

اتصالات (Fitting) :

جهت انشعاب گیری ، تغییر مسیر لوله ها ، بستن خطوط ، تغییر سایز لوله و... از اتصالات استفاده می گردد. زانوئیها، فلنج ها ، کوپلینگ ها و انشعابات (Boss) ——— زو اتصالات به حساب می آیند. بسته به نوع اتصال که لب به لب ، ساکتی یا پیچی باشد نوع اتصالات نیز تفاوت می کند. در ادامه انواع اتصالات را توضیح خواهیم داد.

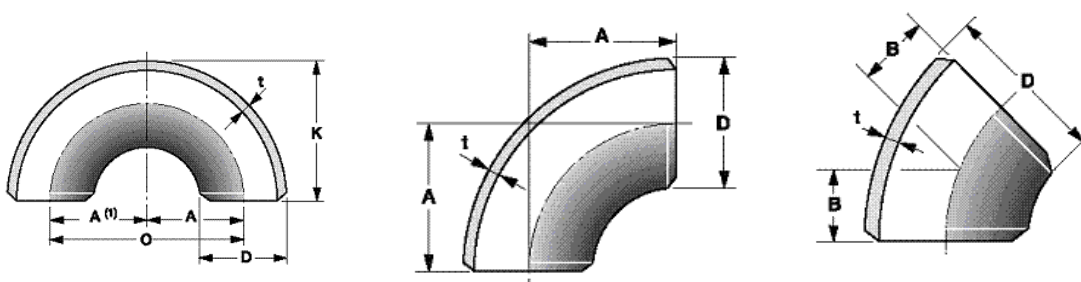
بر حسب نسبت فشار (Pressure Rating) خطوط، استانداردهای متفاوتی برای اتصالات تعریف شده است بعنوان مثال استاندارد ASME B 16.9 برای انشعابات با کاربرد عمومی مناسب بوده و استاندارد ASME B 31 برای خطوط با فشار بالا تمهیداتی در نظر گرفته است. در جدول زیر دسته بندی این استاندارد ها آمده است.

ASME B31.4	Liquid transportation systems for Hydrocarbons, Liquid Petroleum gas, ...
ASME B31.5	Refrigeration piping
ASME B31.1	Power piping
ASME B31.3	Chemical plant & petroleum refinery piping
ASME B31.8	Gas transmission & Distribution piping Systems

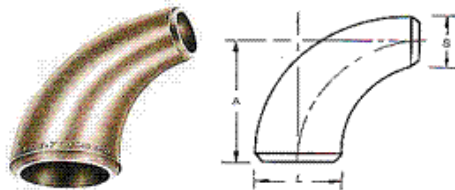
زانوئیهها (Elbows) :

جهت چرخش جریان به اندازه ۹۰ یا ۴۵ درجه از زانوئیهها استفاده می گردد. ولی علاوه بر این اندازه ها در طراحی های خاص زانویی با درجه های غیر متعارف و بصورت سفارشی نیز ساخته می شود.

اتصال که باعث برگشت ۱۸۰ درجه ای جریان می شود «برگشت» یا Return می نامند که به نوعی آنرا می توان جزو زانوئیهها طبقه بندی نمود. برگشت ها در ساخت کوئل های مبدل های حرارتی و Vent مخازن مورد استفاده قرار می گیرد.



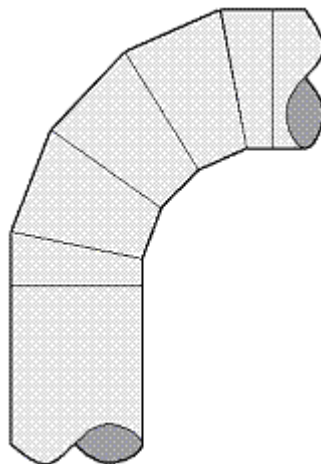
بسته به شعاع چرخش، دو نوع زانوئی ساخته و عرضه می گردد که عبارتند از «شعاع بلند» و «شعاع کوتاه» (Long-Radius , Short Radius). زانوئیهای شعاع بلند با شعاع $1/5$ برابر قطر نامی لوله و برای سایزهای $3/4$ به بالا و زانوئیهای شعاع کوتاه با شعاع برابر قطر نامی لوله می باشند. استاندارد ASME B16.9 برای شعاع بلند و ASME B 16.28 برای شعاع کوتاه اندازه های استاندارد را بیان نموده است. اندازه استاندارد هریک از انواع زانوئیها ضمیمه این گزارش آمده است. یک نوع از زانوهای ۹۰ درجه ضمن تغییر جهت در مسیر سایز لوله را نیز تغییر می دهد که آن را «زانوی کاهنده» می نامند. شعاع زانوئی کاهنده $1/5$ برابر قطر نامی انتهای بزرگتر است.



زانوئی کاهنده

ماتیرها (Mitters):

برای تغییر مسیر لوله های بزرگتر از ۱۰ اینچ که در فشار پائین کار می کنند و افت فشار در آنها زیاد مهم نباشد، با استفاده از چند تکه لوله که زاویه ۹۰ درجه را تامین می نماید، درست می شود. ماتیرها ممکن است از دو، سه یا چند تکه درست شوند. هر چقدر تعداد تکه ها زیاد باشد مقاومت هیدرولیکی ماتیر کم می شود. بطور کلی مقاومت در برابر جریان یک ماتیر سه تکه تقریباً دو برابر زانوئی شعاع بلند معادل می باشد ولی از لحاظ اقتصادی ماتیر با صرفه تر از زانوئی مشابه می باشد.



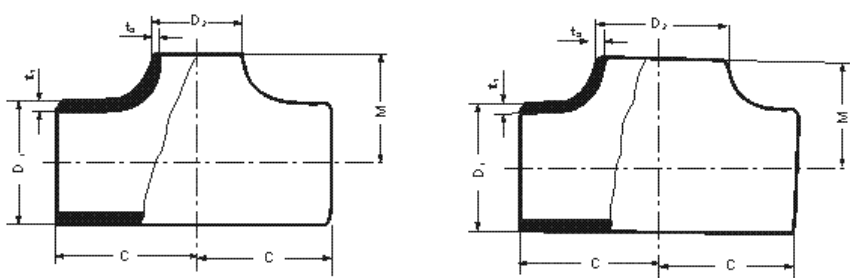
نحوه نمایش یک مایتر در نقشه بصورت زیر است:

4-CUT MITRE BEND SAW BE 15.9mm THK 56"

که نشان دهنده یک مایتر چهار تکه، با انتهای پخ شده با ضخامت ۱۵.۹ میلیمتر با سایز ۵۶ اینچ می باشد.

سه راهی ها (Tees):

برای انشعاب گیری از خطوط اصلی از سه راهی ها استفاده می شود. انشعاب گرفته شده می تواند هم دارای زاویه ۹۰ درجه باشد و هم می تواند بصورت ۴۵ درجه از آن جدا شود. همچنین انشعاب گرفته شده می تواند با قطری برابر قطر خط اصلی باشد و یا با قطری کمتری از قطر خط اصلی. در صورتی که انشعاب گرفته شده ۹۰ درجه باشد آنرا **Straight Tee** یا «سه راهی مستقیم» می نامند. اگر قطر انشعاب گرفته شده کمتر از قطر خط اصلی باشد آنرا «سه راهی کاهنده» یا **Reducing Tee** می نامند. نوع دیگری از سه راهی که کاربرد خاص دارد **Bullhead** می باشد که در آن قطر فرعی از قطر اصلی بزرگتر است و به ندرت مورد استفاده قرار می گیرد. در سه راهی های کاهنده قطر انشعاب نمی تواند کمتر از نصف قطر لوله اصلی باشد.



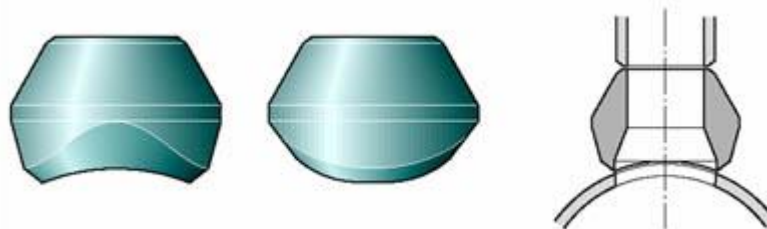
انواع دیگری از انشعاب گیری وجود دارد که به روش **Bonney Forge** ساخته می شوند که عبارتند از **Weldolet, Sockolet, Elbowlet**.

در زیر توضیح هر کدام از موارد فوق آمده است:

اتصال Weldolet:

انشعابی روی لوله اصلی است که روی لوله قرار می گیرد و یک انشعاب ۹۰ درجه باندازه سایز لوله اصلی یا کوچکتر از خط اصلی می گیرد. محدوده استفاده از این نوع انشعاب برای سایز لوله های **۳/۸ NPS** اینچ تا سایز **۶۰** اینچ می باشد. اصطلاح **Weldolet** مخفف **Weld Outlet** می باشد.



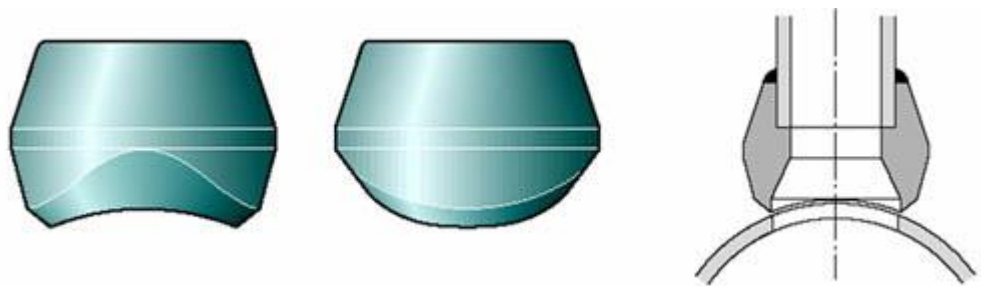


این انشعاب استاندارد سازی نگردیده است ولی از استاندارد ASME B31.3 می توان کمک گرفت. معمولاً از متریال ASTM A 182 – A 350 – A 105 جهت ساخت آن استفاده می شود.

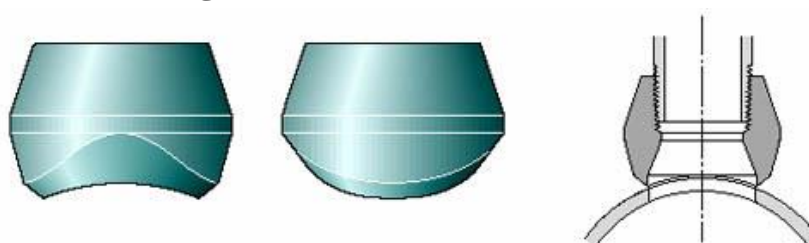


اتصال SOCKOLET :

این اتصال نیز همانند اتصال WELDOLET است با این تفاوت که انشعاب فرعی با اتصال «ساکتی» به آن متصل می شود. SOCKOLET نیز مخفف دو کلمه SOCKET OUTLET می باشد.



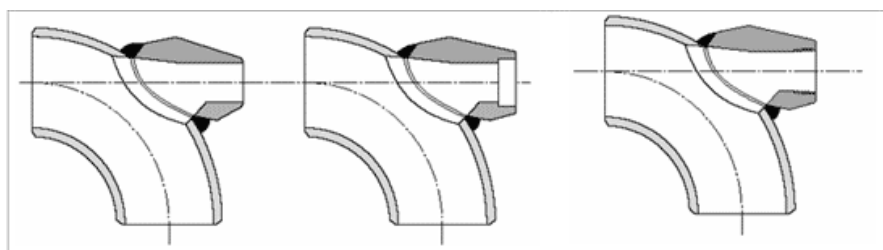
محدوده استفاده از این اتصال بسته به فشار کاری دارد و اندازه آن بر طبق استاندارد ASME B16-11 می باشد. برای کلاسهای تا سه هزار پوند اتصال از ۱/۸ اینچ تا ۴ اینچ می توان انشعاب گرفت و تا کلاس شش هزار از ۱/۴ اینچ تا ۲ اینچ می توان از آن استفاده نمود. نوع پیچی آن (Threaded) نیز به شکل زیر مورد استفاده قرار می گیرد.



اتصال ELBOLET :



یک انشعاب کاهنده که بر روی زانوئی ها (شعاع بلند یا کوتاه) ایجاد می کند. این اتصال نیز در سه نوع Socket, Butt, Thread ساخته می شود.



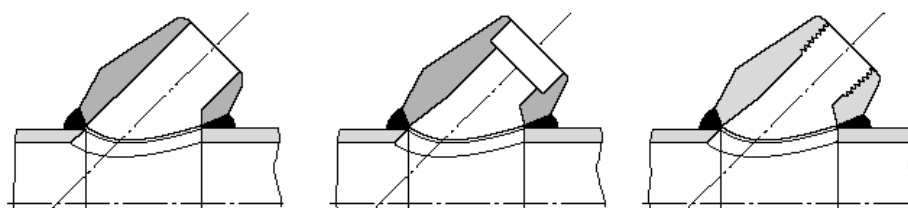
انشعاب LATROLET :

مشخصات این نوع اتصال به شرح زیر است :

انتهای پخ شده طبق استاندارد ASME B16-25

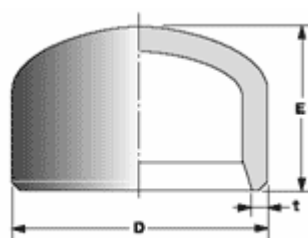
برای نوع «ساکتی» از استاندارد ASME B 16-11

نوع Threaded طبق استاندارد ANSI B1-20-1



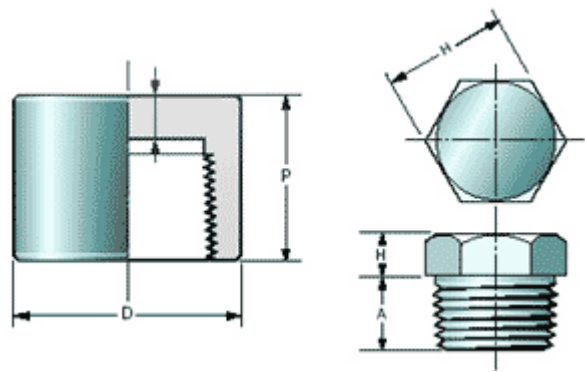
: CAP

جهت مسدود سازی خطوط از CAP استفاده می شود. این اتصال نیز همانند سایر اتصالات در سه حالت BUTT WELD, SOCKET WELD, THREADED ساخته می شود .



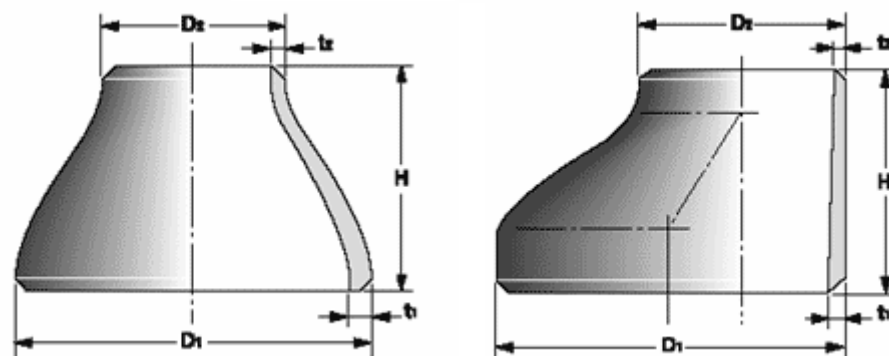
در صورتی که CAP نوع پیچی از بیرون رزوه شده باشد آنرا پلاگ (PLUG) می نامند.





کاهنده ها (REDUCER) :

هنگامیکه بخواهیم دو لوله با قطرهای متفاوت را به همدیگر متصل نماییم از REDUCER استفاده می کنیم. کاهنده ها در دو فرم هم مرکز (CC:CONCENTRIC) و خارج از مرکز (ECC:ECENTRIC) ساخته می شوند.



جنس لوله ها:

جنس لوله ها با توجه به نوع سرویس و شرایط کارکرد تعیین می شود. و به همین دلیل لوله در جنس های مختلف تولید و عرضه می شود. پس ابتدا به بررسی انواع فولادها می پردازیم :

انواع فولادها

- کربن استیل : فولادی که عناصر آلیاژی آن کمتر از ۱٪ و ماکزیمم مقدار کربن آن ۰.۲۵٪

باشد را فولاد کربن استیل می نامند. در این میان نیز عددی بنام «کربن معادل» تعریف می

شود که روشی جهت تمییز فولادهاست و به صورت زیر تعریف می شود:

$$CE = \%C + \%Mn/6 + (\%Ni + \%Cu)/15 + (\%Cr + \%Mo + \%V)/5$$



و بر طبق این مشخصه، کربن معادل فولاد کربن استیل نباید بیشتر از ۰.۴۳ باشد. فولاد کربن استیل بر اساس عملیات حرارتی که روی آن انجام می گیرد (ریخته گری ، شکل دهی و...) به انواع مختلف تقسیم می گردد.

این جنس لوله بطور متداول مورد استفاده قرار می گیرد و بر طبق استاندارد ASTM با دو کد A53, A106 مشخص می شود. ترکیب شیمیایی این دو ، همسان بوده ولی نوع عملیات حرارتی که روی آن انجام می گیرد متفاوت است و هریک ، در دو گرید A, B تولید می شوند که نوع B دارای استحکام بیشتری است، ولی نرمی آن کمتر است. به همین دلیل گرید A برای خمش سرد و کویل‌های بسته توصیه می شود. ترکیب شیمیایی کربن استیل بر اساس کد آن در استاندارد ASTM و جداول مربوطه مشخص می شود. بطور مثال :

A106 Gr.B SMLS

حرف A نمایانگر فولاد است ، عدد ۱۰۶ نوع آن را نمایش می دهد که مقدار عناصر آلیاژی در جداولی توسط ASTM تهیه شده است. گرید B نیز همانطور که توضیح داده شد نوع عملیات حرارتی انجام یافته روی آن است. در جدول استاندارد می توان برای این فولاد مشخصات زیر را پیدا نمود:

Property	psi	MPa
Min. Tensile Strength	60,000	415
Min. Yield Strength	35,000	240

فولاد Killed Carbon: نوعی کربن استیل است که روی آن عملیات اکسیژن زدائی صورت گرفته و اصطلاحاً آرام شده است. این عمل باعث افزایش مقاومت در دماهای پایین می شود.

• **فولاد Low Alloy:** نوعی فولاد آلیاژی است که درصد عناصر آلیاژی آن پائین

است. اصولاً این عناصر باعث تقویت خواص فولاد ، از قبیل : کاهش ضریب انبساط ، مقاومت



در فشارهای بالا ،افزایش مقاومت در برابر خوردگی و... می گردند.دو نمونه از این نوع فولادها در زیر آمده است :

A335 Gr. P11 : %1.25 Cr & %0.5 Mo

A335 Gr. P22 : %2.25 Cr & %1 Mo

برای دو گرید فوق، مقادیر مقاومت تنش به صورت زیر معین شده است:

TENSILE REQUIREMENTS			
Minimum tensile strength		Minimum yield strength	
ksi	MPa	ksi	MPa
60.0	415	30.0	205

- **فولاد آلیاژی :** اگر درصد عناصر آلیاژی در فولاد از یک حد خاصی بالا باشد، آنرا فولاد آلیاژی می نامند.

افزودن نیکل باعث تغییر ساختمان کریستالی شده و شکل پذیری ، چقرمگی و قابلیت جوشکاری فولاد را افزایش می دهد.همچنین باعث افزایش مقاومت در برابر خوردگی محیطی می گردد. مولیبدن (Mo) باعث افزایش مقاومت در برابر خوردگی های حفره ای و شکافی (Crevice & Pitting) می شود.کربن و نیتروژن نیز مقاومت فولاد را افزایش می دهند.

نمونه ای از این فولاد در زیر آمده است :

A312 Gr. TP304

- **استنلس استیل Stainless Steel :** نوعی فولاد آلیاژی است که درصد عناصر نیکل و کروم آن نسبت به بقیه عناصر آلیاژی بالاست .بطور کلی اگر میزان کروم فولاد از ۱۱ درصد بیشتر باشد ، آنرا **Stainless Steel** می نامند.این مقدار کروم باعث می شود که هنگام خوردگی، لایه نازکی روی فولاد تشکیل شود و همین لایه باعث جلوگیری از خوردگی های بعدی می شود و عملاً باعث ترمیم خوردگی می شود . همچنین **S.S** در برابر حرارت نیز مقاومتر است.



بیش از ۲۰۰ گرید مختلف برای استنلس تعریف شده است که مقاومت در برابر حرارت و خوردگی و مشخصات مکانیکی متفاوتی دارند و در ۵ دسته طبقه بندی شده اند که از شرح آنها صرف نظر می کنیم

- **فولاد گالوانیزه :** فولادی است که روی آن را با روکشی از «روی» پوشش می دهند که آنرا در برابر عوامل محیطی همچون زنگ زدگی محافظت می کند. در سایت اوره و آمونیاک ، اکثر ساپورت ها روکش گالوانیزه دارند. همچنین جهت انتقال آب آشامیدنی ، هوای ابزار دقیق از لوله های گالوانیزه استفاده می شود.

- A53 GR.B / GALV

این نوع لوله برای فشارهای پائین و دماهای نسبتاً پائین مناسب است. در مورد نام گذاری نیز ، فلز پایه کربن استیل A53 گرید B است و GALV. هم نمایانگر روکش گالوانیزه آن. بطور کلی از مواد مختلفی بعنوان روکش برای لوله ها استفاده می شود. این روکش ها به دو قسمت عمده تقسیم می شوند: یکی روکش هائی هستند که سطح لوله را بصورت شیمیائی تغییر نمی دهند و دیگری روکش هائی که تاثیر شیمیائی روی لوله دارند. روکش های نوع اول خود به چند دسته مختلف تقسیم می شوند که از آن جمله می توان به روکش های فلزی و غیر فلزی اشاره نمود. روکش های نوع دوم نیز به دو دسته تقسیم می شوند: روکش های با تغییر شیمیائی و روکش های با تغییر فیزیو-شیمیائی. در زیر چند نمونه از روکش ها آمده است :

رنگ کاری ، قـــیراندود کردن ، رنگ زدن با اســـپری های تقویت شده با فلزهای گوناگون ، روکش اتیل سیلیکات، Chromizing، Sherardizing، Phosphating

- **چدن :** ترکیبی از آهن و کربن که درصد کربن آن بالای ۲.۲٪ است . عمده ترین نوع چدن ، چدن خاکستری است. از مزیت های آن می توان به پائین بودن نقطه ذوب و ریخته گری آسان اشاره نمود. جنس بدنه اکثر شیرآلات از چدن است.



• شیشه **Borosilicate** : قدیمیترین نوع شیشه که در مقابل حرارت مقاوم است و

جهت ساخت Sight Glass ، شیشه گیج بویلر (Boiler Gauge Glass) و... مورد

استفاده قرار می گیرد. این شیشه در برابر واکنش های شیمیایی نیز مقاوم است..

• سایر مواد: موادی چون مس، آلومینیوم و... نیز به دلایل مختلف مورد توجه قرار می

گیرد. علاوه بر این، لوله های PVC ، پلی اتیلنی و کلاً لوله های پلاستیکی نیز در Piping مورد استفاده قرار می گیرند.

استاندارد API 5L : این استاندارد نیز مانند استاندارد ASTM ، لوله های با مشخصات و

گریدهای مختلف معرفی می کند. بیشترین گرید استفاده شده، گرید B می باشد که اغلب برای

لوله های با قطر بیشتر از 8" از آن استفاده می شود. مشخصات این گرید به شرح زیر است :

API 5L GR.B

TENSILE REQUIREMENTS			
Minimum tensile strength		Minimum yield strength	
ksi	MPa	ksi	MPa
۳۵.۰	۲۴۱	۶۰.۰	۴۱۳

همچنین از این گرید می توان بجای گرید GR.B ۱۰۶ A

استفاده نمود

روشهای اتصال لوله ها :

عمده روشهایی که برای اتصال لوله ها بکار می رود را میتوان در سه دسته اصلی تقسیم بندی کرد،
دو روش بصورت جوشی و روش دیگر بصورت پیچی است. این سه روش عبارتند از :

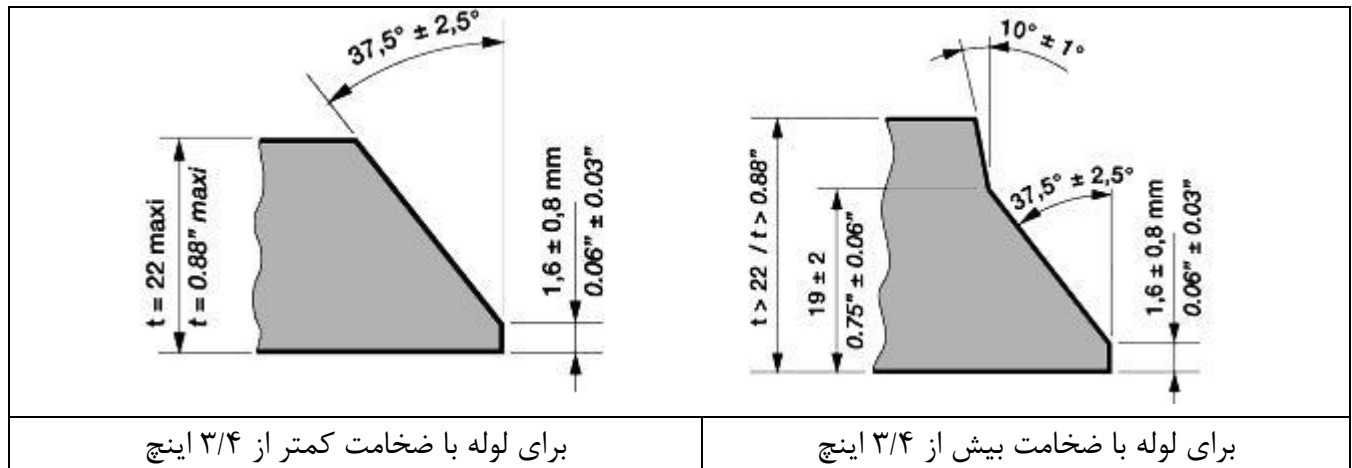
- BUTT WELDED
- SOCKET WELDED
- SCREWED

اتصال BUTT WELD :

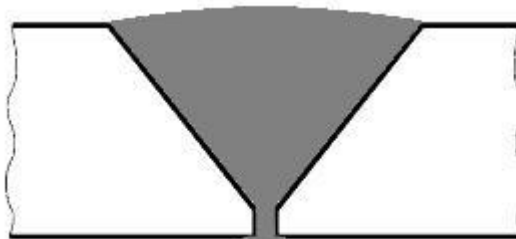
در این روش که به روش « جوش لب به لب » نیز موسوم است، دو لوله در راستای هم قرار داده می شوند و در فاصله مناسبی از یکدیگر خال جوش خورده و سپس توسط جوشی



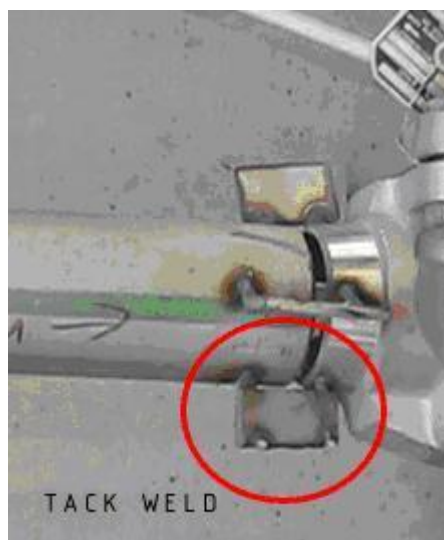
پیوسته به هم متصل می شوند . البته قبل از انجام اتصال دو انتهای لوله پخ زده می شود که به آماده سازی لبه (Edge Preparation) موسوم است. در زیر مشخصات پخ ایجاد شده و نمونه ای از این نوع جوش ، آورده شده است :



نوع پخ ایجاد شده بر طبق استاندارد ASTM B16.25



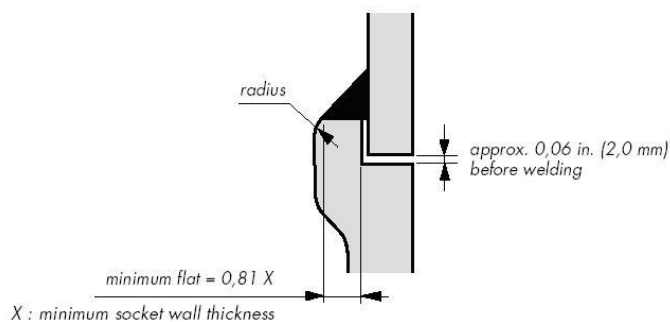
همانطوریکه بیان شد در هنگام جوشکاری لوله ها و اتصالات ابتدا دو لوله در امتداد هم قرار می گیرند، سپس بوسیله جوشهای موقت دو لوله در حالت هم محوری ، ثابت می شوند که به این عملیات اصطلاحاً FITUP گفته می شود. پس از انجام جوشکاری اصلی ، جوشهای موقت از لوله جدا می گردند. شکل زیر نمونه ای از FITUP را نمایش می دهد.



روش های جوشکاری و تعداد لایه های جوش , که اصطلاحاً « پاس جوش » نامیده می شود, بسته به نوع فلز و شرایط کاری آن , در مدارک مخصوصی توضیح داده می شود.

اتصال SOCKET WELD :

در این نوع اتصال یکی از لوله ها در داخل اتصالات دیگر قرار گرفته و دور تا دور آن با فلز جوش پر می شود. در این نوع اتصال انتهای لوله ها صاف ساخته می شود. در زیر شکلی از این نوع اتصال آمده است :



استانداردهای Piping :



استانداردها و کدها برای سرویس های مختلف توسط موسسات استاندارد بین المللی تهیه و توزیع میگردد. این استانداردها شامل نحوه ساخت لوله، نحوه استفاده، طراحی، انشعاب، اتصال، نحوه نصب و نحوه تست خطوط لوله می باشند. در تهیه این استانداردها مهمترین مطلبی که مورد نظر بوده «ایمنی» در هنگام استفاده و کارکرد است .

این استانداردها بسته به شرایط از گذشته تا کنون تکمیل تر شده و در حال تغییر بوده اند.

انجمن های مختلف در زمینه Piping استانداردهائی ارائه کرده اند که از جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود :

American Society Of Mechanical Engineers **ASME**

American Society for Testing and Materials **ASTM**

American National Standards Institute **ANSI**

American Water Works Association **AWWA**

American Petroleum Institute **API**

استانداردهای دیگری نیز در لوله کشی مورد استفاده قرار می گیرند تا استانداردهای فوق را تکمیل نمایند ، از جمله این استانداردها می توان به موارد زیر اشاره نمود :

Plastic Pipe Institute **PPI**

American Welding Society **AWS**

Pipe Fabrication Institute **PFI**

Manufacturers Standardization Society of **MMS**



Valve

and fitting Industry

استاندارد «ASME» استاندارد است که عمومیت بیشتری دارد. این استاندارد لوله کشی

در کاربردهای گوناگون را تقسیم بندی و توضیح داده است :

Power Piping **B31.1**

Fuel Gas Piping **B31.2**

Chemical Plant And Petroleum Refinery **B31.3**

Piping **B31.5**

Refrigeration Piping **B31.9**

Building Service Piping

لوله ها در کلاسهای متفاوت و بسته به کاربرد تولید و عرضه می شود. بطور کلی محصولات لوله به چند نوع اصلی تقسیم شده اند. هر یک از این گروهها نیز به بخشهایی ریز می گردند. نمونه ای از این دسته بندی به شرح زیر است :

دسته بندی اصلی لوله ها	
کاربرد	نوع لوله
لوله های ساختمانی، سرویس های کم فشار ، سرویس های مبرد و...	استاندارد Standard
سرویس های مایع ، گاز یا بخار با دما و فشار نسبتاً بالا	تحت فشار Pressure
لوله با سر مسطح یا رزوه شده برای خطوط لوله نفت ، گاز یا بخار	خطوط Line
لوله های مورد مصرف در پمپ ها، توربین ها و..	آب تمیز Water



	Well
جهت مصارف گوناگون مانند : سرویس های فلاشینگ	متفرقه

