفاده
- می باشند(ئیدروژن $<10 ml/100 gr$)
- بدلیل عدم تولید گازهای محافظ در حد کافی باید طول قوس تا حد ممکن کم باشد تا نفوذ اتمسفر به حداقل برسد وبه همین دلیل به جوشکار ماهرتری نیاز دارد و قوس چندان پایداری ندارد.
- سرباره که به جذب گوگرد و فسفر کمک می کند براحتی جدا نمی شود.
- حوضچه مذاب به خوبی تصفیه شده وکمترین ناخالصی را داراست.

معروفترین الکترودها ار این دسته عبارتند از : E7026,E7016,EXX18

٤-١-٢-٤- طبقه بندی الکترودها در AWS(AWS Classification)

در انجمن جوش آمریکا (American Welding Society) علامت مشخصه الکترود به صورت Exxxx می باشد که هر علامت معرف پارامتری از الکترود به شرح زیر می باشد:

E XX X X



شماره	نوع روپوش	مواد موجود در روپوش	نوع برق	الکترود نمونه
0	سلولزی	سلولز,سدیم,اکسید آهن	Rev. & AC	6010 &7010
1	سلولزی	سلولز,پتاسیم	Rev. & AC	6011
2	روتیلی	تیتان, سدیم	Rev. & AC	6012
3	روتیلی	تیتان , پتاسیم	AC	6013
4	روتیلی	تیتان, پودر آهن	AC	7024
5	قلیائی	سدیم	Rev.	7015
6	قلیائی	پتاسیم	Rev. & AC	7016 &7026
7	اسیدی	پودر آهن,اکسید آهن	AC	6027
8	قلیائی	پودر آهن	Rev. & AC	6018 &7018

برای مثال الکترود E6010 الکترودی است برای جوشکاری قوسی دستی (SMAW) با استحکام Psi ٦٠٠٠٠ در تمامی حالات با آن می توان جوشکاری کرد و در نهایت الکترودی است سلولزی با نفوذ بالا و سرعت انجماد نسبتا بالا که با هر در نوع برق AC و DC^+ کار می کند.

در مورد طبقه بندی الکترودهای جوشکاری برای فولاد کم آلیاژ مانند الکترودهای فولادهای کربنی است,یعنی می توان استحکام کششی هر دو را یکسان در نظر گرفت ولی ترکیب شیمیائی متفاوتی دارند. جدول زیر نشان دهنده عناصر آلیاژی مختلف موجود در الکترودها می باشد:

پسوند	عناصر آلیاژی Alloy Steel				
	Mo	Cr	Ni	Mn	V
A_1	0.4-0.65	—	—	—	—
B_1	0.4-0.65	0.4-0.65	—	—	—
B_2	0.4-0.65	1-1.5	—	—	—
B_3	0.9-1.2	2-2.5	—	—	—
B_4	0.4-0.65	1.75-2.25	—	—	—
B_5	1-1.25	0.4-0.6	—	—	—
C_1	—	—	2-2.75	—	—
C_2	—	—	3-3.75	—	—
C_3	0.35	0.15	0.8-1.1	—	0.05
D_1	0.25-0.45	—	—	1.25-1.75	—
D_2	1.25-1.45	—	—	1.65-2	—
G	>0.2	≥0.3	≥0.5	≥1	≥0.1
M	کاربردهای نظامی خاص				

- برای مثال در E7018G پسوند G نشانه استفاده از این الکترود برای فولادهای کربنی ساده (CS) می باشد. البته گاهی اوقات از پسوند A_1 هم برای جوشکاری فولاد های CS استفاده می شود که مشکلات خاص خود را دارد.

یا در مورد الکترودهای با پسوند C_1 و C_2وC_3 که حاوی نیکل هستند می توان آنها را برای جوشکاری فولادهای K.C.S استفاده کرد. این الکترودها بسیار خوشدست بوده و براحتی ذوب می شوند. البته از الکترودهای EXXX6 نیز می توان برای جوشکاری K.C.S استفاده کرد.

پس برای انتخاب یک الکترود داشتن ترکیب شیمیائی آن (Chemical Composition) و همینطور نزدیک بودن آن به ترکیب فلز پایه بسیار مهم است.

٤-٣- عیوب جوشی Defects &Indication

برای تعریف جوش جدای از تعاریف عملی و مکانیکی _ متالورژیکی می توان گفت که در دید ماکروسکی خود جوش یک عیب می باشد که در یک قطعه وجود دارد , حال هر چه این عیب خود دارای عیوب بیشتری باشد از کیفیت و امنیت پائین تری برخوردار می باشد.

عیوب بوجود آمده در حین جوش و پس از جوش را می توان به دو دسته زیر تقسیم بندی کرد:

١- Indication عیوبی که شامل عیوب تعمیری و غیر تعمیری می باشند.

٢- Defect یا عیوبی که مثلا باید تعمیر شوند.

عواملی که منجر به ایجاد عیوب جوشی می شوند عبارتند از:

١- عملیات حرارتی شامل پیشگرم (Preheat) , پسگرم(PWHT) و نرخ سرد شدن پس از جوش(Cooling Rate)

۲- تنظیم پارامترهای پروسه از قبیل: قطبیت (Polarity) , الکترود , گاز محافظ , فلاکس(Flux) , طرح اتصال (Joint Design) و جنس قطعه کار و غیره.

۳- مهارت جوشکار

٤- عوامل محیطی مانند وجود گازهای زائد در اتمسفر قوس که در ترکیب شیمیائی حوضچه و همچنین ایجاد عیوب نقش بسزائی دارند.

٥- تجهیزات جوشکاری در بر گیرنده: موتور- ترانس جوشکاری,دینام , و لوازم جانبی جوشکاری.

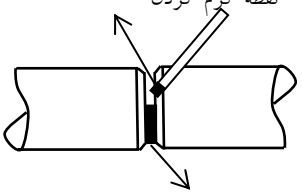
یک دسته بندی ساده برای عیوب عبارت است از:

۱-۳-٤- سوختگی ناشی از برخورد نوک الکترود به سطح قطعه کار یا اثر قوس ARC Strike

این عیب که در اثر بی دقتی جوشکار به وجود می آید, در اثر ایجاد قوس ناگهانی در محلی غیر از محل جوشکاری بوجود می آید. در اثر ایجاد قوس در یک نقطه مابین الکترود و قطعه کار محلی از قطعه به صورت موضعی داغ شده و خیلی سریع سرد می شود. این سرد شدن سریع باعث سختی و تردی همان قسمت و در نتیجه مشکل دار شدن جوش می شود که می تواند مکانهای بسیار مناسبی برای خوردگی باشدکه می تواند بدلیل تنش پسماند بالا تر (در مقایسه با نقاط دیگر) باشد. عامل بوجود آمدن تنش پسماند و تردی بوجود آمدن فاز مارتنزیت در اثر بالا رفتن موضعی دمای محل برخورد الکترود با قطعه کار و سریع سرد شدن آن می باشد که در بارهای ضربه ای و نیز اضافه بار (over load)

می تواند مکان جوانه زنی و رشد ترک باشد.

در این مورد برای گرم کردن الکترود یا به عبارتی روشن کردن آن می توان آنرا روی خط جوش (قبل از جوشکاری)گرم کرد که در این صورت خط جوش آنرا ذوب کرده و مشکل بیان شده در بالا دیگر مطرح نمی شود.



این مساله خصوصا در فولاد های پرکربن و منگنز مانند

خط لوله(pipe line) نیازمند دقت بیشتری است که

در این حالت برای روشن کردن یا گرم کردن الکترود از یک قطعه

واسطه در کنار خط جوش استفاده می شود.

۲-۳-٤- تخلخل یا مُک Porosity

عامل اصلی ایجاد این عیب حلالیت متفاوت گازها در دماهای مختلف و در نتیجه محبوس شدن حبابهای گاز در حین سرد شدن سریع جوش به علت پائین آمدن میزان حلالیت آنها می باشد چرا که به علت سرعت بالا انجماد گاز موجود در مذاب فرصت خارج شدن از حوضچه را ندارد.

دلایل بوجود آورنده این عیب عبارتند از:

- حرکت سریع دست جوشکار که باعث تلاطم حوضچه و بالا رفتن احتمال نفوذ گاز به حوضچه می شود.
- مرطوب بودن الکترود که باعث تولید گاز می شود(خصوصا در الکترود های قلیائی)

انواع تخلخل در جوش را از لحاظ شکل ظاهری می توان به دسته های زیر تقسیم کرد:

۱- کروی Spherical : در اثر تشکیل بخار آب بوجود آمده و شکل ظاهری آنها حباب کروی می باشد.

۲- کشیده شده یا طولی(به سمت بالا) Elongated : در اثر وجود گاز ئیدروژن که بسیار سبک می باشد , این تخلخل بوجود می آید و دلیل کشیده شدن این نوع تخلخل در راستای عمودی (به جهت فرار از مذاب) به علت سبکی H_2 می باشد.

۳- خوشه ای Cluster: در صورتیکه تخلخل ها در کنار هم قرار بگیرند و مانند خوشه انگور تشکیل یک مجموعه از مک ها را بدهند به آن تخلخل خوشه ای گویند.

٤- پراکنده یا مجزا Separated or Individual : همانطور که ار نامش پیداست توزیع نامنظم تخلخل در فلز جوش را گویند.

در پاس اول اگر تخلخل کشیده شده (Elongated) در لحظه آخر به سطح برسد به آن (Worm hole or blow hole) گویند که خصوصا در هنگام استفاده از الکترود های سلولزی مانند E6010 بوجود می آید.

حرکت صحیح دست جوشکار , عدم بوجود آوردن تلاطم در حوضچه , تنظیم بودن آمپر و ... می توانند به جلوگیری از بوجود آمدن این عیب کمک کنند.

۳-۳-٤- نفوذ ناقص(Lack of penetration(Incomplete penetration or Inadequated penetration

این عیب که فقط مخصوص پاس اول است, در صورت نبودن جریان الکتریکی به میزان کافی و یا عدم طراحی مناسب اتصال ویا انتخاب نادرست قطر الکترود و یا حرکت سریع دست جوشکار بوجود آمده و به معنای نرسیدن مذاب به ریشه جوش و عدم اتصال کامل می باشد.

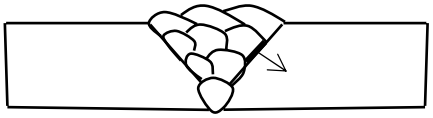
وجود این عیب افت استحکام مکانیکی جوش می باشد.
چرا که مانند یک ترک ماکروسکپی پاشنه جوش می باشد.

نفوذ ناقص

نفوذ کامل

٤-٣-٤- ذوب ناقص Lack of fusion

این عیب که در دیواره ها به دلیل عدم شرکت در حوضچه مذاب (ذوب نشدن دیواره های پخ)بوجود می آید می تواند مانند یک ترک تیز عمل کرده و بسیار خطرناک باشد خصوصا اگر جوش تحت تنش های عرض(کشش عرضی) و یا خمش قرار گیرد این عیب بسیار خطرناک خواهد بود.



Lack of Fusion

از عوارض ایجاد این عیب می توان تکنیک نامناسب جوشکار را نام برد (حرکت عرضی دست بیش از ۳ برابر قطر الکترود)

٥-٣-٤- جذب گازها Absorbs ion of Gases

در اثر دمای بالا و نیز در اثر تلاطم , مذاب تمایل به جذب گاز پیدا کرده و مشکل جذب گازها بوجود می آید اینها می توانند عامل ایجاد تخلخل و یا تردی ویا تغییر ترکیب مذاب با توجه به نوع گاز شوند.
گازهایی که جذب حوضچه مذاب می شوند شامل نیتروژن , اکسیژن موجود در اتمسفر و نیز ئیدروژن ناشی از رطوبت می باشد.
مهمترین عامل جلوگیری از این عیب ایجاد یک اتمسفر محافظ توسط یک گاز محافظ می باشد که باید شرایط زیر را داشته باشد:
۱- حلالیت آن در مذاب کم باشد
۲- تمایل به فرار از مذاب داشته باشد (سبک)
۳- میل ترکیبی کمی به مذاب داشته باشد.

٦-٣-٤- جذب ناخالصی و آلودگی Contamination Pick Up

در صورت وجود آلودگی هائی از قبیل اکسیدها ,چربی و... در محل جوش قبل از شروع جوشکاری احتمال ایجاد این عیب بالا می رود و عناصر مضری چون گوگرد و فسفر و دیگر عناصر ناخالصی (حتی می تواند شامل عناصر آلیاژی نیز شود.) جذب فلز جوش می شوند. برای مثال افزایش روغن از ۰/۱ . به ۰/۲۵ . در مکان جوشکاری می تواند باعث کاهش چغرمگی و شکل پذیری فلز جوش شود.

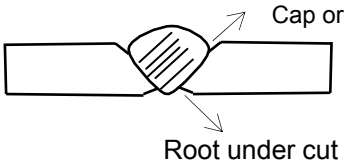
٧-٣-٤- سرباره محبوس شده Slag Inclusion

همانطور که از نام آن پیداست ذرات سرباره و گل جوش در مذاب باقی مانده و باعث بوجود آمدن این عیب می گردند. اگر در یک پاس گل جوش خوب تمیز نشده باشد در جوشکاری پاس بعدی ذرات سرباره در حوضچه مذاب وارد شده و در آن باقی
می مانند. خصوصا در کناره های هر پاس که سرباره براحتی پاک نمی شود احتمال این مساله بیشتر می باشد.
از طرفی در صورت بالا بودن سرعت جوشکاری سرباره بوجود آمده توسط پوشش فرصت بالا آمدن به روی حوضچه را نداشته و در فلز جوش باقی مانده شکل ظاهری آن کروی نبوده و بیشتر به صورت اشک می باشد.

٨-٣-٤- سوختن شیاری یا بریدگی کنار جوش Under Cut

در هنگام جوشکاری در بعضی مواقع به دلایل زیر:

- بالا بودن آمپر
- حرکت سریع دست جوشکار
- زاویه نامناسب دست جوشکار



Cap or Face under Cut

Root under cut

- فاصله نامناسب الکترود از قطعه کار

ممکن است لبه های بالائی و پائینی پخ جوشکاری در فلز جوش شرکت نکنند و به صورت شیار در کناره خط جوش در بالا و پائین W.M. باقی بمانند. این عیب مانند شیار در نمونه شیار دار تست ضربه بوده و بشدت خطرناک خواهد بود (با توجه به شعاع شیار).

۹-۳-٤- جرقه یا پاشش Spatter

پاشیدن قطرات مذاب به اطراف محل جوش را گویند که شامل منطقه نزدیک جوش و دور از آن تقسیم بندی می شود. جرقه هائی که نزدیک به خط جوش باشد به علت عدم سرد شدن پس از برخورد با سطح قطعه کار به صورت موضعی آنرا ذوب کرده و با B.M. ممزوج می شوند , این جرقه را نمی توان با برس سیمی (Wire Brush) برداشت و باید حتما آنرا سنگ زنی (Grinding) کرد ولی جرقه های دورتر به علت سرد شدن فقط روی قطعه کار می چسبند و با یک برس براحتی تمیز می شوند. به هر حال این عیب باعث اعمال حرارت موضعی و در نتیجه ایجاد تنش پسماند و نیز حتی ساختار بصورت موضعی می شود که می تواند خوردگی را به همراه داشته باشد. عوامل ایجاد این عیب شامل موارد زیر می باشد:

- بالا بودن آمپر
- زاویه دست جوشکار
- نوع الکترود و پوشش آن که مهمترین عامل ایجاد جرقه می باشد و الکترودهای سلولزی مهمترین نوع این الکترودها می باشند.

۱۰-۳-٤- جدایش Segregation

اختلاف در ترکیب شیمیایی را بطور کلی جدایش گویند. در فلز جوش نقاط اولیه انجماد نسبت به آخرین مکان انجماد ترکیب شیمیایی متفاوتی دارند که باعث بروز مشکلاتی چون خوردگی و ناهمگنی خواص مکانیکی و فیزیکی در فلز جوش می شود. بطور کلی به علت انجماد جهت دار ازکناره دیواره پخ به علت مرکز جوش ما در مرکز در آخرین مرحله انجماد یک مذاب غنی از ناخالصی : مانند گوگرد (مهمترین عامل ترک خوردگی گرم)...خواهیم داشت.

این جدایش درخط جوش باعث ایجاد ترکیبهای خاص(مانندCr_3C و...) شده و خصوصا با ایجاد ترکیب کاربید کرم در فولادهایS.S, کناره جوش از کرم فقیر شده و احتمال بوجود آمدن خوردگی وجود دارد.

۱۱-۳-٤- تنش های پسماند Residual Stress

درقطعات ضخیم و نیز روش های جوشکاری با حجم مذاب بالا مانند الکترواسلاگ و الکترو گاز احتمال بوجود آمدن تنش های پسماند به علت انتقال حرارت بالا و سرد شدن سریع وجود داشته و باعث تردی جوش می شود . برای جلوگیری از این مشکل باید نرخ سرد شدن (Cooling Rate) و میزان حرارت ورودی به جوش (QW) را کنترل کرده و همچنین از یک طرح اتصال مناسب با, روش جوشکاری و ضخامت قطعه کار استفاده کرد.

۱۲-۳-٤- وزش یا انحراف قوس (Arc Blow)

تحت شرایط خاصی در جوشکاری قوس ایجاد شده به یک علت منحرف می شود که باعث ایجاد مشکلات در جوشکاری می شود . این پدیده به علت نامتعادل بودن میدان مغناطیسی بوجود می آید که به دو عامل ایجاد می شود:

۱- تغییر در مسیر حرکت جریان در محل ورود به کار و در محل اتصال کار به زمین.

۲- آرایش نا متقارن خطوط میدان در اطراف قوس که معمولا در زمان جوشکاری فلزات آهنی پیش می آید.

معمولا در انتهای قطعه به علت تغییر آرایش میدان مغناطیسی قبل از رسیدن به لبه دچار این مشکل می شویم که با قرار دادن یک قطعه دیگر در کنار قطعه کار ویا استفاده از جریان متناوب (AC) می توان این مشکل را حل کرد.

۱۳-۳-٤- ترکها Cracks

در اثر انقباض ناشی از انجماد در درون قطعه (فلز جوش) تنش های کششی بوجود می آید که در صورت وجود شرایط ترک احتمال ایجاد آنرا بشدت بالا می برد.

ترکها در فلز جوش و منطقه اطراف جوش (HAZ) بوجود می آیند که هر یک دارای نامی جدا و شرایط بوجود آودنده متفاوت می باشند.

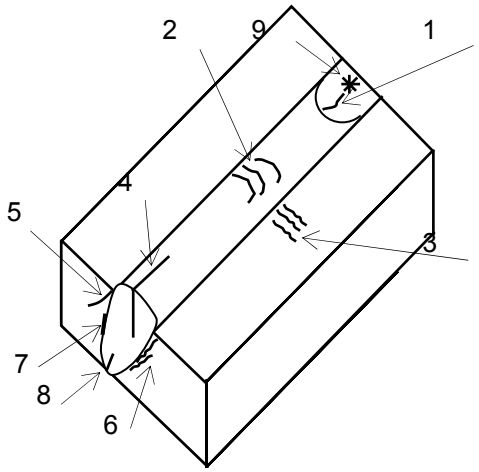
بطور کلی برای ایجاد و رشد ترک دو عامل اصلی ساختار ترد (غیر نرم) و تنش کششی مورد نیاز می باشد. در جوشکاری می توان عوامل بالا را در درون یکسری پارامتر بشرح زیر بیان کرد:

۱- ترکیب شیمیایی مواد مصرفی (.Flux, F.M., B.M...)

۲- پارامترهای جوشکاری (جریان, قطبیت , سرعت حرکت و...)

۳- طراحی اتصال

انواع ترک بوجود آمده در جوش را می توان به صورت شماتیک در شکل زیر نمایش داد و بشرح زیر نام برد:



۱- ترک در چاله جوش Weld Metal Crater Cracking

این ترک که در نقطه انتهائی خط جوش (Crater) به علت انقباض نهائی بوجود آمده, جزء ترکهای منطقه فلز جوش می باشد.

۲- ترک عرضی در جوش Weld Metal Transver Cracking

خطرناکترین ترکها در جوش ترکهای عرضی هستند که به دلیل عرضی بودن و احتمال عبور از .W.M و رسیدن به .B.M (منطقه HAZ) بسیار حائز اهمیت می باشند.

این احتمال وجود دارد که ترکهای عرضی در فلز جوش وارد منطقه HAZ شده و به ترکهای عرضی در این منطقه تبدیل شوند. (ترک های عرضی Repair ندارند)

۳- ترک عرضی در مجاور جوش HAZ Transver Cracking

این ترک که در منطقه HAZ بوجود می آید جزء ترکهای .B.M بوده و باعث خرابی قطعه و بازگشت (Reject) آن می شود.(در صورت بیشتر بودن از حد مجاز)

٤- ترکیدگی طولی در جوش Weld Metal longitudinal Cracking

٥- ترکیدگی گوشه ای Toe Cracking

٦- ترکیدگی زیر فلز جوش Under Bead Cracking

۷- ترکیدگی در خط ذوب Fusion Line Cracking

۸- ترک در ریشه فلز جوش Weld Metal Root Cracking

۹- ترک ستاره ای Star Cracking

این ترک که در اثر برداشتن الکترود توسط جوشکار در انتهای خط جوش (به علت تمام شدن الکترود و یا تمام شدن خط جوش) در مکان چاله جوش (Crater) ایجاد می شود را می توان با مکث بیشتر در نگاهداشتن الکترود در آن مکان توسط جوشکار حذف نمود.

٤-٤- فرم مشخصات روش یا فرآیند جوشکاری (WPS(Welding Procedure Specification

برای انجام یک جوشکاری نیاز به مشخص نمودن پارامترهای مختلف عملیات می باشد.

برای این منظور استفاده از یک قالب و فرم یکسان در تمامی شرایط لازم به نظر می رسد برای این منظوراز WPS استفاده می شود.

WPS یعنی مشخصات فرآیند جوشکاری که در قالب یک فرم مشخص و استاندارد (ASME.IX) برای انجام جوشکاری به مسئول مربوطه داده می شود تا تحت آن شرایط عملیات جوشکاری را انجام دهند. برای اینکه یک WPS تائید شود باید کیفیت آنرا تائید نمود(PQR) که در مبحث بعدی به آن پرداخته می شود.

فرم WPS شکل های مختلفی مانند نمونه های زیر تهیه می شود.

فرم WPS بالا در کدهای ASME.IX, QW-401-410 موجود بوده و اجزای مختلف آن بشرح زیر می باشد.

١-٤-٤- مشخصات سر برگ

در این قسمت مشخصات عمومی شامل :نام شرکت , نوع روش و بقیه مسائل به ترتیب زیر ذکر می شود:

١- شماره WPS. Welding Procedure Specification No

٢- تاریخ Date

٣- شماره بازبینی .Revision No

٤- تاریخ بازبینی

٥- شماره فرم PQR مربوطه .Supporting PQR No که این WPS را تائید می کند.

٦- روش یا روشهای جوشکاری Welding Process(es)

که در این قسمت نوع روش مورد نظر با علامت اختصاری بشرح زیر بیان می شود:

SMAW:Shielded Metal Arc Welding
GTAW: Gas Tungsten Arc Welding
TIG: Tungsten Inert Gas Arc Welding
GMAW: Gas Metal Arc Welding
MIG: Metal Inert Gas Arc Welding
MAG: Metal Argon Gas Arc Welding
SAW: Submerged Arc Welding
FCAW: Flux Cored Arc Welding
PAW: Plasma Arc Welding
ESW: Electro slag Welding
EGW: Electro Gas Welding
EBW: Electron Beam Welding
LBW: Laser Beam Welding
OFW: Oxy Fuel Welding

٧- نحوه انجام فرآیند Type

که می تواند به یکی ازسه صورت زیر باشد:

الف- دستی Manual: مانند الکترود دستی (SMAW) یا جوش آرگون(GTAW) در سایت

ب- نیمه اتوماتیک Semi Automatic: در این روش دستگاه جوشکاری برای نظارت بر کارش نیاز به یک اپراتور دارد مانند توپودری(FCAW)

ج- اتوماتیک Automatic: مانند روشهائی چون زیر پودری (SAW) و در بعضی اوقات روش گاز محافظ(MIG/MAG)

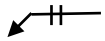
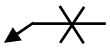
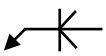
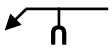
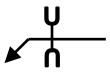
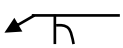
٢-٤-٤-طرح اتصال Joints(QW.402)

در این قسمت تمامی اطلاعات مربوط به طرح اتصال و اندازه و ابعاد و نوع آن مشخص می شود:

٨- طرح شیار یا پخ Groove Design

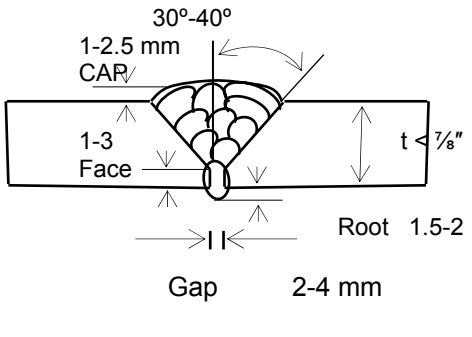
در این قسمت با توجه به جداول زیر نوع پخ ذکر می شود:

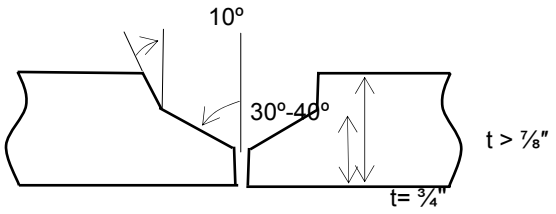
Symbols	Joint Type	نوع اتصال
B	Butt Joint	اتصال سر به سر(لب به لب)
C	Corner Joint	اتصال گوشه ای
T	T-Joint	اتصال T شکل
BC	Butt or Corner J	لب به لب یا گوشه ای
TC	T or Corner J	T شکل یا گوشه ای
BTC	Butt, T, Corner J	لب به لب یا T شکل یا گوشه ای

Symbols	Weld Joint type	نوع شیار
	Square Groove	شیار مربعی
	Single<V> Groove	شیار V شکل یک طرفه
	Double<V> Groove	شیار V شکل دو طرفه
	Single Bevel Groove	شیار جناقی یک طرفه
	Double Bevel Groove	شیار جناقی دو طرفه
	Single <U> Groove	شیار U شکل یک طرفه
	Double <U> Groove	شیار U شکل دو طرفه
	Single <J> Groove	شیار J شکل یک طرفه
	Double <J> Groove	شیار J شکل دو طرفه

می توان در این قسمت بصورت شماتیک تمامی اطلاعات و اجزای اتصال را به ذکر اندازه ها و ابعاد فاصله دو قطعه(Gap), زاویه پخ(۳۰-٤ یکطرفه) , اندازه عمق ریشه (Face), ضخامت قطعه (t), اندازه گرده جوش (Cap) و نیز اندازه نفوذ پاشنه یا ریشه (Root Penetration) بیان نمود که در قسمتی تحت عنوان Joint Details می آید.

در مورد ضخامت قطعه باید توجه کرد که اگر ضخامت قطعه کار از″۸ /۷ بیشتر باشد باید شکل پخ را عوض نمود در زیر دو نمونه پخ با ضخامتهای مختلف را می بینیم.





¾″=19.05 mm ⅞″= 22.225 mm

۹- پشت بند Backing

در صورت استفاده از پشت بند ها باید در این قسمت با ذکر مواد مورد استفاده و نوع آن کاملا مشخص شود صفحه پشت بند صفحه ای است که در پشت شیار جوش جهت مصارف زیر قرار می گیرد.

الف_ جوش در پاس اول شره نکند(Excess) و به اصطلاح نریزد.

ب_ جوش با سرعت مناسب و دلخواه سرد شود که این عمل توسط پشت بندهایی با لوله های آبگرد (در جوشکاری EGW) انجام می گیرد.

ج_ پشت بند عمل محافظت را انجام می دهد. این مورد در روش جوشکاری GTAW در پاس اول انجام می گیرد که توسط یک گاز خنثی مانند آرگن(Ar) که از داخل لوله (در لوله ها قابل انجام است) به پشت درز جوش می رسد و توسط صفحاتی به نام Purge محبوس می شود و در حقیقت پاس اول از هر دو طرف محافظت می شود. این صفحات پس از جوشکاری در داخل لوله باقی مانده و پس از جریان یافتن سیال در درون لوله در قسمت هایدرو تست(Hydro test) در آن حل شده و از بین می رود.

۱۰- نوع و جنس مواد مصرفی در پشت بند Backing Material (Type)

در این قسمت نوع و جنس مواد مصرفی را ذکر می کنیم که بصورت زیر است:

الف- تسمه های آهنی

ب- تسمه های مسی

ج- تسمه های مسی همراه با لوله های آبگرد

د- پودر محافظ Flux

ه- تسمه کربنی

و- گاز محافظ (Ar)

۱۱- اطلاعات متفرقه: Other

در این قسمت اطلاعات متفرقه و اضافی در صورت نیاز وارد می شود.

۳-٤-٤- فلز پایه Base Meta (QW-403)

یکی از مهمترین قسمتها در WPS قسمت فلز پایه بوده که جنس قطعات جوشکاری و مشخصات و ترکیب شیمیایی آنرا به ما می دهد.

۱۲- کد جنس قطعه اول. P. NO

۱۳- کد جنس قطعه دوم (QW-420/422)

در این قسمت کد وشماره مشخص کننده جنس قطعات نوشته می شود که نشان دهنده جنس مورد نظر می باشد تقسیم بندی کلی ASME بر حسب اعداد زیر می باشد:

P.NO:

فولاد و آلیاژهای آن ۱۱-۱ (Steel & Alloy)

آلومینیوم و آلیاژهای آن ۲۵-۲۱ (AL & Alloy)

مس و آلیاژهای آن ۳۵-۳۱ (Cu & Alloy)

تیتانیوم و آلیاژهای آن ۴۷-۴۱ (Ti & Alloy)

زیرکونیم و آلیاژهای ۶۲و ۶۱ (Zr & Alloy)

در بعضی موارد می توان در دسته بندی برای دقیق تر بودن, علاوه بر ذکر P.NO. کد G.NO(Group No) را هم ذکر کنیم که در صورت نیاز در آنجا ذکر می شود.

۱۴- محدوده تغییرات ضخامت . Thickness Range

در این قسمت ضخامتهایی را که WPS مربوطه در بر می گیرد و به عبارتی در Detail Design ذکره شده است را وارد می کنیم. یکی از مهمترین پارامترهای تعیین کننده عملیات حرارتی (پیشگرم و پسگرم) پارامتر ضخامت می باشد که تعداد پاس ها و مقدار مصرفی الکترود و غیره را تعیین می کند.

ضخامتها یی که بصورت استاندارد تعیین شده اند (در مورد لوله ها) عبارتند از :

$t < \frac{1}{16}''$

$\frac{1}{16}'' \le t < \frac{3}{8}''$

$\frac{3}{8}'' \le t < \frac{3}{4}''$

$\frac{3}{4}'' \le t < 1\frac{1}{2}''$

$t \ge 1\frac{1}{2}''$

۱۵- محدوده تغییرات قطر نامی لوله Pipe Dia. Range

در این قسمت محدوده تغییرات در قطر لوله را ذکر می کنیم که می تواند تعداد جوشکار مورد نیاز و یا شرایط فر آیند و غیره را تعیین کند و بصورت زیر دسته بندی می شود.

$O.D. < 2"$ & $2" \le O.D < 12"$ & $O.D. \ge 12"$

*باید توجه داشت که هر چه محدوده تغییرات در قطر و ضخامت کم شود هزینه کاهش یافته و البته کیفیت نیز تغییر می کند (به علت یکسان شدن wps برای ضخامتهای مختلف) که این مطلب مورد نظر پیمانکاران می باشد اما از طرفی کارفرما با توجه به استانداردی که از پیش تعیین کرده است تمامی این مطالب را در مشخصات فنی پروژه (.Project Spec) مشخص می نماید.

۱۶- اطلاعات مختلف و اضافی Others

۴-۴-۴- فلز پر کننده (الکترود و سیم جوش) Filler Metals (QW. 404)

یکی دیگر از اساسی ترین قسمتهایWPS این قسمت بوده و نشان دهنده نوع الکترود و سیم جوش معرفی است . این قسمت نیاز به تبحر و مطالعه فراوان داشته و نیازمند تجربه زیادی می باشد.

۱۷- کد یا شماره فلز پرکننده .F NO (QW-432)

این قسمت که همانند .P NO در .B.M می باشد نشانگر دسته بندی جنسی .F.M بوده و نوع آن را بطور کلی نشان می دهد. دسته بندی .F NO به صورت زیر می باشد:

F NO.

۱-۶ فولاد و آلیاژهای آن (Steel & Alloy)

۲۱-۲۴ آلومینیوم و آلیاژهای آن (AL & Alloy)

۳۱-۳۷ مس و آلیاژهای آن (Cu & Alloy)

۴۱-۴۵ نیکل و آلیاژهای آن (Ni & Alloy)

۵۱ تیتانیوم و آلیاژهای آن (Ti & Alloy)

۶۱ زیرکونیم و آلیاژهای آن (Zr & Alloy)

۱۸- دیگر جنس های هم خانواده Other

در این قسمت هم خانواده های دیگر این .F NO را می توان معرفی کرد:

شماره مشخصات	نوع سیم جوش
A5.1	مشخصات الکترودهای جوشکاری قوس فولاد معمولی
A5.3	مشخصات الکترودهای جوشکاری قوس آلومینیوم و آلیاژهای آلومینیومی
A5.4	مشخصات الکترودهای روکش دار فولاد زنگنزن کرم دار و کرم نیکل
A5.5	مشخصات الکترودهای روکش دار فولاد کم آلیاژ ویژه جوشکاری قوس
A5.6	مشخصات الکترودهای روپوشدار مس و آلیاژهای آن
A5.7	مشخصات سیم جوش و الکترودهای سخت مس و آلیاژهای آن
A5.8	مشخصات سیم جوش لحیم کاری (Brazing)
A5.9	مشخصات سیم جوش لخت فولاد زنگنزن کرم دار وکرمی نیکلی همچنین سیم جوشها و الکترودهای لایه لایه, کامپوزیت وتوپر
A5.10	مشخصات سیم جوش و الکترود لخت برای جوشکاری آلومینیوم و آلیاژهای آن
A5.11	مشخصات الکترودهای روکش دار نیکل و آلیاژهای آن
A5.12	مشخصات الکترودها و سیم جوش لخت جوشکاری TIG
A5.13	مشخصات الکترودهای روکش دادن سطحی
A5.14	مشخصات سیم جوش و الکترودهای لخت نیکل و آلیاژهای آن
A5.15	مشخصات سیم جوشها و الکترودهای روکش دار جوشکاری چدن
A5.16	مشخصات سیم جوش و الکترودهای تیتانیوم و آلیاژهای آن
A5.17	مشخصات الکترودهای لخت فولاد کربنی و فلاکس برای SAW
A5.18	مشخصات الکترودهای فولاد معمولی ویژه GMAW
A5.19	مشخصات سیم جوش والکترودهای لخت آلیاژهای منیزیم
A5.20	مشخصات الکترودهای توپودری فولاد معمولی ویژه جوشکاری قوس
A5.21	مشخصات الکترودها و سیم جوشهای روکش کردن کامپوزیت
A5.22	مشخصات الکترودهای توپودری فولاد زنگنزن کرم دار و کرم نیکل
A5.23	مشخصات الکترودهای لخت فولاد کم آلیاژی و فلاکس برای SAW
A5.24	مشخصات الکترودها و سیم جوش لخت جوشکاری زیر کونیم و آلیاژها آن

۱۹- کد یا عدد ترکیب شیمیایی و آنالیز (QW-442) A NO.

در این قسمت با توجه به جداول موجود در QW-442 می توان آنالیز مربوط به .F.M را نوشت این دسته بندی در ASME به دوازده گروه تقسیم می شود که در جداول مربوط آمده است. باید توجه داشت که از آنالیز شیمیایی .B.M به آنالیز شیمیایی .F.M و به الطبع نوع الکترود آن پی می برند.

۲۰- دیگر آنا لیزهای هم خانواده 0ther

۲۱- شماره مشخصات فنی(QW.432) Spec. No. (SFA)

در این قسمت با توجه به .F NO یا .A NO مشخص شده عدد SFA آنرا تعیین می کنند که در همان جدول QW-432 درکنار F .NO آمده است.در زیر انواع SFA. NO آمده است:

۲- رده بندی AWS AWS NO (Class)

در این قسمت معادل استاندارد AWS برای .F.M انتخاب شده را ذکر می کنیم این قسمت نیز با توجه به QW-432 بدست می آید. فرضا در الکترود های زیر عدد معادل.F.NO وSFA وAWS. NO آمده است.

F.NO.	SFA (ASME Specification NO.)	AWS. NO
4	SFA 5.1 & 5.5	Exx15,Exx16,Exx18,Exx48

که مربوط به الکترودهای قلیایی یا کم ئیدروژن می باشند.

۲۳- اندازه یا سایز الکترود Size of Electrode

در این قسمت با توجه به ضخامت قطعه و نوع و مقدار جریان و نیز نوع و تعداد پاس و قطر الکترود تعیین می شود. فرضا باید توجه داشت که می توان یک ضخامت را با محدوده اندازه ای متفاوتی از قطر الکترود جوشکاری نمود.

۲٤- اندازه یا سایز پرکننده Size Of Filler

اگر در روش خاص مانند GTAW نیاز به ماده پر کننده یا مفتول جوش بود در این قسمت قطر یا سایز آن نوشته می شود.

۲۵- طبقه بندی پوشش الکترود یا پودر جوشکاری Electrode –Flux (Class)

دراین قسمت در صورت نیاز در مورد پوشش الکترود و یا پودر سرباره توضیحات لازم و طبقه بندی آن ذکر می شود.

۲٦- مواد مصرفی پر کننده Consumable Insert

در جوشکاری ساختمانی و کارهای غیر دقیق گاهی اوقات در ضخامتهای بالا قطعاتی از جنس فلز پایه در داخل شیار جوش قرار می دهند که در هنگام جوشکاری پس از ذوب جز فلز جوش شده و در ترکیب آن تاثیر می گذارد. اما در Piping در هیچ جا این کار مجاز نمی باشد.

۲۷- دیگر اطلاعات Other

۵-٤-٤- حالت جوشکاری Position (QW.405)

در این قسمت وضعیت و حالت جوشکاری ذکر می شود.

حالات جوشکاری همانطور که درمبحث الکترودها به آن اشاره شد می تواند در یکی از دسته های زیر قرار بگیرد.

- تخت (Flat)
- افقی (Horizontal)
- عمودی (Vertical)
- بالای سر یا زیر سقفی (Over Head)

اما در مورد اینکه در چه وضعیت خاصی جوشکاری می شود, می توان از جدول زیر استفاده کرد.(QW-461.9)

۲۸- وضعیت شیار در جوشکاری به دو دسته ورق ها (Plates) و لوله ها (Pipes) و از جزء دیگر نیز به دو دسته جوشکاری در حالت گوشه ای و جوشکاری در حالت شیاری (Butt weld) تقسیم می شوند. این تقسیم بندی به طور کامل در جدول QW-461.9 آمده است.

جداول و شکلهای Page: 140,141,143

۲۹- جهت جوشکاری Welding Progression

در این قسمت جهت ومسیر جوشکاری (الکترود) مشخص می شود.

در جوشکاری لوله این جهت می تواند بالا (Up Hill-Up Ward) که در Piping (On Site) مورد استفاده قرار می گیرد ویا سر پایین (Down Hill-Down Ward) که در Pipeline(Off Site) مورد استفاده قرار می گیرد.

در مورد جوشکاری ورق در سازه که می توانیم دو جهت دیگر مشابه چپ به راست (L → R : Left to Right) و راست به چپ (R → L: Right to Left) را تعریف کنیم که در لوله کشی مفهومی ندارد.

۳۰- اطلاعات دیگر و اضافی Other

٤-٤-۵- عملیات حرارتی پیش گرم PREHEAT (QW-406)

عملیات پیشگرم به منظور ایجاد شرایط مناست برای شروع جوشکاری و نیز جلوگیری از ایجاد بعضی از عیوب انجام می گیرد. موارد ذکر شده در مورد اثرات پیشگرم شامل موارد زیر می باشد:

- زدودن بخار آب و آلودگی های سطحی (روغن و ...)
- برقراری و شروع آسان تر قوس الکتریکی
- جلوگیری از پیدایش فازهای ناخواسته
- جلوگیری از پیچش
- سیلان آسان تر حوضچه مذاب در الکرودهایی که باید طول قوس کوتاه تری داشته باشند (خصوصا الکترود های قلیایی مانند E 7018)

باید توجه داشت که حداکثر فاصله زمانی بین دو پاس پنج دقیقه می باشد که با توجه به شرایط آب و هوایی این زمان فرق خواهد کرد. باید توجه داشت که در صورتی که بخواهیم ادامه جوشکاری را به روز بعد موکول کنیم باید حداقل ۷۰٪ از خط جوش یا سرجوش را جوشکاری کرده باشیم. این مساله فقط در شرایط خاص قابل اجراست و ملزم به انجام عملیات حرارتی پیشگرم (در هر حالت و ضخامتی)قبل از شروع مجدد جوشکاری می باشیم.

جداول زیر برای فولادهای مختلف و الکترودهای مختلف دمای پیشگرم را ذکر کرده اند:

		THICKNESS	Preheat Temp.	
			الکترود معمولی	الکترود قلیایی
A36 A53 GR.B A106 GR.B A516 A570	C . S . →	t >¾"	NONE	NONE
		¾" ≤ t < 1½"	66º	10º
		1½" ≤ t < 2½"	107º	66º
		t ≥ 2½"	150º	107º
A572	A.S. →	t >¾"	10º	
A633		¾" ≤ t < 1½"	66º	
API 5LX-52		1½" ≤ t < 2½"	107º	
UTS > 52		t ≥ 2½"	150º	

دلایل اینکه در جدول دوم برای ضخامتهای زیر $3/4$" نیز دمای پیشگرم ذکر شده به دلیل آلیاژی بودن فولاد و حساسیت آن به ترک می باشد.

۳۱- دمای پیشگرم .Pre Heat Temp

در این قسمت با توجه به جنس و ضخامت دمای پیشگرم ذکر می گردد.

۳۲- دمای بین پاس ها .Inter Pass Temp

در این قسمت نیز دمای پائین پاسها که به نوعی با زمان بین دو پاس رابطه دارد ذکر می گردد.

۳۳- نگاهداری پیشگرم Pre Heat Maintnance

محدوده حرارتی که WPS مربوطه با توجه به تغییرات دمایی پیشگرم در آن صدق می کند در این قسمت ذکر می گردد.

۳٤-مسائل و اطلاعات اضافی Other

باید دقت کرد که عملیات جوشکاری در شرایط زیر انجام نمی شود:

- رطوبت بالا
- دمای پایین محیط بطوریکه اگر درجه حرارت محیط جوشکاری از 0^{oF} یا -18^{oC} پایین تر باشد جوشکاری انجام نمی شود (البته دمای $-5\ ^{oC}$ نیز ذکر شده است) در این شرایط ملزم به ایجاد محیط مناسب و عملیات پیشگرم می باشیم.

٤-٤-٦- عملیات حرارتی پسگرم PWHT (Post Weld Heat Treatment) (QW-407)

برای رسیدن به خواص بهینه در B.M. پس از عملیات جوشکاری ممکن است در بعضی از فولادها و یا در بعضی از ضخامتها نیاز به عملیات پسگرم داشته باشیم.

مواردی که می تواند در نوع و الزام عملیات پسگرم نقش داشته باشند عبارت است از:

الف – جنس قطعه

ب- ضخامت قطعه

ج- نوع سیال

د- کربن معادل

ه- دمای محیط جوشکاری

- در موارد(الف و ب) با توجه به جنس و ضخامتهای مختلف الزام یا عدم الزام عملیات حرارتی پسماند مشخص می شود. البته باید دقت کرد که منظور ما از عملیات حرارتی پسگرم در این مبحث عملیات تنش زدائی می باشد. (Stress Relief)

فرضا در کد B 31.3 در جدول Tab 331.1.1 آمده است:

For C.S. : Thk > ¾" → Heat Treatment

On Site: →

For S.S. : Thk > ½" → Heat Treatment

دیده می شود که با تغییر جنس ضخامت بحرانی برای الزام عملیات حرارتی تفاوت خواهد کرد.

- در مورد قسمت (ج) با توجه به نوع سیال احتمال احتیاج به عملیات حرارتی خواهیم داشت فرضا برای سیال های کثیف (مانند DEA در واحد شیرین سازی گاز,آمونیاک و...) عملیات حرارتی الزامی می باشد.
- در مورد قسمت(د) پارامتری به نام کربن معادل در هرجنس فلز B.M. تعریف می شود که بصورت زیر است:

$$C.E. = \%C + 1/6\%\ Mn + \frac{\%Cr + \%V + \%Mo}{5} + \frac{\%Ni + \%Cu}{15}$$

در اینصورت اگر:

C.E. > 0.35 → NONE (Pre Heat & PWHT)

0.35 < C.E. < 0.55 → Pre Heat (NONE PWHT)

C.E. > 0.55 → Both of Pre Heat & PWHT

دیده می شود که با بالاتر رفتن میزان کربن که می تواند جدای از عنصر کربن در عناصری چون Mn,Cu,Ni,Cr,Mo,V نیز از نظر خواص ظاهر شود,قطعه به ترک حساس تر شده و احتیاج به عملیات حرارتی ضروری تر به نظر می رسد. به طور کلی به بالا رفتن مقدار کربن جوشکاری مشکل تر شده یا به عبارتی قابلیت جوش پذیری (Weldability) کاهش یافته و نیاز به عملیات حرارتی بیشتر حس می شود.

- در مورد دمای محیط ذکر این نکته کافی است که در صورتیکه دما به $0^{o}F$ (-18°C) و طبق بعضی منابع به -5^{oC} و زیر آنها برسد عملیات حرارتی تنش زدائی لازم می باشد.

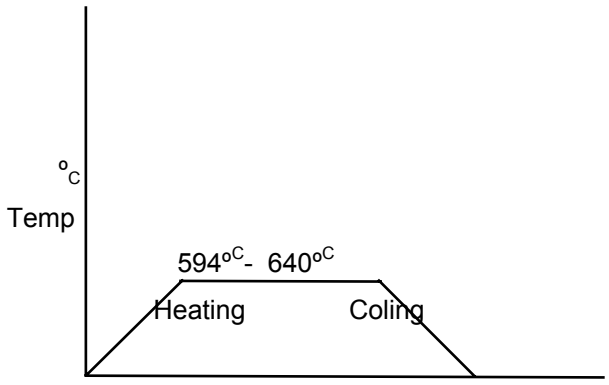
۳۵- دمای پسگرم Temperature

در مورد دمای تنش زدائی در فولادهای Quench-Temper حدودا 590^{oC} می باشد و برای مابقی فولادها دمای مورد نظر تا 650^{oC} نیز می تواند بالا رود . اما در مورد فولاد های کربنی طبق B31.3 :

For C.S. 594^{oC}- 640^{oC}

۳۶- زمان تنش زدایی و حرارت دهی Time Range

اگر بخواهیم تغییرات حرارتی و زمانی تنش زدایی را بر روی یک دیاگرام بیاوریم،دیاگرام مربوطه بصورت زیر خواهد بود:



برای گرم کردن قطعه در کوره حداکثر سرعت سرد کردن باید $220\ ^{o}\ {}^{c}/_{hr}$ باشد البته باید دقت کرد که در لحظه وارد کردن قطعه در کوره حداکثر دمای مجاز 315^{oC} می باشد. در هنگامیکه دمای قطعه به دمای تنش زدائی رسید در این دما به ازای هر اینچ ضخامت قطعه یک ساعت آنرا در کوره نگاه می داریم و در نهایت برای سرد کردن نیز باید سرعت

$200\ ^{o}\ {}^{c}/_{hr}$ را رعایت نمود.

اما در مورد زمان نگاهداری در دمای تنش زدائی جدول زیر موجود می باشد.

Thik < $1/4''$	$1/4'' \le$ Thik < $2''$	Thik ≥ $2''$
15^{min}	$1\ {}^{hr}/_{in}$	$2:15'\ {}^{hr}/_{in}$

*به ازای هر یک اینچ ضخامت زمانی که ضخامت از " ۲ بیشتر شود $2:15'$ زمان نگاهداری در کوره می باشد.

۱- هدف از تهیه نقشه

برای ساخت هر قطعه، ماشین، دستگاه، بنا یا کارخانه نیاز به تهیه نقشه میباشد.

منظور از تهیه نقشه، ترسیم شکل یک شئی، قطعه یا بنا با یک مقیاس مناسب میباشد که به کمک آن اولا" کلیه اجزا تشکیل دهنده را جا نمایی نموده و اشکالات احتمالی را بر طرف کرد. ثانیا" توسط نقشه تهیه شده، قطعه دستگاه و یا بنای مربوطه ساخته شود و همچنین این نقشه ها در آینده برای منظور راهنمای تعمیرات و یا ایجاد تغییرات مورد استفاده واقع میشوند.

۲- اصول نقشه کشی

پلان، نماها و مقاطع (رجوع شود به نقشه نمونه)

در پلان، شکل قطعه یا بنا از بالا ترسیم میشود یعنی کلیه خطوطی که در ضفحه افقی دیده میشوند، در نماها شکل قطعه یا بنا از روبرو و پهلو دیده میشود ترسیم میگردد یعنی کلیه خطوطی که در صفحات عمودی روبرو و پهلو دیده میشوند. در مقاطع که میتواند هم افقی و هم عمودی باشد، برای نشان دادن اجزای داخلی ترسیم میشود

آیزومتریک (رجوع شود به نقشه نمونه)

در نقشه آیزومتریک اشیا بصورت سه بعدی ترسیم میشوند تا بدینوسیله اجزای تشکیل دهنده واضح تر نشان داده شوند

اندازه استاندارد نقشه ها به صورت ذیل میباشد

A4	210x297
A3	297x 420
A2	420x 594
A1	594x 840
A0	840x 1188

نقشه های ساخت اسپول (رجوع شود به نقشه نمونه)

فهرست کالا در نقشه

فهرست کالای کلی بصورت جداگانه

۳- نمادهای بکار رفته در نقشه های لوله کشی

٤- مؤلفه های تشکیل دهنده یک پالایشگاه گاز

الف) دستگاه های ثابت (برجها- مخازن تحت فشار-مبدلها و غیره)

ب) دستگاه های دوار (تلمبه ها-کمپرسورها-دمنده ها و غیره)

ت) اسکلت فلزی های نگاهدارنده دستگاه ها و محل اصلی استقرار و عبور لوله ها)

ث) دستگاه های اندازه گیری مقدار فشار –دما و جریان داخل لوله ها و مخازن و همچنین شیرهای اطمینان (ابزار دقیق)

ج) سیستم تولید و شبکه توزیع برق برای ماشین آلات- دستگاه ها- روشنایی و غیره

چ) مخازن ذخیره محصولات مختلف پالایشگاه و همچنین مایعات مربوط به عملیات پالایش

ح) مشعلهای سوزای فشار قوی و فشار ضعیف

خ) سیستم های آب- برق و بخار

٥- منظور از لوله کشی ها در پالایشگاه

با در نظر گرفتن اینکه مراحل عملیات پالایش گاز در برجها- مخازن و دستگاه های مختلف انجام گرفته و سپس محصولات تولید شده به مخازن ذخیره و همچنین جهت صدور به خارج از پالایشگاه هدایت میشوند لذا جهت ایجاد ارتباط بین دستگاه ها و نقل و انتقال مواد بنا بر نوع ، مقدار جریان، فشار و دمای مواد، نیاز به لوله کشی هایی با جنس، قطر و ضخامت های مختلف میباشد.

٦- اصول کلی در تهیه نقشه های P & ID

P & ID مخفف جمله PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM بوده که به معنی دیاگرام لوله کشی و سیستم ابزار دقیق میباشد.

این نقشه ها که بدون مقیاس تهیه میشوند، صرفا" نشانگر ارتباط بین دستگاه ها (بوسیله لوله کشی ها) و همچنین نحوه کنترل فرایند پالایش میباشند.

در این نقشه ها اطلاعات مربوط به ظرفیت، دما و فشار کارکرد دستگاه ها، قطر لوله ها و نوع سیالات درون آنها، نوع و ضخامت عایق لوله ها نوع و وظایف ابزار دقیق بکار رفته جهت کنترل فرایند پالایش داده شده است.

بر مبنای این نقشه ها ابتدا نقشه های جا نمایی دستگاه های ثابت و دوار، مسیر لوله های ارتباطی تهیه میشود و سپس با استفاده از این نقشه ها و نقشه های P & ID نقشه های PIPING PLAN تهیه میشوند.

٧- انواع سیالات داخل لوله ها، جنس و ضخامت لوله ها

اهم سیالاتی که در لوله های یک پالایشگاه گاز در جریان است به شرح ذیل میباند

الف) گازها که خود دارای انواع مختلفی میباشند

ب) مایعات گازی

پ) گوگرد مذاب (لوله های دو جداره)

ت) مایعات مخصوص عملیات پالایش

ث) آب (آب سرویس و آب خنک کننده)

ج) بخار (فشار قوی و فشار ضعیف)

چ) مایع حاصل از سرد شدن بخار (CONDENSATE)

ح) هوای ابزار دقیق

خ) هوای سرویس

انواع سیالات فوق الذکر همراه با مقدار فشار و دمای کارکرد تعیین کننده نوع و مقدار ضخامت لوله های ارتباطی، اتصالات مربوطه و همچنین جنس و کلاس انواع شیر آلات بکار رفته خواهد بود.

٨- انواع روش اتصال و نوع اتصالات

اهم روشهای اتصال در لوله کشی های پالایشگاه گاز به شرح ذیل میباشد:

الف) اتصال جوش لب به لب (BUTT WELD) اکثرا" برای لوله کشی های "2 و بزرگتر

ب) اتصال جوشی SOCKET WELD برای لوله کشی های "½ 1 و کوچکتر

پ) اتصال فلنجی برای کلیه اندازه ها

ت) اتصال رزوه ای برای لوله کشی های "½ 1 و کوچکتر

ث) اتصال SOCKET SPIGOT فاضلاب صنعتی و بهداشتی

اهم اتصالات مورد مصرف در خطوط "2 و بزرگتر به شرح ذیل میباشد:

الف) زانویی (٤٥ و ٩٠ درجه)

ب) سه راهی (خط اصلی و انشعاب برابر، انشعاب کوچکتر)

پ) تبدیل (هم مرکز و غیر هم مرکز)
ت) در پوش (CAP)
ث) فلنج (WELDING NECK, SLIP-ON, LAP- JOINT) لوله های "2 و بزرگتر
ج) فلنج (SCREWED ،SOCKET WELD) لوله های "½ 1 و کوچکتر
چ) WELDOLET انشعابات "2 و بزرگتر
ح) SWEEPOLET انشعابات "2 و بزرگتر
خ) THREADOLET ، SOCKOLET ، ELBOLET ، LATROLET ، NIPPOLET (انشعابات"½ 1 وکوچکتر)
د) انشعاب لوله به لوله قائم با ورق تقویتی و بدون ورق تقویتی
ذ انشعاب لوله به لوله به صورت مایل و بدون ورق تقویتی

۹- انواع جوشها و پخ زنی ها (END PREPARATION OR BEVELING)
رجوع شود به نقشه ضمیمه

۱۰- انواع شیر آلات
اتصال شیر الات میتواند به صورتهای مشروحه ذیل باشد ("2 و بزرگتر)

الف) فلنجی که به وسیله پیچ ومهره بسته میشود
ب) جوشی که لوله مستقیما" به شیر جوش داده میشود ("2 و بزرگتر)
پ) SOCKET WELD ("½ 1 و کوچکتر)
ت) رزوه ای یا SCREWED ("½ 1 و کوچکتر)

انواع شیرآلات به صورتهای مشروحه ذیل میباشد

الف) GATE VALVE (شیر دروازه ای یا کشویی)
ب) BALL VALVE (شیر توپی)
پ) GLOBE VALVE (شیر کروی)
ت) CHECK VALVE (شیر یکطرفه)
ث)BUTTER FLY VALVE (شیر پروانه ای)
ج) SAFETY VALVE (شیر اطمینان)
چ) CONTROL VALVE (شیر کنترل)

انواع دیگری از شیر آلات هم وجود دارند که نظر به اینکه کار برد آنها محدود میباشد در اینجا ذکر نمیگردد و در صورت بر خورد موردی شرح داده خواهد شد.

۱۱- تجهیزات متفرقه
الف) STRAINERS (صافی ها) دائمی و موقتی
ب) STEAM TRAPS (تله بخار)

۱۲- کدها، مشخصات فنی و استانداردها

نکات عمومی Piping در پالایشگاه گاز (فاز ٤و٥)

١- اتصالات پیچی فقط در خطوط سرویس (Utility) و تنها در جائی که در Material Class لوله کشی قید شده باشد استفاده می شود.
٢- در لوله کشی های با سایز کوچک (”½ 1 و کوچکتر) به جای زانوئی می توان از خم کردن لوله با شعاع5D (D قطر لوله) که تحت فرآیند خم سرد تولید می شود استفاده کرد.
٣- عموما استفاده از فلنج Slip-on مجاز نمی باشد. ولی ممکن است در موارد خاص که مجاز باشد استفاده کرد.
٤- در انشعابات هم اندازه با قطر لوله اصلی ، باید از سه راهی مربوطه استفاده شود. (هم اندازه)
٥- Weldolets و sockolets و غیره باید برای انشعابات با قطر کمتر از نصف لوله اصلی استفاده شود.
٦- کمترین سایز لوله به کار رفته در پالایشگاه ”1/2 میباشد.
٧- لوله های با سایز اسمی” 1/4 ،” 3/8 ،” ¼ 1 ،” ½ 2 ،”5 ،”7 نباید استفاده شوند.
٨- اتصالات جوشی نباید از جنس چدن چکش خوار باشند.
٩- Facing فلنج ها باید از سه نوع زیر باشد :
الف- با سطح صاف (Flat Face) برای اتصالات چدنی تا درجه #125 (Rating 125)
ب- با سطح برجسته (Raised Face)
ت- با سطح شیار دار برای اتصال رینگی شکل با رینگهای دایره ای و هشت ضلعی (Ring Type Joint)
١٠- در شیرهای رزوه ای به هیچ وجه از چرخ زنجیر برای باز و بسته شدن استفاده نمی شود.
١١- شیرهای کروی تنظیم جریان (Glob) فقط باید در لوله کشی های زیر” 6 به کار رود.
١٢- Vent و Drain ها باید پس از هایدروتست توسط کوپلینگ (یا اتصالات مجاز دیگر) و در پوش با جوش آب بندی شود.
١٣- برای لوله های عایق کاری شده بالای ”2 باید از ساپورت و کفشک با ارتفاع حداقل ١٠٠ mm و برای سایزهای زیر ”½ 1 باید از ساپورت با ارتفاع حداقل ٥٠ mm استفاده شود.
١٤- قطعات تقویت کننده اتصالات (لوله در لوله) باید از جنس خود لوله باشند.
١٥- ساپورتهای خطوط Cu-Ni باید توسط قطعات با کلیتی یا شبیه به آن و در مورد ساپورتهای U-belt باید با روکش الاستومر حفاظت شوند.
١٦- برای خطوط لوله عایق کاری شده در سرویس سرد می بایست در زیر ساپورت از یک قطعه عایق برای حفظ و نگهداری شرایط دمایی خط لوله استفاده کرد.
١٧- شیر آلات و فلنج ها از استانداردهای زیر پیروی می کنند:

- شیرهای پروانه ای (Batter fly)	API 60 S
- شیرهای یکطرفه لوله ای شکل (Wafer type)	API S 94
- شیرهای در وازه ای (Gate)	API 60 S
- شیرهای برنزی (Bronze)	MSS STD SP80
- فلنجهای با سایز بیشتر از ”24	MSS STD SP44

١٨- قطر پیچهای تمام رزوه به اینچ و طول آنها به میلیمتر بیان می شود.
١٩- طولهای درخواستی در مورد پیچها ، طولهای موثر و کاری هستند و شامل قسمت مخروطی آن نمیشوند.(فقط قسمت رزوه شده)
انواع واشر (Gasket)
١- تخت (Flat)
- ضخامت واشر از جنس CAF (Compressed Asbestos Fiber)
برای لوله های تا قطر ”14 برابر 2 mm و برای لوله های قطر ”16 به بالا برابر 3 mm می باشد.
- واشر های غیر از جنس Asbestos نباید استفاده شوند.
٢- مارپیچی (Spiral Wound)
- نوع پر کننده از جنس Asbestos (Asbestos Filler Type)
- واشرهای غیر از جنس Asbestos نباید استفاده شوند.
٣- لاستیک مصنوعی (Synthetic Rubber)

- تا قطر "6 از واشر با ضخامت 3mm و برای قطر "8 به بالا از ضخامت 5mm استفاده می شود.

٤- رینگ فلزی (Metal Ring)

- دایره ای یا هشت ضلعی

٥- واشر های مخصوص (Special Gasket)

- با توجه به اسناد موجود در مصوب

روشهای جوشکاری :

الف- جوشکاری قوسی با الکترود تنگستنی با گاز آرگون (TIG or GTAW)

ب- جوشکاری قوسی زیر پودری (SAW)

ج- جوشکاری قوسی الکترود دستی (SMAW)

د- جوشکاری قوسی با گاز محافظ (GMAW)

ه- جوشکاری الکترواسلاگ (ESW)

و- جوشکاری قوسی تو پودری (FCAW)

ز- مابقی روشهای جوشکاری از قبیل پلاسما نیاز به مجوز قبلی از شرکت مسئول دارد.

٢٠- تمام خطوط طولی جوش تا حد ممکن در هنگام نصب باید در بالای لوله قرار گیرد و خطوط جوش لوله های کنار هم حداقل باید با زاویه 30^{o} نسبت به یکدیگر باشد.

٢١- در اتصالات Socket و یا شیر ها ، باید انتهای لوله 1-1.5 mm از انتهای اتصال Socket (از کف نشیمنگاه) فاصله داشته باشد.

٢٢- اتصالات Socket Weld حداقل باید با دو پاس جوش پر شود.

٢٣- خم و خمکاری فقط در لوله های بی درز مجاز است.

٢٤- در لوله های گالوانیزه مجاز به خمکاری نیستند، مگر آنکه دوباره گالوانیزه شوند.

٢٥- تمام اتصالات بخار, گاز مصرفی برای سوخت و هوای ابزار دقیق باید از بالای خط گرفته شوند.

٢٦- در فلنج های Orifice به جز در خود فلنج حق جوشکاری نداریم.

٢٧- سطح داخلی جوش در فلنج Orifice باید شده و سنگ بخورد.

٢٨- جهت سوراخهای فلنج Orifice حتما باید در نقشه مشخص شده باشد.

٢٩- سوراخهای روی فلنج حتما باید نسبت به خطوط عمودی و افقی انحراف داشته باشند و تعداد سوراخ ها مضربی از عدد 4 است.

٣٠-در جاهایی که نقشه، جوش در کارگاه یا سایت را نشان می دهد، باید در همان قسمت به اندازه 200mm اضافه لوله را در نظر گرفت.