

بنام خدا

اصول طراحی ساپورت
در بخش Piping

تهیه و تدوین : گروه ساپورت شرکت نارگان
فرزاد خانجانی

فهرست

3.....	مقدمه.....
4.....	آشنایی با مدارک بخش پاپینگ.....
5.....	ارتباط گروههای بخش پاپینگ با یکدیگر.....
6.....	نرم افزارهای بخش پاپینگ.....
7.....	مقدمه ای در خصوص ساپورت خطوط لوله کشی.....
7-8.....	طبقه بندی تنشها در سیستم لوله کشی.....
9-10.....	تقسیم بندی خطوط در استرس آنالیز.....
10.....	دسته بندی سیستمهای لوله کشی.....
11.....	نکات مهم در طراحی و یا انتخاب تکیه گاهها.....
12.....	تعاریف.....
13.....	زائده های جوشی.....
14-20.....	انواع مهار کننده ها.....
21-22.....	سیمبولهای تکیه گاهی.....
22.....	علائم اختصاری.....
23-24.....	بررسی تغییرات دما در افزایش یا کاهش طول.....
25.....	نکات قبل از طراحی ساپورت.....
26-27.....	نکات هنگام طراحی ساپورت.....
28.....	نکات هنگام طراحی Civil Work.....
29-36.....	نکاتی در خصوص ساپورت گذاری روی Header و Branch ها.....
37-65.....	ATTACHMENTS.....
66-87.....	LESSON LEARNS ON N-198.....

مقدمه

در طراحی سیستمهای لوله کشی صنایع نفت و گاز و پتروشیمی گروهها و بخشهای مختلفی فعال می باشند. برخی از این گروهها عبارتند از: پروسس، پایپینگ، مکانیک، سیویل استراکچر و ساختمان، برق، ابزار دقیق، ایمنی و....

بخش پایپینگ یکی از بخشهای اصلی تشکیل دهنده یک مجموعه طراحی پروژه های صنایع نفت و گاز و پتروشیمی می باشد که با توجه به حساسیت بالای آن با بیشتر بخشهای دیگر طراحی در یک گروه مهندسی مشاور تداخل کاری دارد.

با توجه به اینکه هدف از این طراحیها تولید نقشه های اجرایی جهت تولید محصول نهایی می باشد و نظر به اینکه محصول نهایی از خطوط طراحی شده بین تجهیزات منتقل می گردد لذا بیشترین حساسیت ها روی این موضوع متمرکز می باشد، بدین دلیل است که تداخل کاری و در نتیجه آن حجم کاری بخش پایپینگ به نسبت بقیه بخشهای دیگر مهندسی بیشتر بوده و بسیاری از امور بخشهای دیگر بطور خودکار وابسته به بخش پایپینگ و چگونگی طراحی خطوط در آن خواهد بود.

بنابراین تقریباً تمامی گروههای دیگر طراحی مهندسی بایستی با توجه به شرایط کاری و Comment های این بخش عمل نمایند و بسیاری از امور خویش را با در نظر گرفتن شرایط طراحی پایپینگ برنامه ریزی نمایند. البته در صورتی که در شرایطی اصول طراحی آن بخشها با مشکل روبرو می گردد، بایستی بخش پایپینگ با اعمال تغییرات مورد نیاز با دیگر بخشها هماهنگ شود.

بعنوان مثال، معمولاً در طراحیهای Basic بخصوص در طراحی سازه های مهندسی، ابتدا بخش پایپینگ با توجه به نیاز خود از لحاظ فضا و در نظر گرفتن شرایط طراحی پایپینگ، سازه را بصورت موقت (Temporary) مدل می نماید و سپس با ارائه Load های وارده بر آن سازه، خوراک اولیه بخش سیویل استراکچر را جهت طراحی سازه مورد نظرش مهیا می نماید و آنها نیز با توجه به آن فضا و نیروهای وارده بر اساس استانداردهای طراحی خود اجزاء تشکیل دهنده آن سازه را تعیین می نمایند. (بعبارتی Member Size می کنند).

بخش پایپینگ شامل سه گروه عمده می باشد.

گروه طراحی (Design)، استرس آنالیز (Stress Analysis) و ساپورت (Support).

آشنایی با مدارک بخش پایپینگ :

بخش طراحی (Design):

بخش طراحی اصلی ترین گروه پایپینگ می باشد . این گروه در طراحی ، با مدارک بشرح ذیل در ارتباط می باشد:
Line List مدرکی که در آن مشخصات خطوط از جهت ، Fluid Code ، کلاس خط ، سایز، ضخامت ، دما ، فشار ، دانسیته ، عایق و.... مشخص شده است.

PID (Piping Instrument Diagram) که تجهیزات ، اجزاء تشکیل دهنده یک سیستم لوله کشی ،سایز ، ابتدا و انتهای خط و....در آن مشخص می باشد.

Mechanical Drawing: نقشه تهیه شده توسط بخش مکانیک جهت ارائه به سازنده تجهیز (Vendor) ، که در آن مشخصات تجهیز از لحاظ ابعادی مشخص شده است.

Vendor Drawing: این نقشه توسط سازنده (Vendor) براساس نقشه Mechanical Drawing تهیه شده و مورد نظر براساس آن ساخته می شود. بنا براین در صورت موجود بودن ، استفاده از آن در برابر نقشه Mechanical Drawing ارجحیت دارد.

Equipment List که لیست تجهیزات مورد استفاده در طراحی در آن مشخص می باشد.
Piping Class (Spec.): در این مدرک متریالهای (Fitting) مورد استفاده نظیر لوله و Valve, Flange و از جهت Sch, Rating (ضخامت) ,جنس و مشخص شده است .

گروه استرس آنالیز (Stress Analysis) :

برخی مدارک مورد استفاده بخش استرس آنالیز عبارتند از :

: Line List

: Piping Class (Spec.)

Critical Line List : در این مدرک شماره CN و Level آن ، مسیر ابتدا و انتهای خط ، دما ، فشار ، ضخامت و..... مشخص شده است .

Standard Support : که در آن نقشه‌های استاندارد شده گروه ساپورت مشخص شده است.

گروه ساپورت (Support):

برخی از مدارک مورد نیاز بخش ساپورت عبارتند از :

استاندارد ساپورت ، Piping Class ، Line List و

ارتباط کاری گروههای بخش پایپینگ با یکدیگر:

همانطوریکه میدانید گروههای نامبرده شده در بخش پایپینگ بایستی ارتباط تنگاتنگی با همدیگر داشته باشند بطوریکه از برآیند آنها یک خروجی مناسب چه از لحاظ طراحی و چه از لحاظ Flexibility خطوط بدست آید ضمن آنکه اجرای مناسب و راحت پایپینگ و ساپورت نیز یکی از هدفهای مهم طراحی می باشد.

همانطور که اشاره شد جهت طراحی یک سیستم لوله کشی اطلاعات اولیه از جمله Line List و PID ضروری است ، طراح بایستی با استفاده از آنها بهترین مسیر لوله کشی را تشخیص و ترسیم نماید ضمن آنکه قوانین و اصول طراحی پایپینگ را نیز رعایت نماید . این پله اول است ، خروجی اولیه گروه طراحی بایستی بوسیله بخش استرس آنالیز بررسی و در نرم افزار مورد استفاده آنها (Caesar) مدلسازی و پس از ساپورت گذاری روی آن خطوط با توجه به مدل سه بعدی از جهت وجود نشیمنگاه مناسب ، خروجی حاصل از آن مورد بررسی قرار گرفته و از جهت Flexibility سیستم ، Stress وارده بر نقاط تکیه گاهی و نازلها ، میزان Load وارده بر سیستم تکیه گاهی ، میزان خیز اعمالی ، فرکانس طبیعی سیستم و غیره چک شود . در اینحالت در صورتی که تمام موارد اشاره شده از جهت استاندارد استرس آنالیز مورد تأیید قرار گرفت ، خط یاد شده جهت ساپورت گذاری به گروه ساپورت ارسال می گردد و عملیات ساپورت گذاری برروی آن توسط این گروه صورت می پذیرد . ولی در صورتی که گروه استرس آنالیز Comment روی خط طراحی شده داشته باشد روی آیزومتریک مربوطه مارک می نماید و به گروه طراحی باز می گرداند تا اصلاحات روی آن صورت پذیرد. حال پس از اصلاح مدل جهت اعمال ساپورت به گروه ساپورت سپرده می شود. از طرفی در صورتیکه گروه ساپورت نیز از جهت موقعیت نامناسب ساپورت های اعمال شده توسط گروه استرس آنالیز دچار دردسر باشد ، بایستی این مشکل را با آن گروه در میان گذاشته تا حتی الامکان راه حلی برای آن ارایه گردد. این چرخه بین سه گروه آنقدر انجام می شود تا جاییکه خط یا خطوط از جهت طراحی و اجراء مشکلی نداشته باشند. بنابراین سه گروه بایستی با همدیگر همکاری و تعامل مناسبی داشته باشند.

توجه به این نکته ضروری است که همواره یک Reviewer تمام مراحل کار گروه ها را زیر نظر دارد و در صورتی که ایرادی از جهت طراحی و اجرای ساپورت مشاهده نماید ، با تهیه Snapshot آن فرد یا گروه را در خصوص آن آگاه می نماید که بایستی تا در اسرع وقت اصلاح گردد.

نرم افزارهای بخش پاییپینگ (Piping)

الف - گروه طراحی

PDS	(جهت طراحی خطوط)
Smart Plant	(جهت Review در مدل PDS)
Microstasion	(نرم افزار Base ، PDS می باشد)
PDMS	(جهت طراحی خطوط)
NAVIS	(جهت Review در مدل PDMS)
Cad Works	(جهت طراحی خطوط)
Auto Plant	(جهت طراحی خطوط)
Auto Cad	(نرم افزار عمومی)

ب - گروه استرس آنالیز

Caesar	(جهت مدلینگ خطوط و بررسی خروجیهای حاصل از ساپورت گذاری)
Licad	(جهت تعیین ساپورت های Hanger)
Microstasion	(جهت دیدن مدل PDS)
Navis	(جهت Review در مدل PDMS)
Auto Cad	(نرم افزار عمومی)

ج - گروه ساپورت

Microstasion	(جهت دیدن مدل PDS)
Smart Plant	(جهت Review در مدل PDS)
PDMS	(جهت مدل ساپورتهای درمدل PDMS)
Navis	(جهت Review در مدل PDMS)
Licad	(جهت تعیین مشخصات ساپورتهای Hanger)
Auto Cad	(نرم افزار عمومی)
STV	(جهت تعیین ساپورت - نرم افزار مخصوص شرکت نارگان)
SMTO	(جهت MTO ساپورتهای - نرم افزار مخصوص شرکت نارگان)

پس از آشنایی اولیه با گروههای پاییپینگ به بررسی گروه ساپورت که یکی از مهم ترین گروهها جهت ارائه مشخصات اجرایی (Construction) می باشد ، می پردازیم.

مقدمه در خصوص ساپورت خطوط لوله کشی:

به منظور اطمینان داشتن از یک سیستم لوله کشی ایمنی و کنترل نیروهای داخلی و خارجی باید سیستم لوله کشی به شکل مناسب ساپورت گذاری گردد. گاهی اوقات استفاده از ساپورت نامناسب علیرغم ایجاد ایمنی باعث افزایش نیروها روی دستگاهها و تجهیزات مورد استفاده خواهد شد. بنابراین استفاده از مهار کننده باید به سمت هدفهای همچون افزایش ایمنی سیستم، کاهش نیرو و ممان روی تجهیزات متصل به لوله کشی، کاهش تنش در لوله و انتقال نیروهای خارجی مثل باد و زلزله به مهار کننده ها و غیره سوق داده شود در هنگام طراحی همواره نحوه ساپورت گذاری سیستم باید مد نظر باشد و ساپورت های اولیه به شکل مناسبی طرح گردند. چرا که در صورت فراموش کردن این مطلب اکثر موقع مجبور به تغییر در طراحی در نتیجه ائتلاف وقت خواهیم شد.

طبقه بندی تنشها در سیستم لوله کشی :

یک سیستم لوله کشی می تواند تحت تاثیر انواع تنش قرار گرفته و دچار شکست گردد مانند تنش حاصل از کمانش، تنش حاصل از خوردگی، شکست ترد امثال آن. این موارد صراحتاً در استانداردهای لوله کشی به آن پرداخته نشده است لیکن مهندس طراح باید اثرات آنها را در زمان انتخاب جنس، طراحی سیستم (Layout) و انتخاب نوع تکیه گاهها در نظر بگیرد. بطور مثال اگر لوله ای در سطح افق بطور مستقیم و با طول نسبتاً بلند حرکت کند و در ابتدا و انتها بطور نامناسب ساپورت شود (مثلاً قراردادن دو Line Stop در ابتدا و انتها و یا یک Line Stop در یک سر و یک Guide در نزدیکی محل چرخش لوله) این لوله دچار کمانش خواهد شد و یا انتخاب ناصحیح متریال در یک سیستم ترش و با درجه حرارت بالا تنشهای ناشی از خوردگی را بوجود خواهد آورد، و امثال آن.

آنچه که در ارتباط با شکست متریال، استانداردها و قوانین لوله کشی صنعتی باید به آنها توجه کرد عبارتند از تغییر شکل های بیش از حد معمول پلاستیکی، ترکیدگی، بی ثباتی ناشی از تغییر شکل پلاستیکی که منجر به شکست تدریجی جسم خواهد شد و خستگی ناشی از بارهای دوره ای (Cyclic)

الف- تنشهای اولیه Primary Stresses :

این تنشها توسط بار گذاری بر سیستم اعمال می شود و به چند دسته تقسیم می شوند :

- Sustained Load :

که عمدتاً شامل بارهایی است که توسط نیروهای مکانیکی بر سیستم اعمال می شوند و در تمام طول عمر عملیاتی سیستم وجود دارند و شامل نیروهای وزنی و فشاری می باشند. سیستم لوله کشی باید به نحوی طراحی شود که نیروهای وزنی در آن تحت کنترل باشد. بنابراین باید از تکیه گاههایی استفاده شود تا در مقابل وزن لوله، وزن سیال داخل آن، وزن عایق، وزن تعلقات (مانند شیرآلات - اتصالات و غیره) و همینطور وزن خود تکیه گاهها بطور مناسب و مطمئن مقاومت نماید.

- : Occasional Loads

اینگونه بارها شامل بارهای پریودیک مانند بار ناشی از وزن برف ، زلزله ، عملکرد شیرهای اطمینان و غیره می باشند. معمولاً جهت اعمال این نیروها بر سیستم لوله کشی ، بصورت افقی (Horizontal) است که گاهی ممکن است عمودی نیز باشد. در حالیکه نیروهای ناشی از بارهای Sustain معمولاً عمودی است. بارهای Occasional عموماً دینامیکی هستند و توسط تکیه گاههای صلب بهتر مهار می گردند.

- : Expansion Loads

بارهای حرارتی گروه دیگری از بارگذارها می باشد که با تغییر درجه حرارت سیستم و افزایش یا کاهش طول لوله نیروهایی در جهت محور (اغلب) به سیستم لوله کشی اعمال می نمایند.

ب- تنشهای ثانویه : Secondary Stresses

تنشهای ثانویه بدلیل مقاومت سازه در مقابل تغییر مکان بوجود می آید ، چه در اثر انبساط و چه در اثر نقاط تکیه گاهی. تنشهای ثانویه معمولاً طبیعت خمشی دارند در اینحالت در شرایط خاصی که نقاطی از سیستم تغییر شکل پیدا می کند ، بروز می نمایند و اگر بصورت مداوم اعمال گردند (سیکلی) به شکست منجر می گردند.

ج- تنشهای حداکثر : Peak Stresses

بروز این تنشها توام ، تغییر شکل موضعی نمی باشد بلکه تحت شرایط سیکلی باعث بروز شکست در سیستم در اثر خستگی در محیطهایی که شکل هندسی ساده ای ندارد مثل خمها و اتصالات ، می گردد . این تنشها بیشترین سهم را در شکست سیستم دارد که به آن Fatigue Failure می گردد.

تقسیم بندی خطوط در Stress Analysis :

خطوطی که ابتدا توسط بخش پاییینگ طراحی می گردد در وهله اول توسط گروه استرس آنالیز مورد بررسی قرار می گیرد. این خطوط به دو دسته عمده تقسیم بندی می گردد.

الف - خطوط Critical که خود به دو دسته تقسیم می شوند :

دسته اول خطوطی هستند که در فشار و درجه حرارت های بالا و یا فشار و درجه حرارتهای پائین کار می کنند و به همین دلیل بروز تنشهای بالا در آنها اجتناب ناپذیر است ، ضمن اینکه همواره اعمال نیروها و گشتاورهای بالا در محل اتصال آنها به نازل تجهیزات نیز متصور می باشد. همچنین خطوطی که به تجهیزات دوار مانند کمپرسور اتصال دارند جزو این خطوط محسوب می گردند.

دسته دوم عمدتاً شامل خطوطی هستند که حاصل سیالات خطرناک و سمی بوده که در صورت عدم طراحی صحیح ، احتمال نشتی از محل اتصالات و یا شکست سیستم لوله کشی در آنها همواره وجود دارد. بنابراین در هر پروژه خاص ، بایستی ابتدا خطوط شناسایی شده تا محاسبات تنش در مورد آنها انجام گردد و این محاسبات بطور قطع باید با استفاده از نرم افزار انجام پذیرد تا درصد اطمینان از طراحی سیستم را بالا ببرد. ذیلاً پاره ای از خطوط که باید توسط نرم افزار تحت انجام محاسبات تنش قرار گیرند عبارتند از :

- کلیه خطوط Decoking, Regeneration ورودی و یا خروجی از Fire Heater و Steam Generators .

- کلیه خطوط فرآیندی ورودی و یا خروجی از کمپرسورهای ساتریفوژ و دمنده ها (Blowers) .

- تمام خطوط بخار ورودی و خروجی از توربینها.

- خطوط فشار بالای بخار (فشار بالاتر از 290 Psi) .

- خطوط Flare

و دیگر خطوطی که در هر پروژه برحسب نیازهای پروژه شناسایی خواهند شد.

ب - خطوط No Critical :

خطوطی هستند که نیازی به تحلیل تنش توسط نرم افزار نداشته و مستقیماً جهت ساپورت گذاری به بخش ساپورت ارائه می گردند.

تذکر مهم :

در پروژه های شرکت نارگان معمولاً خطوط به سه دسته تقسیم بندی می شوند.

الف - خطوط Level 1 :

که همان خطوط No Critical می باشند ، این خطوط پس از ارائه به گروه استرس آنالیز سپرده شده و Critical No برروی آنها مهر می گردد و سپس به گروه Support ارائه می شود تا نوع ساپورت برروی آن مشخص گردد و جهت ورود اطلاعات به بخش طراحی بازگردانده شود.

ب - خطوط Level 2 :

خطوطی هستند که نیاز به محاسبات نرم افزاری دارند ولی اهمیت آن از دسته سوم (Level 3) کمتر است . این خطوط پس از تعیین نوع و موقعیت ساپورتینگ به گروه ساپورت ارایه می گردد و فقط Tag مربوطه روی نقشه آیزومتريک مارک می شود و به بخش طراحی جهت ورود اطلاعات تحویل می گردد.

ج - خطوط Level 3 :

این دسته خطوط، خطوط خطر آفرین بوده و باید کاملاً بر روی آنها دقت شود. معمولاً این دسته خطوط با Spring، Shock absorber، Rigid Strut، و غیره نیز می تواند همراه می باشد. این دسته خطوط نیز پس از تعیین نوع ساپورت و موقعیت آنها توسط نرم افزار Caesar به بخش ساپورت تحویل شده و Tag های مربوطه بر روی آنها مشخص می گردد و به بخش طراحی جهت ورود اطلاعات ارجاع می شود.

دسته بندی سیستمهای لوله کشی :

سیستمهای لوله کشی عمدتاً به دو گروه تقسیم می شوند که آنها نیز خود دارای زیر گروههایی هستند این دو گروه عبارتند از دسته خطوط گرم و سرد و یا عبارت دیگر Hot Pipelines و Cold Pipelines. در صورتیکه درجه حرارت بیش از درجه حرارت مشخص شده در تفکیک خطوط گرم و سرد باشد به آن Hot Line و در صورتیکه درجه حرارت لوله کمتر از رنج مشخص شده جزو خطوط Cold Line می باشد علاوه بر این سیستمهای Hot و Cold نیز هر یک براساس قطر لوله به دو دسته لوله های سائز بالا و لوله های سائز پائین تقسیم می شوند. لوله هایی که دارای قطر 2" و کمتر هستند به Small Lines و لوله هایی که 3" و بالاتر هستند به Large Lines دسته بندی می شوند.

تذکر:

در پروژه های اولفین شرکت نارگان دمای مشخص شده جهت تفکیک سرد یا گرم بودن خطوط 29°C - می باشد. بنابراین اگر $T > -29^{\circ}\text{C}$ باشد خط گرم و در صورتیکه $T < -29^{\circ}\text{C}$ باشد. خط سرد می باشد. شایان ذکر است خطوط سرد و گرم در دماهای خاص به دسته بندی های High temperature و Low Temperature نیز تقسیم می شوند.

نکات مهم در طراحی و یا انتخاب تکیه گاهها :

طراحی تکیه گاهها همانند بقیه بخشهای لوله کشی نیاز به مطالعه و تجربه دارد و باید از ابتدای پروژه در مرحله مقدماتی مورد توجه قرار گیرد و مشخصات فنی مورد نیاز نیز بنابه مقتضای هر پروژه در اختیار طراح لوله کشی قرار داده شود. در هر حال نکات ذیل باید در طراحی تکیه گاهها در نظر گرفته شود.

- مطالعه مشخصات فنی ارائه شده برای تکیه گاهها در ابتدای پروژه (در صورت موجود بودن) به منظور انتخاب مناسب تکیه گاهها در هنگام طراحی.
- در نظر گرفتن درجه حرارت طراحی لوله به منظور تعیین استحکام و نوع متریال تکیه گاه و تمهیدات لازم جهت عایق کاری و غیره .
- داشتن اطلاعات کافی در مورد متریال سیستم لوله کشی و متعلقات ساپورت به منظور کاهش واکنشهای گالوانیک در نقاط اتصال تکیه گاه به لوله .
- حداکثر استفاده از سازه های موجود بویژه سازه های اصلی به منظور کاهش تعداد ساپورت ها و حذف ساپورتهای پیچیده .
- استاندارد کردن انواع ساپورتهای (Standard Support Drawing) به منظور کاهش تعداد نقشه های مورد نیاز تکیه گاهها.
- بررسی اجرایی بودن ساپورتهای طراحی شده و ساده نمودن طرح ، برای مثال ساپورت کردن آسان لوله ها و پرهیز از اتصال تکیه گاهها به متعلقات لوله کشی نظیر Fitting .
- نزدیک کردن تکیه گاهها تا حد امکان به اجزایی که مانند نیروهای متمرکز در سیستم عمل می کنند مانند شیرآلات و فلنج ها ، لوله های عمودی ، نقاط اتصال دو لوله و تغییر جهت لوله ها در حالت افق .
- امکان تعمیرات سیستم لوله کشی .
- در نظر گرفتن تغییر مکانهای لوله و تجهیزات و پرهیز از صلب کردن سیستم لوله کشی .
- در نظر گرفتن نیرو های خارجی مانند باد، زلزله و نیروهای داخلی همچون تخلیه شیرهای اطمینان .
- توجه به تداخل فونداسیونهای و ترنج ها و لوله های Underground .

تعاریف :

برخی اصطلاحات مورد استفاده در ساپورت گذاری بقرار ذیل است :

Restraint: هر وسیله ای که در مقابل تغییر مکانهای ناشی از تغییر درجه حرارت لوله مقاومت و یا آنرا محدود کند.

Rest: هر وسیله ای که نیروی وزن و یا نیروی عمودی ایجاد شده در سیستم لوله کشی را تحمل کند ساپورت گفته می شود.

Brace: به مهار کننده هایی گفته می شود که در مقابل تغییر مکان های ناشی از نیروها به غیر از تغییر درجه حرارت سیستم و وزن مقاومت می کنند مانند نیروهای ضربه ای.

Anchor: هر مهار کننده صلبی که در مقابل هر گونه حرکت انتقالی و چرخشی مقاومت کند.

Stop: هر وسیله ای که اجازه چرخش در لوله را داده ولی حداقل در یک جهت در مقابل حرکت های انتقالی مقاومت کند.

Guide: هر وسیله ای که باعث جلوگیری از چرخش در یک جهت (حداقل یک محور) در مقابل ممانهای پیچشی و یا خمشی گردد.

Two Axis Stop: هر وسیله ای که در مقابل تغییر مکان لوله در دو محور مقاومت کند.

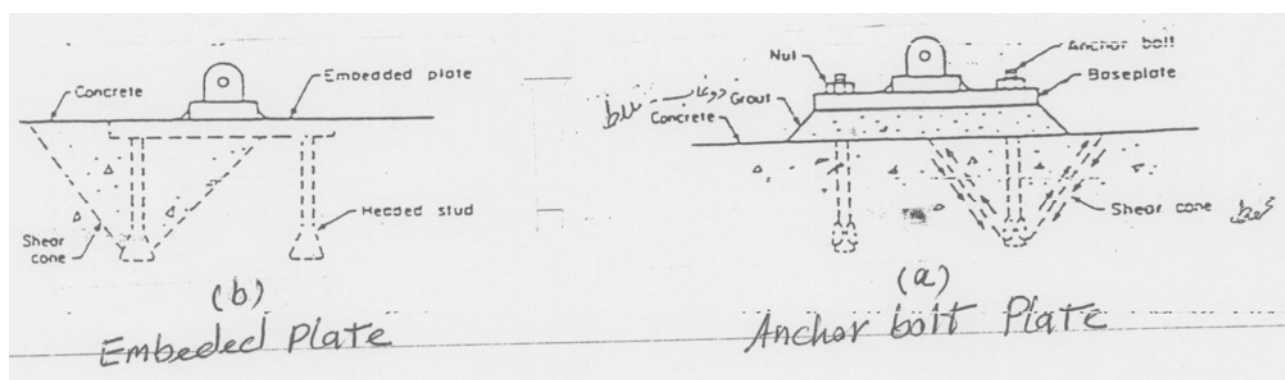
Hanger: ساپورتی که لوله از آن با اتصال به یک سازه، آویخته شده و نیروهای عمودی لوله کشی را به صورت کششی تحمل کند.

Resilient Support: به ساپورتی که شامل یک و یا چند عضو الاستیک باشد مثل Spring گفته می شود.

Sleeper: به ساپورتی که روی زمین قرار گرفته و تعدادی لوله در مسیر های مثل Pipe Rack روی آن ها قرار می گیرند اطلاق می گردد. معمولاً این ساپورتهای از نوع بتنی ساخته می شوند.

Anchor Block: به بلوک بتنی گفته می شود که جهت جلوگیری از انتقال تغییر مکان خطوط زیر زمینی از داخل زمین به تجهیزات روی زمین استفاده می شود و اتصال خط لوله به بلوک بتنی توسط یک انکر فلنج انجام می گردد.

Base Plate: یکی از انواع تکیه گاههایی است که بطور ترکیبی، مهار کننده های دیگر مورد استفاده قرار می گیرند که آنها در دو نوع Anchor Bolted Plate و یا Embedded Plate مطابق شکل بکار میروند.



Base Plate نوع (a) معمولاً بعد از بتن ریزی می تواند بوسیله Expansion Bolt نصب گردد در حالیکه نوع (b) قبل از بتن ریزی باید نصب گردد. استحکام هر دو نوع براساس ظرفیت مخروط برشی که در بتن بوسیله نیروی کششی ایجاد می گردد، تعیین می شود. استحکام این ساپورت تابعی از عمق فرورفته Bolt و قطر انتهای مخروطی شکل Bolt در بتن، استحکام بتن و فاصله بین Bolt ها می باشد.

Span: فاصله مجاز بین دو ساپورت که برای خطوط با سازه های مختلف لوله تعریف شده است.

زائده های جوشی : Welding Lugs

گاهی اوقات مهار نیروهای وارد بر لوله بطور مستقیم مشکل و گاهی غیر ممکن است ، لذا جهت حصول به این هدف از قطعات واسط که معمولاً به لوله جوش می گردد ، استفاده می شود. این قطعات واسط معمولاً به صورتهای Dummy leg , Trunnion, Bear Lug, Shear Lug و غیره می باشد.

:Bear Lug

انتقال نیروی جانبی به مهار کننده های جانبی را باعث می شود.

:Shear Lug

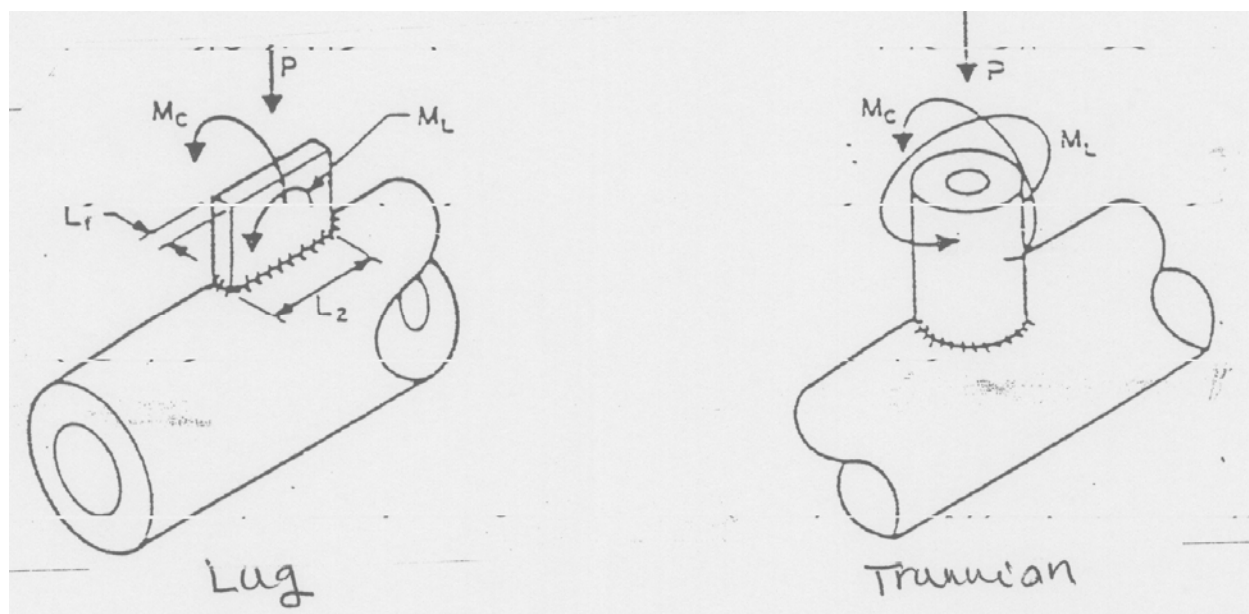
جلوگیری از حرکت های محوری لوله را بعهدده دارد.

:Trunnion

اتصال جوشی افقی است که از لوله ساخته می شود و بعنوان واسط استفاده می گردد.

:Dummy Lug

اتصال جوشی عمودی است که از لوله ساخته می شود و جهت کنترل نیروی عمودی بکار می رود.



مطابق شکل فوق نیروها و ممانهای مختلف وارده به این زائده ها اعمال می شود که بایستی از لحاظ مقاومت مورد بررسی قرار گیرد.

انواع مهار کننده ها :

بطور کلی می توان مهار کننده ها را به 4 دسته کلی تقسیم کرد.

الف - تکیه گاههای وزنی (Weight Support) مثل Shoe, Rod Hanger, Saddle, Sleeper,

ب - مهار کننده های صلب (Rigid Restraint) مثل U-Bolt, Stop, Guide و غیره .

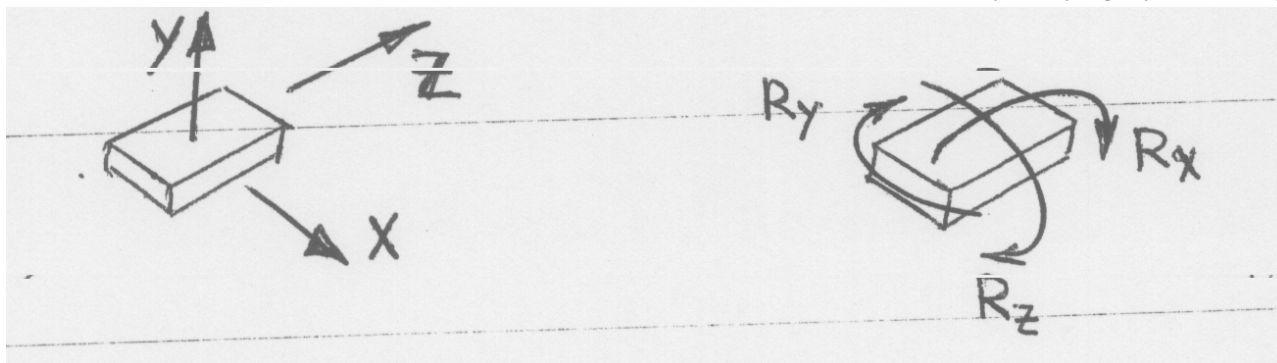
ج - مهار کننده های دینامیکی مثل Spring, Shock Absorber(Snubber) .

د - Swav Brace (جهت کنترل Vibration)

جهت تکمیل مطالب فوق توجه به نکته زیر ضروری است .

همانطوریکه میدانیم هر المان در فضای سه بعدی دارای 6 درجه آزادی است ، سه درجه انتقالی در امتداد محورها Z, Y, X

و سه درجه دورانی حول محورها Z, Y, X



درجات آزادی هر المان بصورت انتقالی

درجات آزادی هر المان بصورت چرخشی

توجه به این نکته ضروری است که هدف از Supporting مهار کامل حرکتهای انتقالی و درونی نمی باشد بلکه کنترل حرکتهای یاد شده در جهت دلخواه می باشد و این کار با توجه به شرایط هندسی خط ، دما ، طول ، قطر و صورت می پذیرد ، تا بتوان Flexibility مناسب جهت سیستم لوله کشی را مهیا نمود.

در ادامه به بررسی بیشتر دسته بندیهای یاد شده می پردازیم :

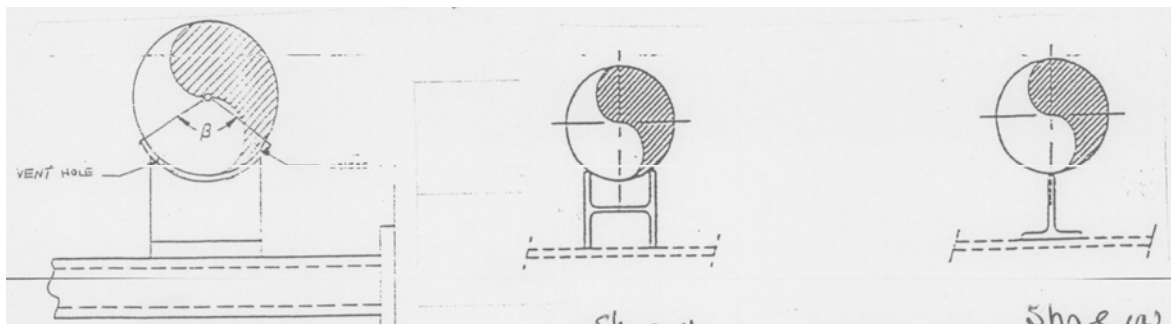
الف - تکیه گاههای وزنی :

نیروی عمودی از دو طریق کنترل می گردد : کف لوله و بالای لوله . در صورتیکه نیروی عمودی از کف لوله کنترل شود به آن Rest گویند و در صورتیکه آن نیرو از بالای لوله کنترل گردد به آن Hanger گویند.

برخی از تکیه گاههایی که بعنوان Rest بکار می روند عبارتند از Trunnion, Dummy, Saddle, Shoe .

Shoe معمولاً از سپری یا ناودانی و گاهی اوقات Plate در ابعاد مختلف ساخته می شود (مطابق شکل).

Saddle در صورت بالا بودن وزن جهت گسترده کردن نیروی وارد بر لوله استفاده می گردد. (مطابق شکل).

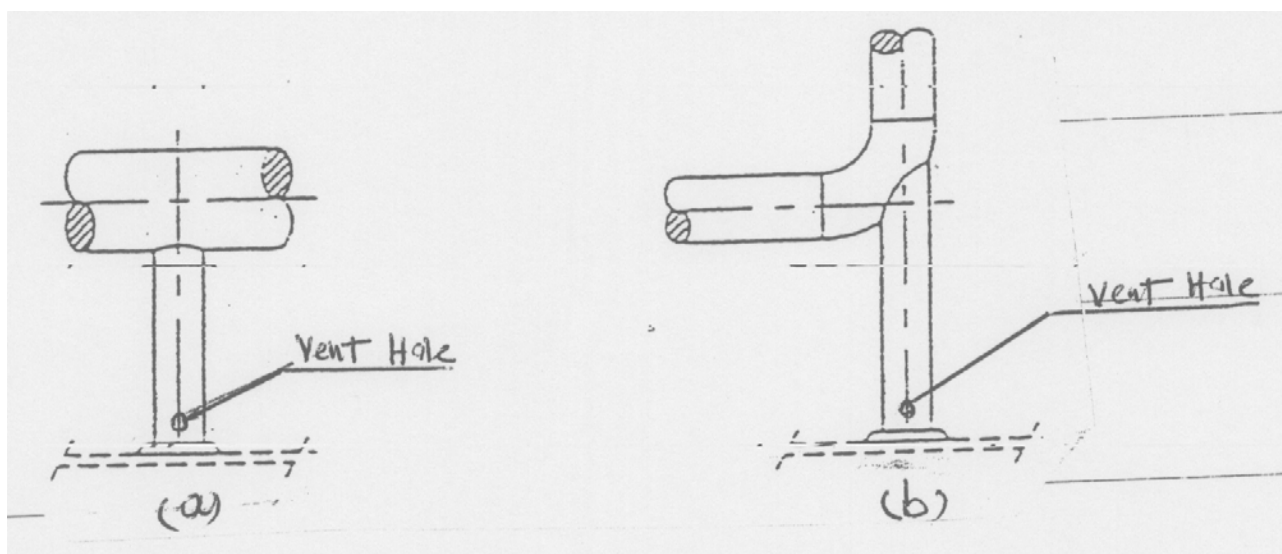


Saddle(Shoe)

نمونه ای از Pipe Shoe

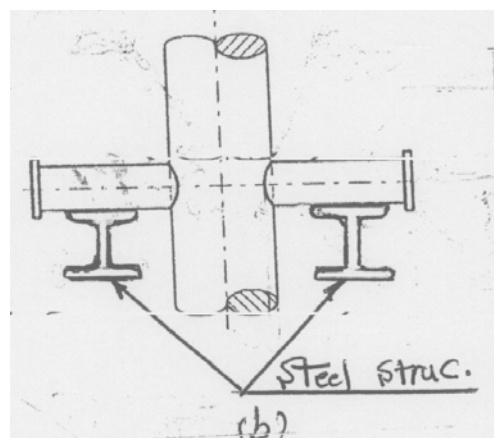
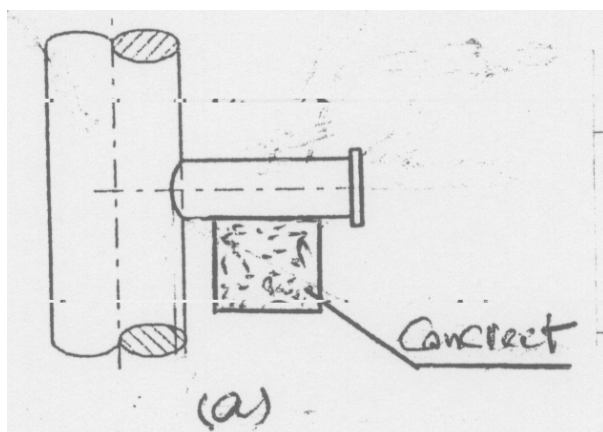
نمونه ای از Pipe Shoe

Dummy که از جنس لوله بوده (معمولاً یک سایز کوچکتر از لوله) و در لوله های افقی و یا سر Elbow جهت کنترل نیروی عمودی بکار می رود. (مطابق شکل).



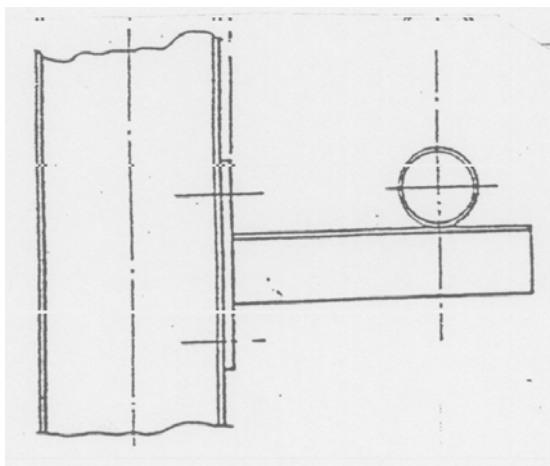
Dummy leg

Trunnion نیز از لوله ساخته می شود و در لوله ها عمودی به لوله جوش می شود و وزن لوله را کنترل می کند. از Trunnion بعنوان واسط جهت Guide کردن لوله در خطوط عمودی نیز استفاده می گردد. (مطابق شکل).



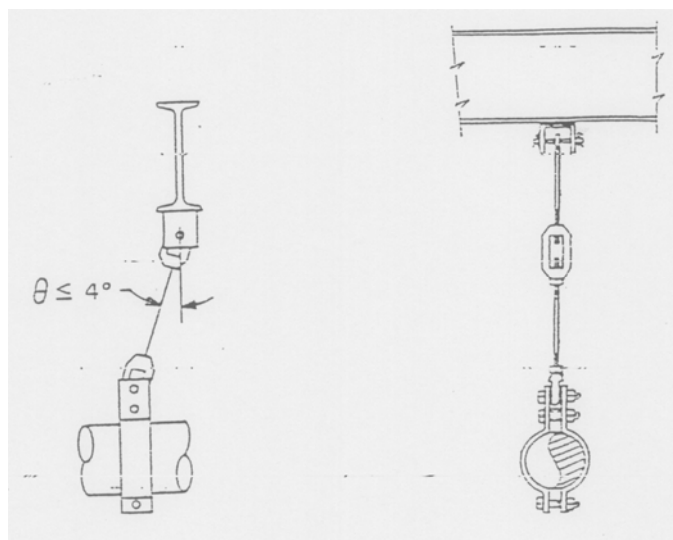
Trunnion

در بسیاری اوقات لوله درون هیچگونه واسطی بر روی تیر و یا استراکچر می نشیند (مطابق شکل).



ساپورت بدون قطعات واسطه

تکیه گاه وزنی که بصورت Hanger می باشد Rod می باشد.. این تکیه گاه فقط در مقابل کشش مقاوم است و محل اتصال آن از بالای لوله می باشد. نکته مهم در مورد این تکیه گاهها این است که در مقابل نیروی فشاری مناسب نیستند و نباید تغییر مکان لوله باعث تغییر زاویه بیش از $\pm 4^\circ$ درجه در محور عمودی Rod گردد (مطابق شکل).

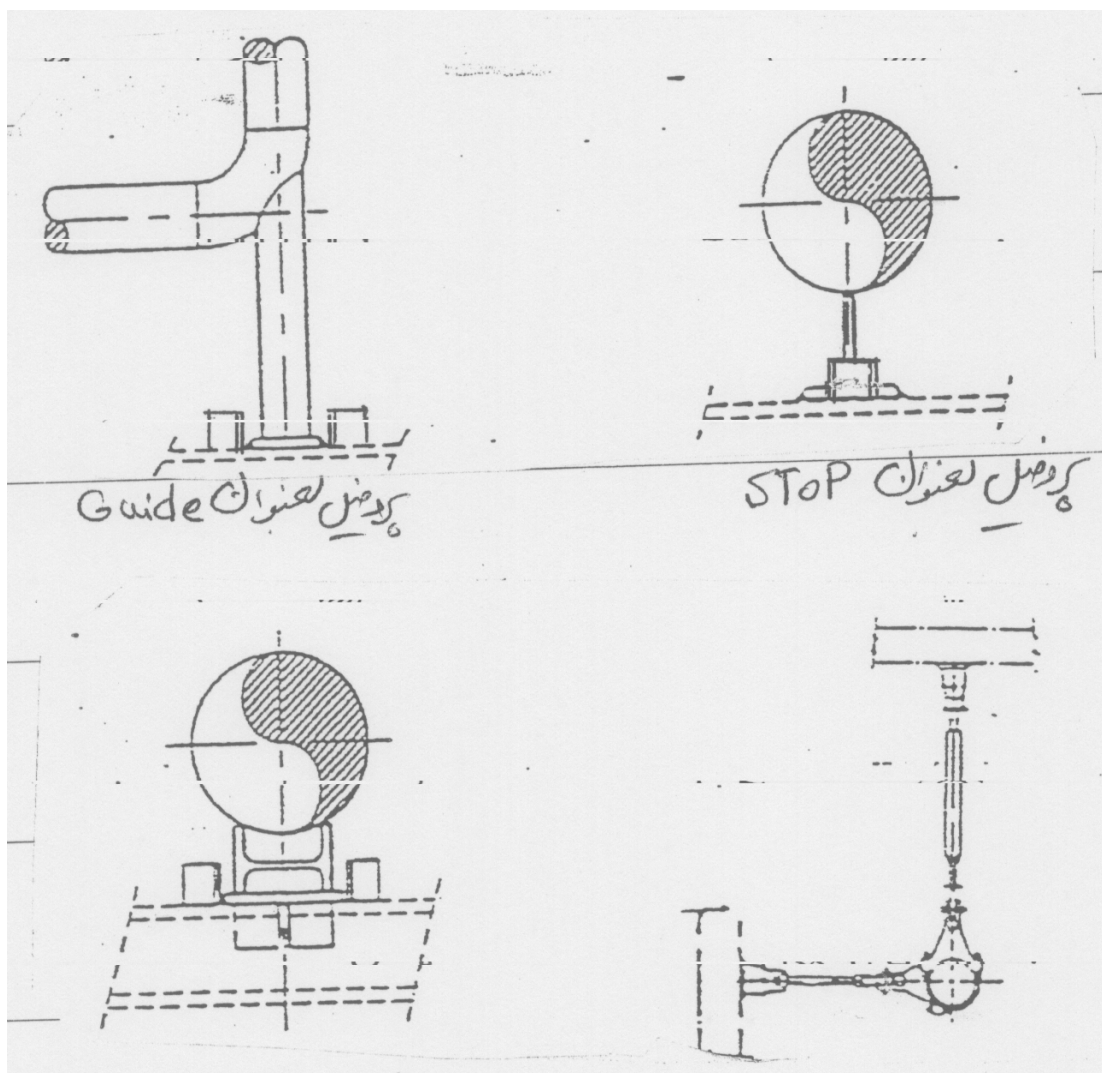


نمونه ای از Hanger

مطابق شکل Pipe Clip یکی از اجزایی است که در تکیه گاههای Rod Hanger مشاهده می گردد. Pipe Clip با توجه به سایز لوله و باری که باید تحمل کند انتخاب می گردد. دو نوع عمده آنها عبارتند Clip با دو Bolt و یا سه Bolt که نوع دوم برای لوله هائیکه ضخامت عایق بیش از 1 اینچ (250mm) است مورد استفاده قرار می گیرد.

ب - مهار کننده های صلب :

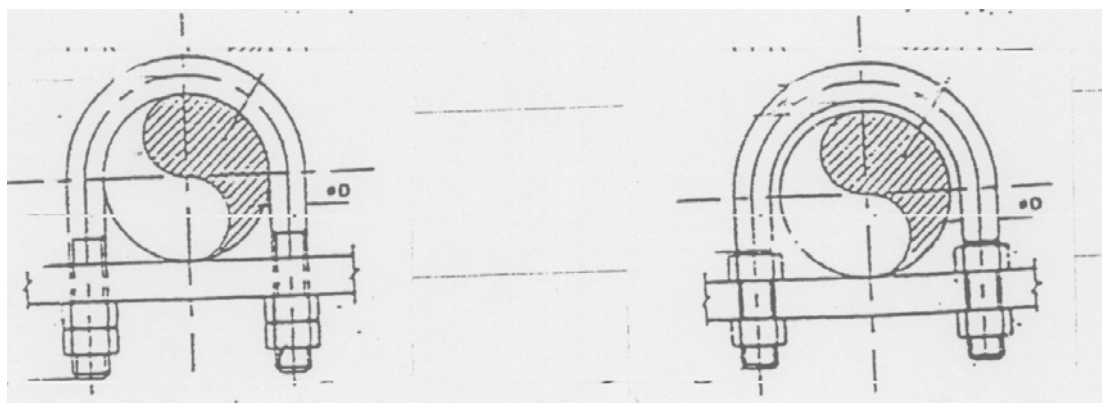
وظیفه این مهارکننده ها مقاومت در مقابل نیروهای وزنی ، تغییر مکان ناشی از حرارت ، نیروهای خارجی مثل باد و زلزله و غیره می باشد . این مهار کننده ها می توانند از اشکال ساده فولاد های ساختمانی مانند ناودانی ، نبشی و یا تیر آهن و یا از اشکال پیچیده ای مانند Rigid strut ساخته شوند. انتخاب هر یک از آنها براساس مقادیر نیرو یا ممان و محدودیتهای مورد نیاز جهت کنترل تغییر مکان خواهد بود.



پرفیل بعنوان Stop و Guide

Rigid Strut در دو جهت

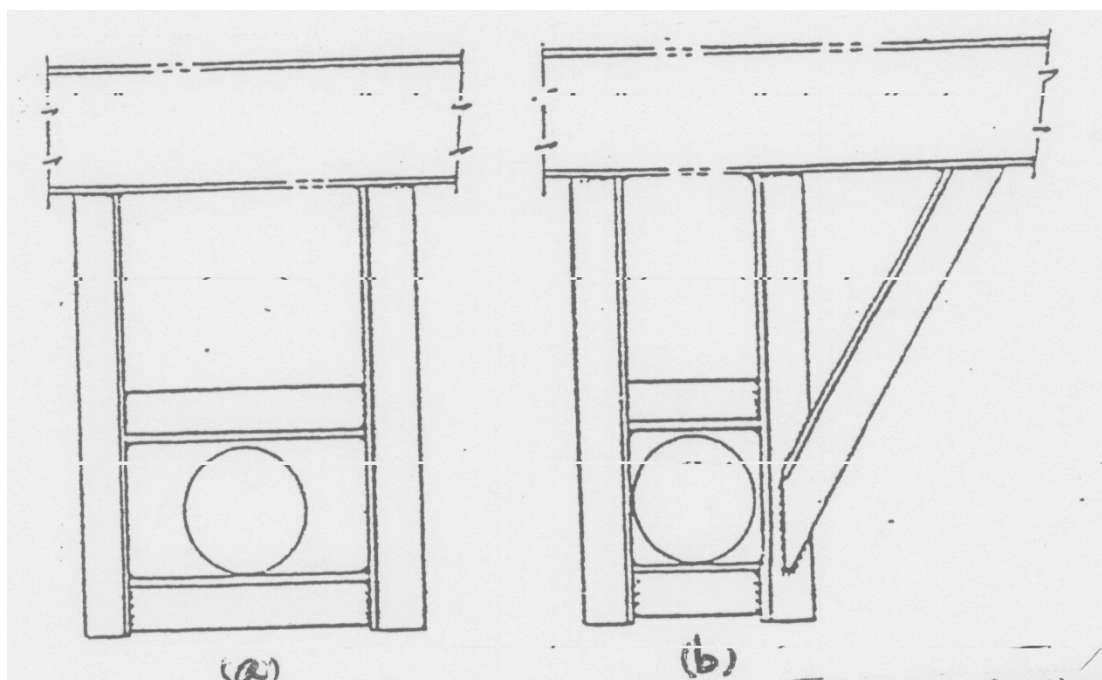
یکی از عمومی ترین مهار کننده ها U-Bolt ها هستند که از شکل دادن یک Rod ساخته می شود. این مهار کننده در مقابل تغییر مکان های لوله در دو جهت مقاومت می کند و اصولاً ظرفیت برش آن بسیار پایین تر از ظرفیت کششی می باشد. U-Bolt ها معمولاً در مواقعی که نیروی جانبی کم است مورد استفاده قرار می گیرد (بعنوان Guide) ولی بسته به نوع قرار گیری مهره های U-Bolt از آن بعنوان Anchor برای نیروهای کم و سایز های پائین نیز استفاده می گردد.



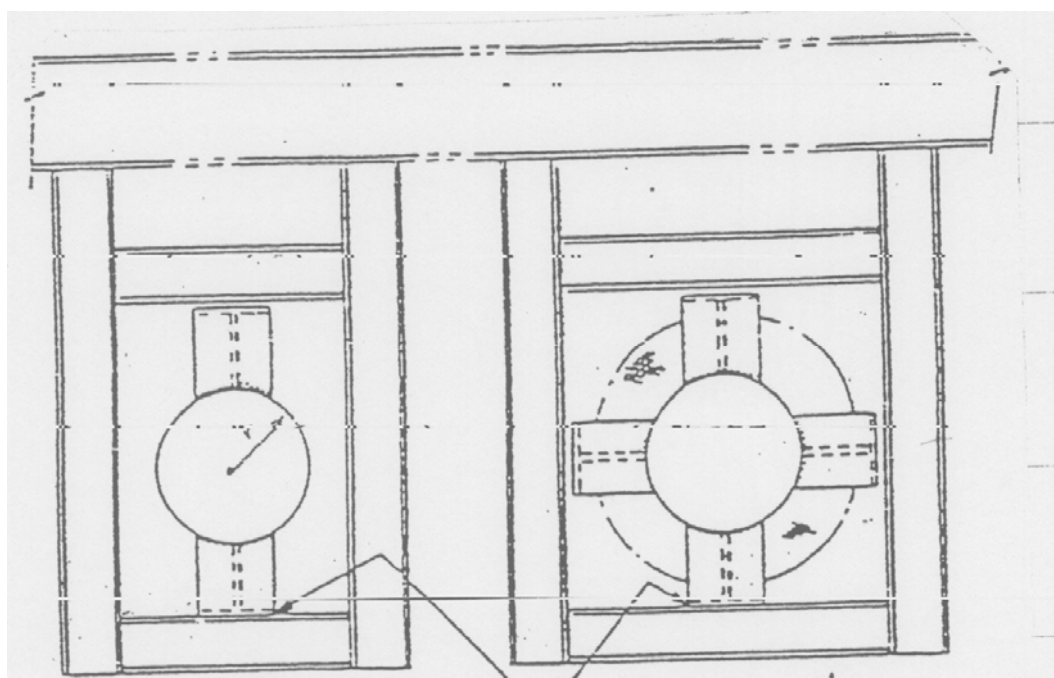
Anchor U-Bolt

Guide U-Bolt

در حالیکه نیروهای جانبی از مقادیر مجاز U-Bolt بیشتر باشد می توان از مهارکننده های تسمه ای استفاده کرد و در صورتیکه بسیار بیشتر از رنج یاد شده باشد می توان از فولادهای ساختمانی استفاده نمود.



مهار کننده های صلب بدون قطعات واسطه



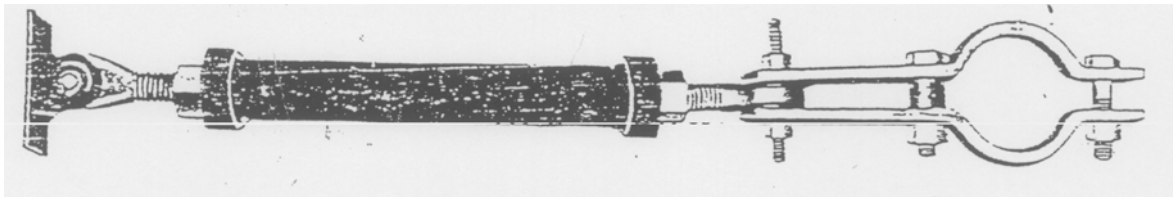
مهار کننده های صلب به همراه قطعات واسطه

مهارکننده های صلب گاهی مستقیماً با فولادی ساختمانی صورت می پذیرد ولی گاهی اوقات از یک اتصال واسطه نیز جهت مهار نیروها استفاده می گردد. (مطابق شکل)

با استفاده از اتصالات واسطه می توان محدودیتهای مورد نیاز را در تمام جهات محورهای مختصات فراهم کرد. از انواع این اتصالات واسطه Bearing Lugs , Shear Lugs , Trunnion و Dummy را می توان نام برد.

همانطوریکه قبلاً اشاره شد، Bearing Lug برای انتقال نیروهای جانبی به مهار کننده های اصلی و از Shear Lugs، برای جلوگیری از حرکت‌های در جهت محوری لوله استفاده می شود. اتصال واسطه Trunnion و Dummy نیز که از لوله ساخته می شوند به لوله اصلی جهت مهار بارهای جانبی و یا محوری به لوله اصلی استفاده می گردد. در صورتیکه اینگونه اتصالات واسطه بمنظور محدود ساختن حرکت انتقالی و چرخشی لوله در تمام جهات محورهای مختصات استفاده گردد آن را Anchor می نامند.

Rigid Strut نیز یکی از مهار کننده هاست که نیرو را در یک جهت کنترل می کند. این مهار کننده شامل یک لوله میانی است که قابل تنظیم در هنگام نصب است که با افزایش طول مقدار بار مجاز آن کاهش می یابد. این مهار کننده دارای محدودیت تغییر زاویه در محور مهار کننده می باشد که این محدودیت حدوداً $\pm 4^\circ$ درجه می باشد.



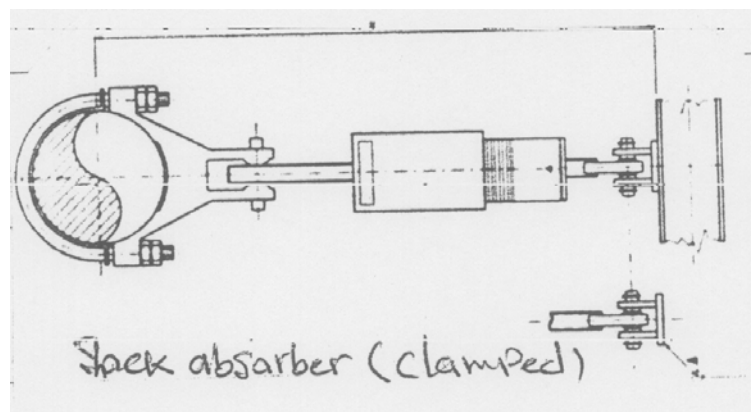
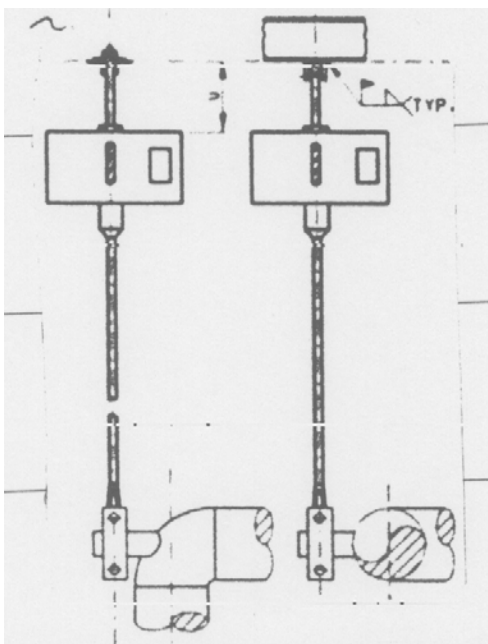
نمونه ای از یک Rigid Strut

ج - مهار کننده های دینامیکی :

از جمله مهار کننده های دینامیکی Shock Absorber (Snubber) و Spring ها می باشند.

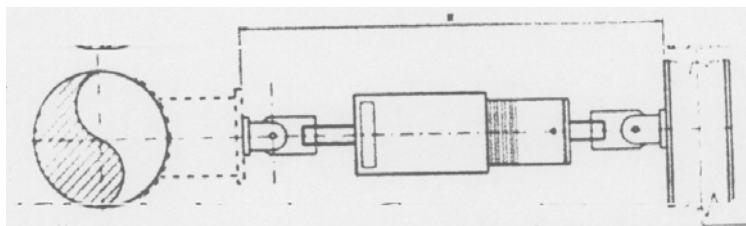
Shock absorber یا **Snubber** یکی از مهار کننده هایی است که در تغییر مکانهای که به آهستگی صورت می گیرد تغییر طول داده ولی در نیروها و بارهای ناگهانی به صورت مهار کننده صلب عمل می کند و از آن به هیچ وجه نباید جهت نگهداری وزن سیستم لوله کشی استفاده کرد..

Spring ها نیز یکی از مهار کننده های دینامیکی است که عملکرد الاستیکی داشته و در تغییر مکانهای آهسته بکار می رود.

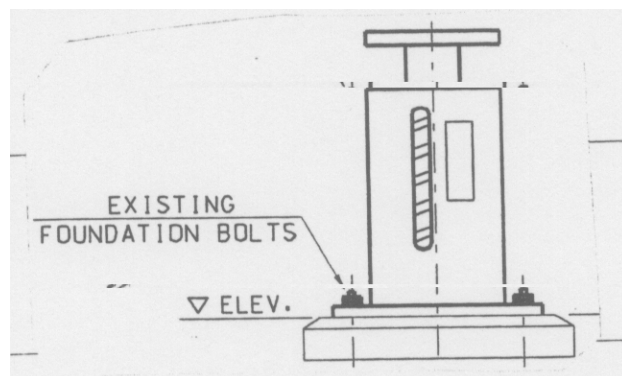


Shock absorber (Clamped)

Spring Hanger



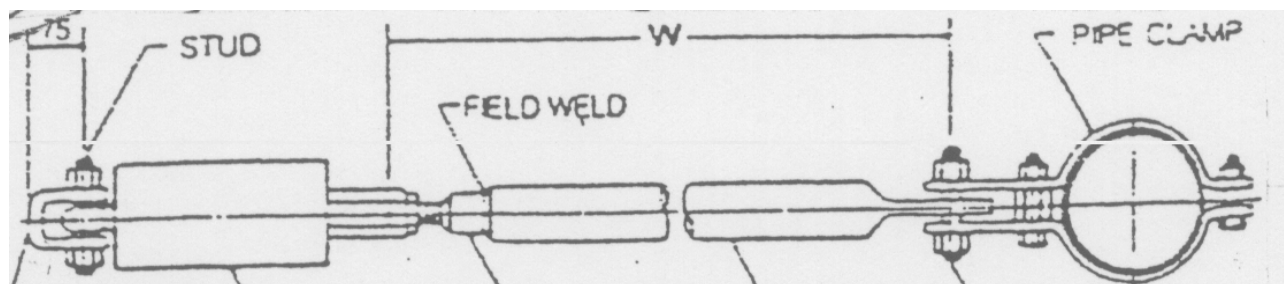
Shock absorber (Welded)



Spring Hanger (Can Hanger)

د- Swav Brace : Vibration

این مهارکننده جهت کنترل Vibration و جذب نیروی ضربه ای و یا گاهاً مقاومت در مقابل تغییر مکانها ناشی از حرارت بکار می رود این مهار کننده برای مواردیکه کنترل دقیق نیروی ضربه ای مورد نظر نباشد بسیار مناسب می باشد. این مهار کننده ها باعث افزایش فرکانس طبیعی سیستم شده و در نتیجه کاهش نیروی دینامیکی می گردد.



نمونه ای از یک مهار کننده جهت کنترل Vibration

سیمبولهای تکیه گاهی :

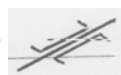
همانطوریکه قبلاً بیان شد هر المان در فضای سه بعدی دارای سه جهت حرکت انتقالی و سه جهت حرکت دورانی می باشد که باعث ایجاد نیروهای F_x, F_y, F_z و ممانهای R_x, R_y, R_z می گردد. گاه نیاز است جهت مهار لوله و هدایت آن در جهت دلخواه دو یا چند نوع ساپورت با همدیگر بکار گرفته شود.

اصطلاحات و نمادهایی که ذیلاً به آنها اشاره می گردد نشان دهنده جهت مهار نیرو و ممانها در راستاهای مختلف برآثر نیروهای حرارتی و وزنی می باشند.

Rest : جهت مهار نیروهای عمودی بکار می رود.



Guide : جهت مهار نیروهای جانبی بکار می رود.



Stop : جهت مهار نیروهای محوری بکار می رود.



Rest + Guide : جهت مهار نیروهای ورنی و جانبی بکار می رود.



Rest + Stop : جهت مهار نیروهای ورنی و محوری بکار می رود.



Guide + Stop : جهت مهار نیروهای محوری و جانبی بکار می رود.



(Rest+Guide+Stop) Semi Anchor : جهت مهار نیروهای وزنی ، محوری و جانبی بکار می رود. در



بسیاری از موارد علامت آن در نقشه بصورت  می باشد.

(Rest+Guide+Stop+Rotation) Full Anchor : علاوه بر کنترل نیروهای وزنی ، محوری و



جانبی جلوی چرخش لوله در جهات مختلف را می گیرد. در اینحالت لوله بصورت یک اتصال جوشی عمل می کند. علامت دیگر آن در نقشه ها بصورت X می باشد.

Temporary Rest : زمانی کاربرد دارد که ساپورت جهت کنترل وزن بطور موقت استفاده شود مثلاً زمان



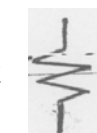
Hydrotest و تعویض و تعمیر قسمتی از خط لوله.

Adjustable Support : ساپورت قابل تنظیم است که معمولاً در خطوط متصله به Suction پمپها کاربرد



دارد.

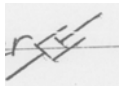
Spring Support : ساپورت دینامیکی جهت کنترل Pipe است.



Rigid Strut : یکی دیگر از مهار کننده های صلب که قبلاً در مورد آن توضیح داده شده است.



Shock Absorber : ساپورت کنترل کننده نیرو های آنی مثل زلزله.



علائم اختصاری

برخی علائم اختصاری مورد استفاده در گروه ساپورت بقرار دیل است :

PWHT: Post Weld Heat Treatment

BOP: Bottom of Pipe

TOS: Top of Steel

TOC: Top of Concrete

TOP: Top of Pipe

BOC: Bottom of Concrete

BOS: Bottom of Steel

CL: Center Line

.

CS: Carbon Steel

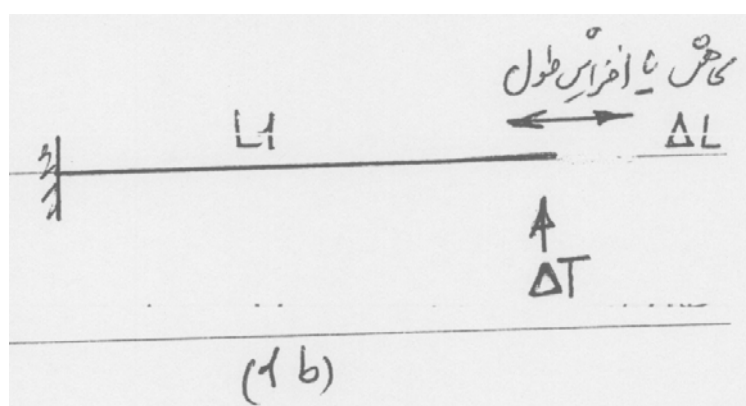
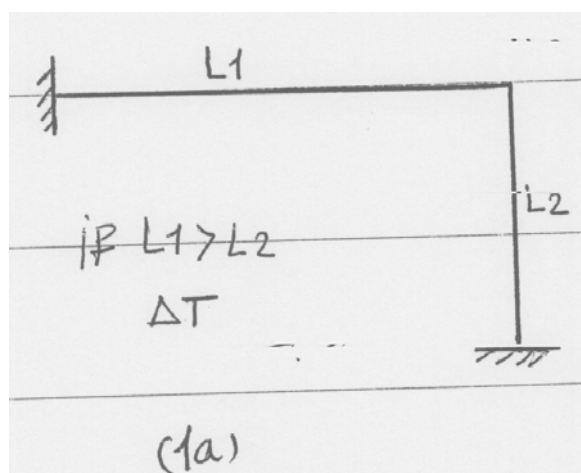
AS: Alloy Steel

SS: Stainless Steel

بررسی تغییرات دما در افزایش یا کاهش طول :

علاوه بر نیروی اعمالی ناشی از وزن و نیروهای ناگهانی شامل باران ، برف و زلزله و..... ، تغییرات دمایی نیز باعث اعمال نیرو به سیستم لوله کشی می گردد که جهت آن عمدتاً در راستای محوری می باشد. این نیروها که بدلیل افزایش یا کاهش طول لوله ایجاد می شوند ، در صورتیکه کنترل نگردند ، گاهی باعث شکست در سیستم لوله کشی می گردند. لذا بایستی در طول خطوط آن تغییرات طولی را خنثی نمود.

مطابق شکل در صورتیکه در شکل (1a) دو میله در راستای عمود برهم در دو انتها فیکس شده باشند در اثر تغییرات دمایی می توان آن را بشکل (1b) در نظر گرفت .



مطابق شکل (1b) میله بطول L_1 دارای تغییر طول ΔL خواهد بود که آن را می توان از رابطه زیر بدست آورد.

$$\Delta L = L_1 \cdot \alpha$$

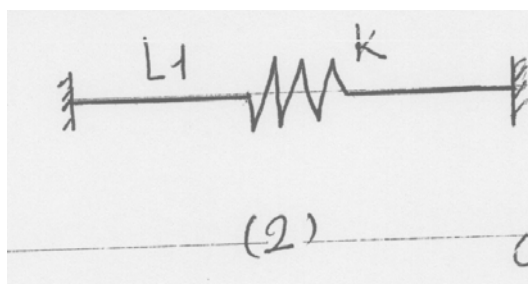
α ضریب افزایش یا کاهش طول در دماهای مختلف می باشد.

حال در صورتیکه شکل (2) با ضریب فنریت (سختی) K را در نظر بگیریم .

ضریب فنریت (سختی) از رابطه زیر بدست می آید.

$$K = 12EI / L_1^3$$

شکل های (1) و (2) را می توان با یکدیگر معادل نمود که در آنها تغییر طول فنر برابر است با تغییر طول لوله .



در طراحی پایپینگ جهت جبران تغییرات طول $L1$ در اثر تغییرات دما (شکل 1) باید طول $L2$ از یک حد معینی کوتاهتر نباشد تا بتواند آن تغییرات طولی را در درون خود خنثی نماید. این خنثی نمودن تغییرات طولی Flexibility نامیده می شود و رابطه ریاضی آن بقرار زیر است .

$$L2 = \sqrt{\frac{D \cdot \Delta L}{24}} \quad \& \quad \Delta L = L1 \cdot \alpha$$

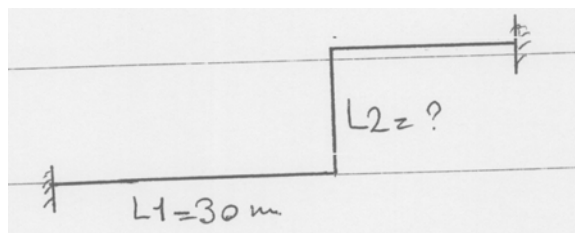
که در آن D نظر لوله برحسب اینچ و ΔL تغییرات طول برحسب میلیمتر بر متر ($L1$ برحسب متر و α برحسب میایمتر بر متر) می باشند.

$$L1 = 30m$$

$$L2 = ?$$

$$D = 10. (Std) \text{ قطر لوله}$$

$$T_{Des} = 200^\circ C$$



مثال :

حل :

$$L1 = 30m$$

then

$$30 \times 2.2 = 66 \text{ mm/m در } 30 \text{ متر}$$

از جدول ضریب تغییرات طول $\alpha = 2.2 \text{ mm/m}$

$$L2 = \sqrt{\frac{10 \times 66}{24}} \quad \text{then} \quad L2 = 5.2 \text{ m}$$

سپس ران عمودی $L2$ باید حداقل 5.2 m باشد.

نکات قبل از طراحی ساپورت:

- مطالعه Support Specification در هر پروژه.
- توجه به Line List جهت تعیین دما و فشار خطوط چون میزان Expansion خطوط کاملاً وابسته به دما است .
- توجه به Piping Class در هر پروژه جهت تعیین خصوصیات Fitting ها.
- توجه به عایق خط زیرا وجود یا عدم وجود آن باعث استفاده و یا عدم استفاده از اتصالات واسطه مثل Shoe می گردد . همچنین ارتفاع اتصالات واسطه نیز به ضخامت عایق وابسته است .
- توجه به استرسی یا غیر استرسی بودن خط. زیرا در صورت استرسی بودن نیاز به تعیین نوع و موقعیت ساپورت نیست ولی در صورت غیر استرسی بودن باید نوع و محل آن توسط گروه ساپورت تعیین گردد.
- در پروژه هایی که خطوط شامل H_2S و SO_2 می باشد معمولاً Deflection مجاز خیلی کمتر از (در حد صفر) خطوط دیگر در نظر گرفته می شود ، زیرا امکان رسوب و نتیجتاً خوردگی بیش از حد خطوط می باشد.
- خطوطی که حالت اسیدی دارد و بعبارت دیگر خوردگی در آنها زیاد است ، معمولاً از جنس Stainless Steel استفاده می گردد ، بنابراین جهت جلوگیری از واکنشهای گالوانیکی جنس ساپورت ها نیز بایستی از Stainless Steel باشد.

نکات هنگام طراحی ساپورت:

Span - رعایت شود.

- ساپورت گذاری حتی الامکان در صورت وجود نازل در خطوط ، از نازلها شروع شود.

- ساپورت گذاری نزدیک محل بارهای متمرکز مثل شیر آلات باشد (حتی الامکان)

- ساپورتهای روی درز جوش نیفتد.

- ساپورتهای حتماً روی تیر اصلی می نشینند نه تیر فرعی ، خطوط زیر 3 اینچ می توانند روی تیرهای فرعی قرار گیرند.

- ساپورتهای حتی الامکان روی خط افقی جایگذاری شود.

- خطوطی که در یک مسیر هستند بهتر است یکباره ساپورت شوند (ساپورت استاندارد یا Civil Work)، عبارتی خطوط حتی الامکان دسته بندی گردد.

- استفاده از اتصالات واسطه در موارد مورد نیاز ضروری است. استفاده و یا عدم استفاده از اتصالات واسطه طبق شرایط ذیل می باشد:

خطوط استنلس استیل همگی نیاز به اتصالات واسطه دارند چه سرد و چه گرم ، چه عایق دار و چه بدون عایق . خطوط کربن استیل به دو دسته تقسیم می شوند ، خطوط سرد کربن استیل که همگی نیاز به اتصالات واسطه دارند (چه عایق دار و چه بدون عایق) و خطوط گرم کربن استیل که اگر عایق داشته باشند نیاز به اتصالات واسطه دارند و در صورتیکه عایق نداشته باشند نیاز اتصالات واسطه ندارند. البته خطوط خیلی گرم (High Temperature) همگی نیاز به اتصالات واسطه دارند.

- میزان ارتفاع اتصالات واسطه بسته به هر پروژه با توجه به ضخامت عایق ، قطر ، جنس و..... مشخص شده است .

- عایق P (Personal Protection) نیاز به اتصالات واسطه ندارد و از قوانین عایق مستثنی است . ولی در مواردی با توافق در گروه ساپورت می توان از اتصالات واسطه برای آن استفاده کرد.

- جهت خطوطی که استراکچر فلزی یا بتنی نزدیک آن رد می شود ساپورت گذاری به صورت کاملاً عادی (یا مستقیماً روی تکیه گاه می نشینند و یا با استفاده از یک واسطه روی آن می نشینند) صورت می پذیرد.

- جهت خطوطی که استراکچر فلزی یا بتنی نزدیک آن رد نمی شود باید نشیمنگاه (تکیه گاه) برای آن ایجاد کرد. یعنی با استفاده از استراکچر استاندارد برحسب نیاز و موقعیت خط برای آن نشیمنگاه تعریف نمود و سپس ساپورت گذاری بطور عادی و معمولی برروی آن نشیمنگاه صورت پذیرد.

- برای خطوطی که استراکچر فلزی یا بتنی نزدیک آن رد نمی شود و امکان ایجاد نشیمنگاه مناسب با توجه به استراکچر (استاندارد ساپورت) وجود ندارد ، باید با ترسیم Sketch به بخش سیویل استراکچر گزارش دهیم و در آن Sketch ، Cordinate آن و همچنین بار اعمالی در جهات مختلف را تعیین نموده ، تا بخش سیویل استراکچر بر اساس آنها استراکچر مناسب طراحی و جانمایی کند.

- هنگام تعیین مشخصات ساپورت ، با توجه به مدل ، فاصله دما بین کف لوله و بالای استراکچر فلزی یا بتنی و یا در صورتیکه ساپورت از بالای لوله انجام می پذیرد ، فاصله بالای لوله و کف استراکچر فلزی یا بتنی باید اندازه گیری شود ، تا در خصوص نوع ساپورت تصمیم گیری درست صورت گیرد.

- معمولاً در صورتیکه فاصله یاد شده (فاصله بین خط و استراکچر) بین 100 تا 300 باشد از Shoe استفاده می گردد . و در صورتیکه فاصله فوق از 300 تا 800 باشد از Dummy Leg استفاده می شود و اگر این فاصله بیشتر از 800 باشد (تا حدود 3 متر) معمولاً با توجه به نوع قرار گیری لوله از استراکچرهای استاندارد و یا سیویل ورک (متناسب با Load وارده) جهت ایجاد نشیمنگاه مناسب استفاده می گردد.

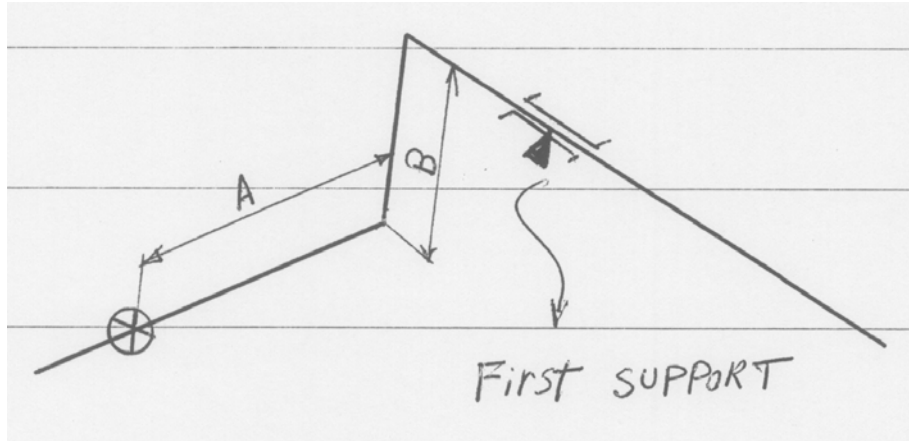
- معمولاً در مورد خطوط عمودی (Vertical) جهت ایجاد نقطه تکیه گاهی نیاز به زائده های جوشی مثل Trunnion می باشد
- در صورت استفاده از Trunnion در خطوط عمودی باید طول آن با توجه به بار اعمالی خط طبق استاندارد ارائه شده در هر پروژه چک گردد. چون در صورت خارج از رنج بودن طول آن، ایجاد گشتاور اضافی (تنش برشی) باعث شکست آن می گردد.
- استفاده از ساپورتهای کلمپی و یا جوشی در هر پروژه ای متناسب با نیاز آن پروژه مشخص شده است.
- در خطوط عمودی در صورتی ارتفاع زیاد باشد، یک ساپورت وزنی (معمولاً اولین ساپورت) و ساپورتهای بعدی بصورت Guide دو طرفه می باشد.
- میزان Span در تغییر مسیر لوله (بغیر از خط Vertical) بدون Load متمرکز مثل Valve معمولاً 75٪ اسپن معمولی می باشد.
- میزان Span وقتی که Load متمرکز در مسیر لوله می باشد (بدون تغییر مسیر)، 66٪ اسپن معمولی است.
- توصیه می گردد در سایزهای پائین حتی الامکان از Dummy زیر Elbow استفاده نگردد و بهتر است فاصله ساپورت در فاصله ای نزدیک Elbow در ران افقی در نظر گرفته شود.
- در خطوط 18" به بالا معمولاً از Protection Shild جهت گسترده کردن بار اعمالی از سوی لوله استفاده می گردد (تجربی)
- در صورتیکه نیروی عمودی اعمالی به هر دلیلی از 20 KN تجاوز کرد و همچنین در صورتی که نیروی محوری (Stop) از 5 KN تجاوز نمود باید حتماً به بخش سیویل گزارش شود (تجربی).
- در خطر شیب دار سعی شود از Shoe, $100 \leq H \leq 300$ استفاده گردد ولی در صورتیکه ارتفاع خط شیب دار خیلی بلند باشد (برای $H \geq 300$) از Dummy Leg استفاده گردد.
- خطوط استنلس استیل حتماً نیاز به Protection Shild دارند.
- Stop معمولاً در Loop ها، PSV ها و کلاً در جاهائیکه بخش Stress صلاح بداند مورد استفاده قرار می گیرد.
- در Loop ها حتی الامکان نباید از Guide استفاده کرد چون جلوی Flexibility سیستم را می گیرد.
- در Loop ها هنگامیکه سایز خطوط از 12" بیشتر است جهت نیروی زلزله از Stop در وسط Loop استفاده می گردد.
- Load ساپورتهای هنگام طراحی به دو شیوه مشخص است. Load ها حاصل از خطوط استرس که مستقیماً پس از تحلیل کامپیوتری توسط گروه استرس آنالیز قابل ارایه می باشد و Load های حاصل از خطوط غیر استرسی که باید با استفاده از جداول وزنی مشخص گردد.
- Load حاصل از خطوط غیر استرسی عبارتست از حاصل ضرب اسپن (محدوده تحت کنترل ساپورت) در مجموع حاصل از وزن لوله و مایع آب داخل آن در واحد متر که عدد حاصله برحسب Kg بدست خواهد آمد جهت تبدیل آن به KN که در جداول مورد استفاده قرار می گیرد ابتدا عدد حاصله را جهت تبدیل به N در 10 ضرب می نمائیم سپس بر 1000 تقسیم می نمائیم تا بر حسب KN بدست آید. حال می توان برحسب Load اعمالی در مورد انتخاب استراکچر مناسب تصمیم گیری نمود.

نکات هنگام طراحی Civil Work :

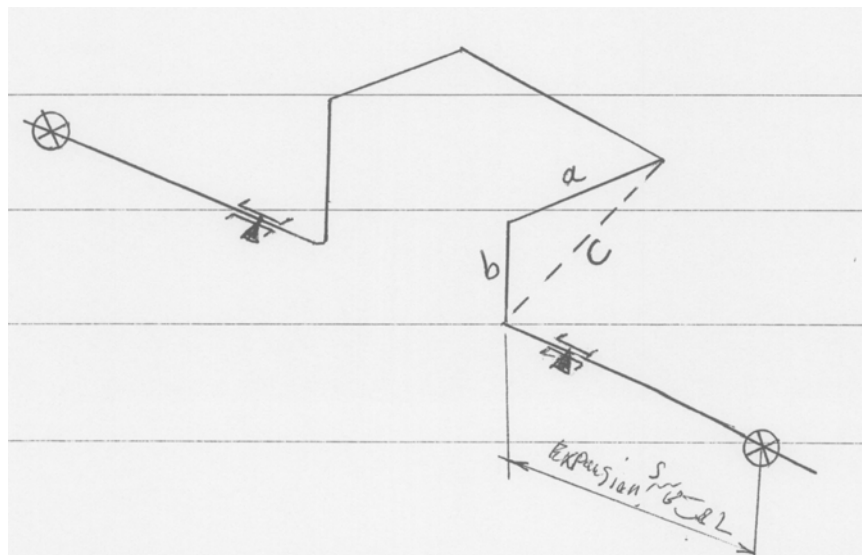
- جهت نمایش Coordinate مورد درخواست از دو نمای Plan view و Elevation View استفاده شود.
- Load حاصل از وزن لوله و مایع داخل آن در Span تعیین گردد. (معمولاً Load جانبی 0.3 Load عمودی و Load محوری 0.5 Load عمودی در نظر گرفته می شود).
- Load حاصله در بحرانی ترین نقطه بر استراکچر اعمال گردد.
- در صورتیکه چند لوله در سیویل ورک مد نظر باشد Load هر لوله باید به تنهایی و جدا محاسبه شود و بر نقطه اثر آن اعمال گردد نه اینکه تمام آن ها را با هم جمع کرده و در یک نقطه متمرکز نمائیم .
- جهت محورهای مختصات باید در نقشه مشخص باشد. (با نمایش N,E, Elevation)
- حتی الامکان نقطه ای بعنوان Reference در Civil Work مشخص شود.
- بهتر است TOC, TOS, (با توجه به نوع Beam) در نمای Elevation View مشخص شود.
- Elevation لوله و ساپورت باید در Civil Work مشخص شود.
- در سیویل ورک Civil Work No, Area, Line No. مشخص باشد.
- بهتر است Revision, Civil Work داشته باشد تا در ویرایش احتمالی نیاز به تهیه نقشه جدید نباشد.
- Note شماره سیویل ورک بایستی در ساپورت روی آیزومتریک آورده شود تا استراکچر مورد درخواست از بخش سیویل استراکچر قابل پیگیری باشد.
- پس از طراحی سیویل ورک مهر Master جهت ایجاد یک سند رسمی ، با تاریخ باید بر روی آن مارک شود.
- پس از ایجاد سند از Leader پروژه جهت ارسال آن به بخش سیویل مجوز دریافت گردد. (با امضاء برروی مدرک)
- قبل از ارسال آن به بخش سیویل استراکچر از آن کپی تهیه گردد و کپی آن در بایگانی گروه ساپورت نگهداری شده و اصل آن به بخش سیویل جهت بررسی و اجراء ارسال گردد.
- فایل الکترونیکی از مشخصات سیویل ورک و تاریخ تهیه آن بصورت بروز توسط گروه ساپورت تهیه و همواره Update گردد.

نکاتی در خصوص ساینپورت گذاری روی Branch و Header ها

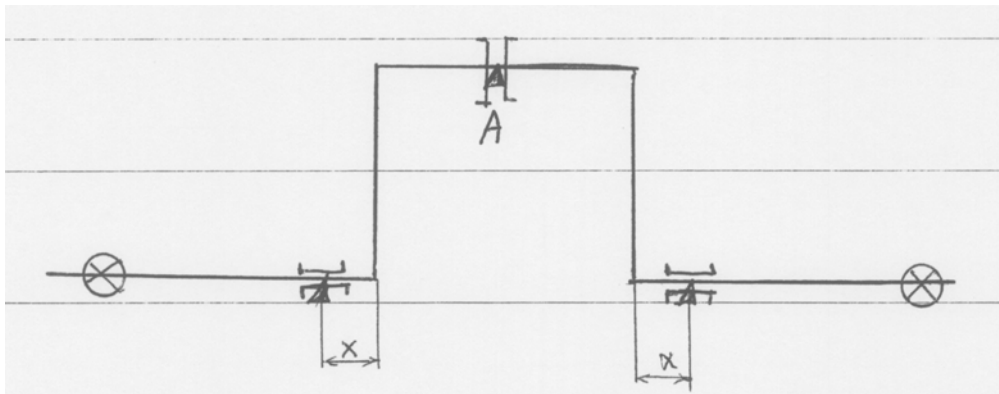
- اگر بعد از محاسبه افزایش طول A ، مقدار B کافی برای جذب ΔL_A باشد می توان در اولین مکان ساینپورت از وزن و Guide استفاده کرد ، ولی در صورت کافی نبودن B باید اولین ساینپورت از نوع فقط وزنی در نظر گرفته شود.



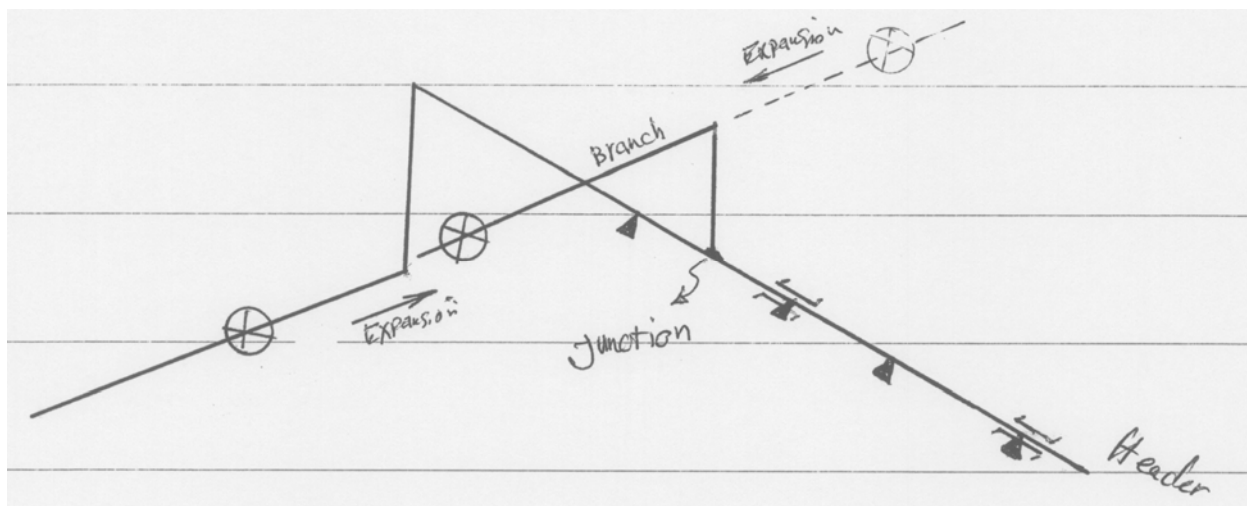
- مطابق شکل ، طول موثر جهت جنب Expansion در چنین خطوطی برابر با $Leg C$ می باشد.



- معمولاً برای سایز 10" یا 12" به بالا در نقطه A ساپورت Stop نیاز می باشد (برای زلزله)
و در نزدیکی Elbow مطابق شکل ، Guide می گذاریم که این فاصله بسته به سایز لوله متغیر است .

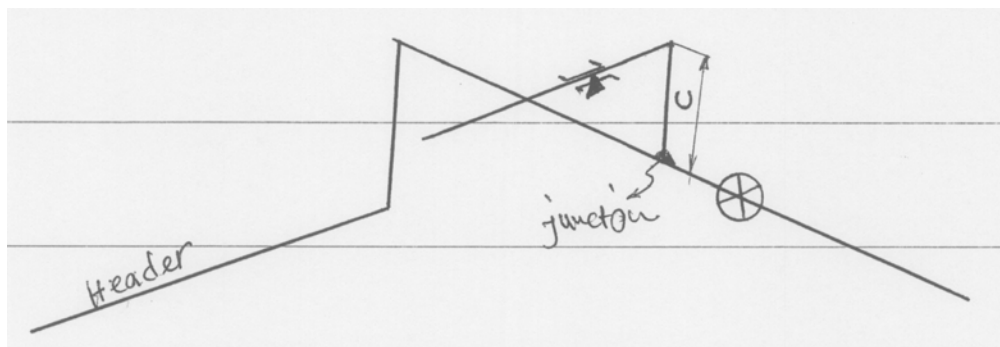


- در صورتی که مطابق شکل جهت Branch با جهت Pipe یکسان باشد به شرط همدم بودن دو خط ، می توان در یک مختصات مساوی از دو ساپورت Semi anchor استفاده کرد.

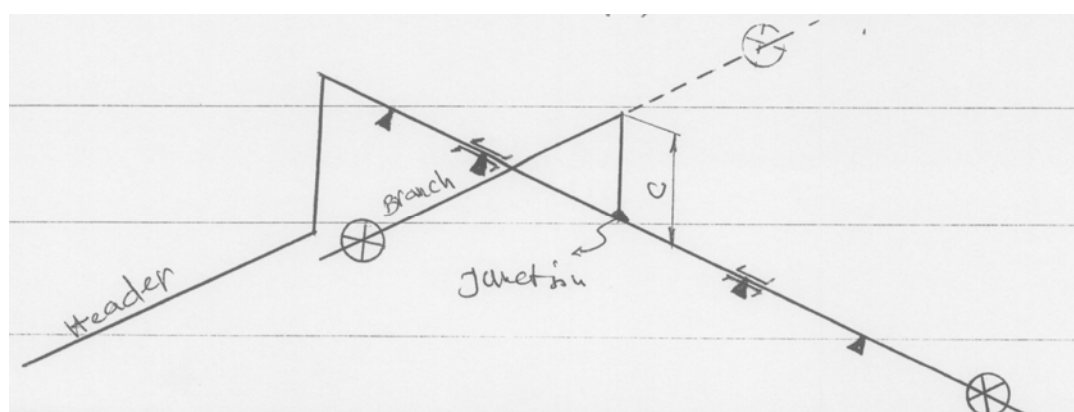


- در صورتیکه مطابق شکل فوق جهت Branch در جهت مخالف و عکس حالت قبل (خط چین) باشد. دیگر ساپورت Semi anchor در جای قبلی باعث Over stress شدن Junction می گردد. در اینحالت Semi anchor باید حداقل فاصله را از Elbow داشته باشد. بعلا اینکه Expansion خط اصلی و انشعاب در دو جهت مخالف هم هستند.

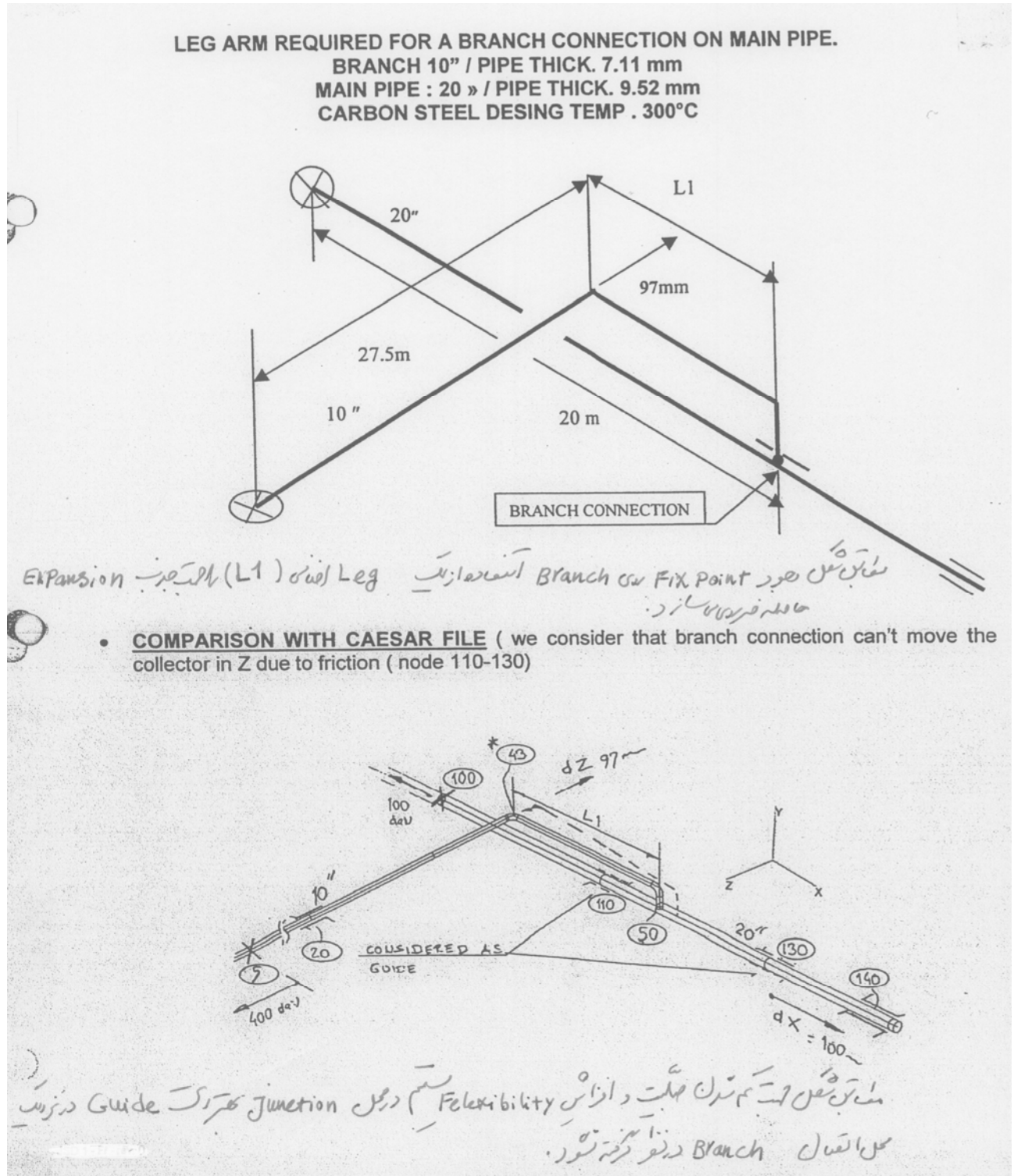
- در حالتی که Semi anchor نزدیک Branch باشد، چک کردن Leg C با توجه به اولین نقطه Fix Point روی Branch ضروری می باشد.



- در حالتیکه بیش از یک ساپورت بین انشعاب و Elbow قرار دارد. (در هر دو حالت مخالف یا موافق جهت Header) فرقی نمی کند، باید طول Leg C چک شود. در این حالت Header فرصتی برای جابجایی جانبی Lateral پیدا نمی کند زیرا در هر دو طرف Junction، Guide داریم. البته همه اینها در حالتی است که طول انشعاب بقدر کافی بلند باشد. در ضمن وضعیت Semi Anchor بیشتر به ادامه انشعاب بستگی دارد که گاهی نیاز به Loop می باشد.

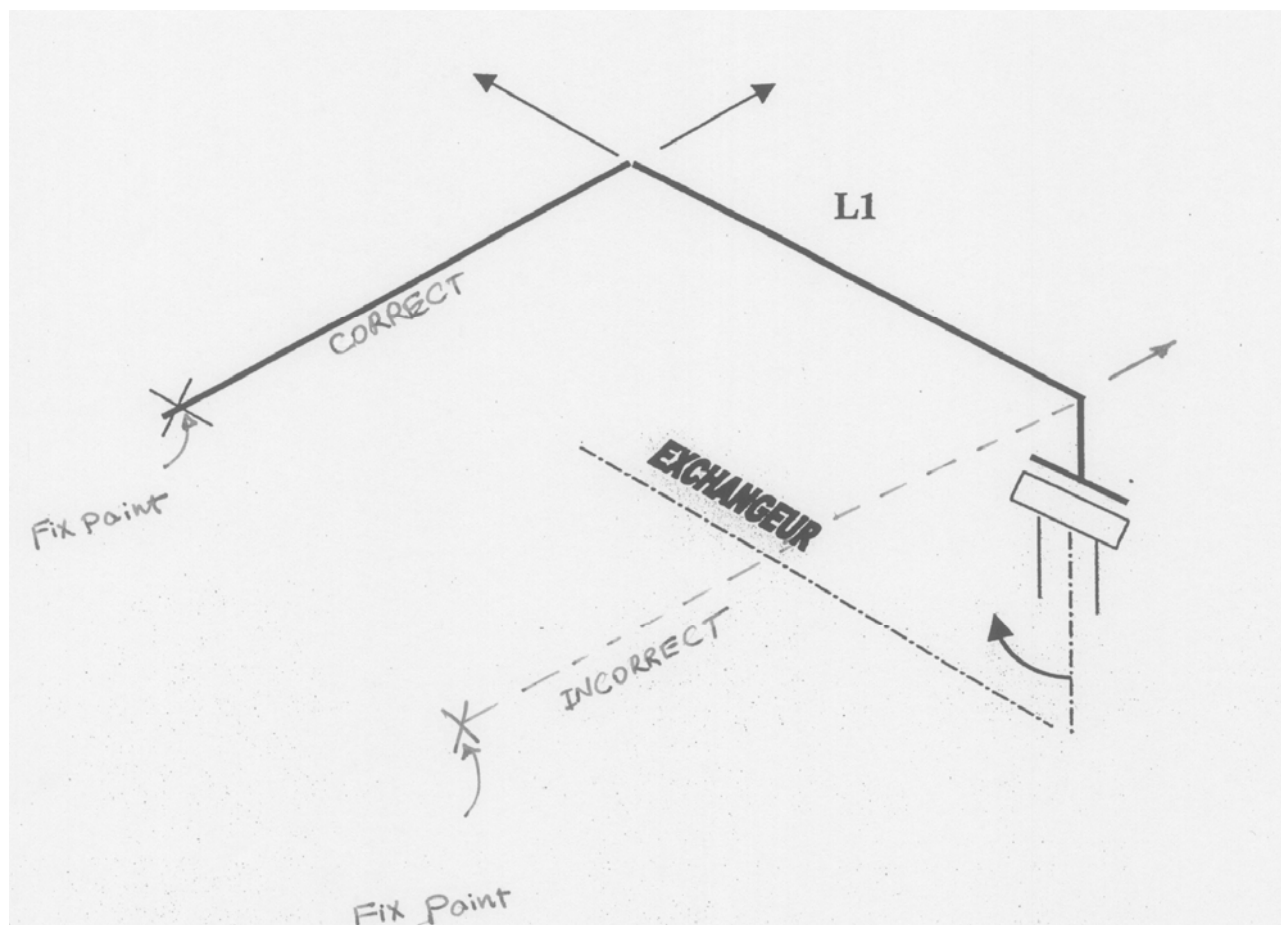


- در Branch هایی که از Header انشعاب می گیرند در صورتی میزان Expansion مطابق شکل بگونه ای باشد که ران عمودی متصل به Header قادر به جذب افزایش طول نباشد ، باید از Leg اضافی L1 جهت جذب Expansion استفاده نمود.



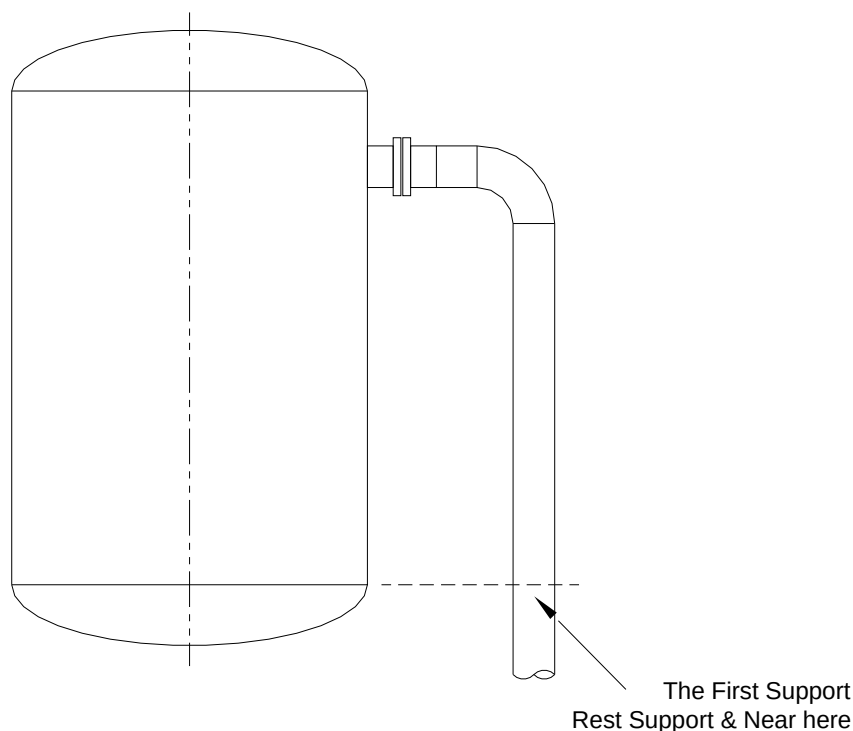
- مطابق شکل زیر در خطوطی که از نازل تجهیزات صادر می شوند در صورتی که دمای تجهیز و خط بگونه ای باشد که باعث تغییرات طولی محسوسی گردد و همچنین نیاز به نقطه Fix Point نیز ضروری بنظر می رسد ، بایستی این خطوط مستقیماً از نازل تجهیز خارج نگردد.

در این حالات بهتر است مطابق شکل از Leg اضافی L1 جهت جذب Expansion استفاده گردد.

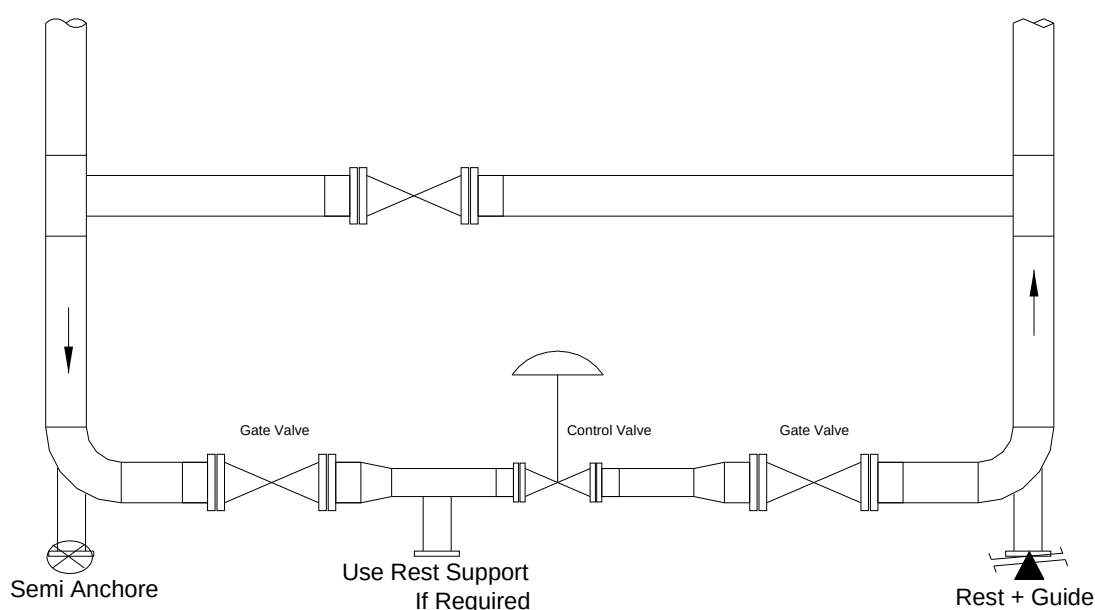


- مطابق شکل در صورتیکه دمای خط و Equipment یکسان باشد ، اولین ساپورت بصورت وزنی و در پائین ترین نقطه Equipment می باشد.

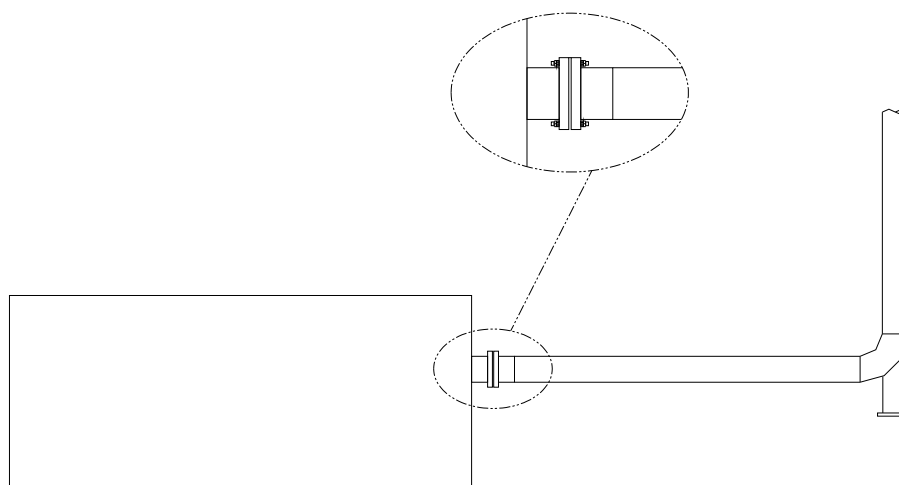
در اینصورت میزان Expansion دمایی لوله و Equipment بطور یکسان انتقال یافته و نیروی زیادی به نازل Equipment اعمال نمی گردد.



- در مجموعه کنترل ست ها (اندازه گیری دقیق). با توجه به جهت جریان مطابق شکل زیر یک طرف Semi anchor و سمت دیگر Rest + Guide بکار می رود . این چیدمان بدین دلیل می باشد که Control Valve و هر شیر اندازه گیری دقیق (که حساسیت آن توسط Instrument مشخص می گردد) باید در ابتدا فیکس شود تا میزان شدت جریان ، دما و یا فشار کاملاً بر روی آن بصورت دقیق ثبت شود و حرکت لوله باعث خطای ابزار دقیق نگردد.

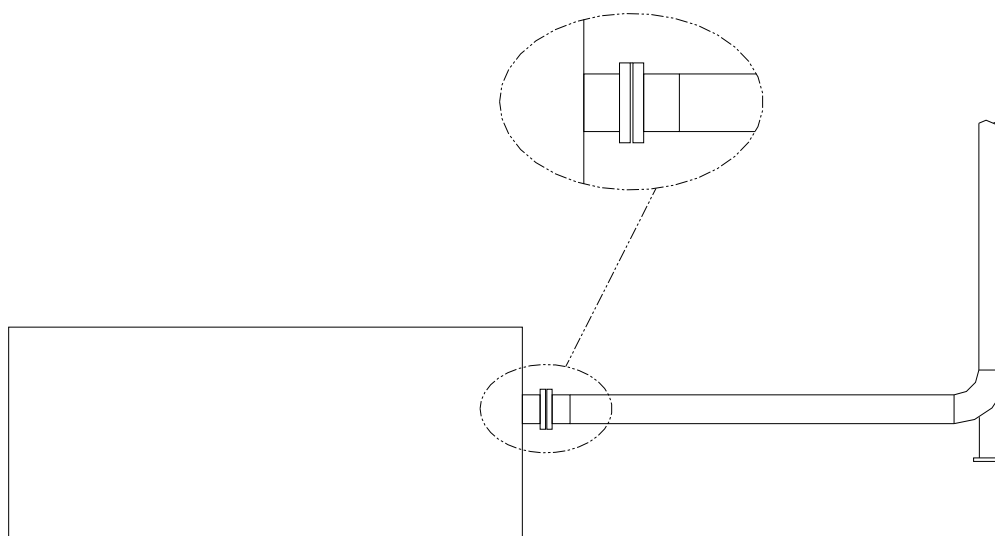


- هنگام ساپورت گذاری نزدیک نازل‌های تجهیزات ، هنگام تعیین اولین ساپورت وزنی دقت شود نیروی اضافی بر نازل تجهیز وارد نگردد.



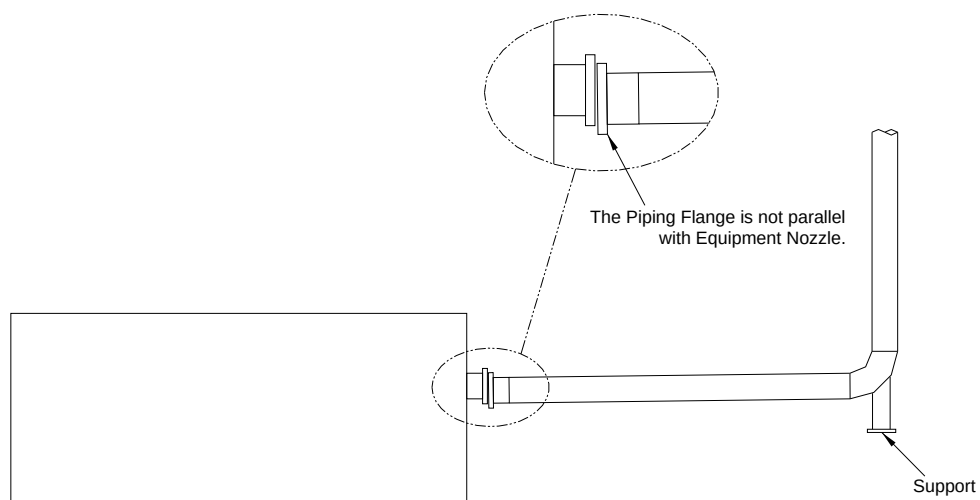
(a) وضعیت Flange پایپینگ و نازل تجهیز پس از بسته شدن Stud Bolt ها

توجه به این نکته ضروری است که هنگام پیش راه اندازی (Pre-Commissioning) ساپورت‌ها باید بگونه ای باشند که بدون اتصال به نازل نیز فلنج پایپینگ به موازات (Parallel) نازل تجهیز باشند . (مطابق شکل b).

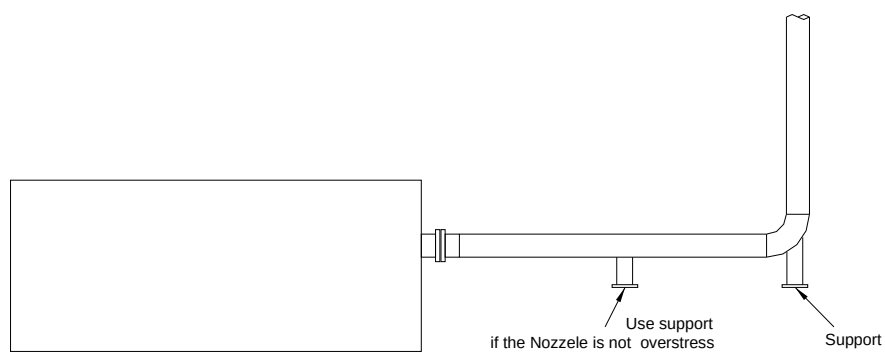


(b) Flange پایپینگ و نازل تجهیز بایستی با هم Parallel باشند

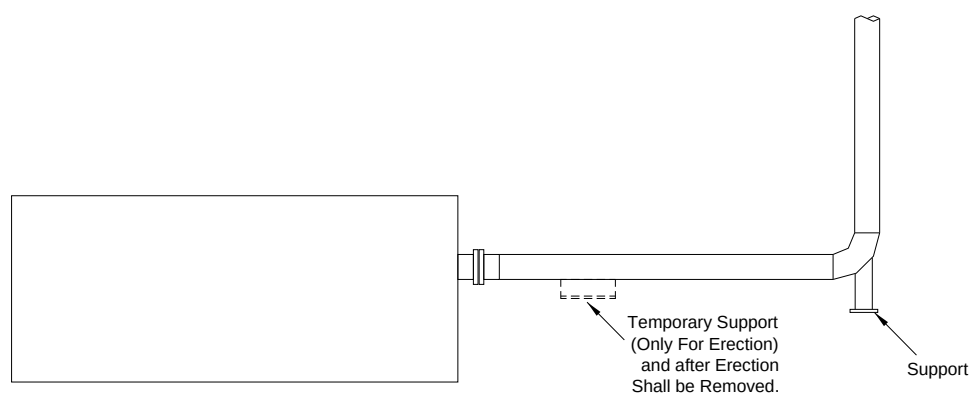
در صورتی که مطابق شکل c افتادگی بین فلنج پایپینگ و نازل تجهیز ایجاد شود بایستی ساپورت طراحی شده نزدیکتر به نازل در نظر گرفته شود (مطابق شکل d) و در صورتی که نزدیک کردن ساپورت به نزدیک نازل باعث اعمال نیروی زیاد به نازل تجهیز می گردد ، بایستی نزدیک نازل تجهیز ساپورتی بصورت موقت (Temporary) قرارداده شده و پس از نصب نهایی برداشته شود (مطابق شکل e). بنابراین نیاز است جلوی اطلاعات ساپورت روی آیزومتریک جمله Only for Erection نوشته شود.



(c) افتادگی Flange پایپینگ نسبت به نازل تجهیز



(d) استفاده از ساپورت نزدیکتر به Nozzele

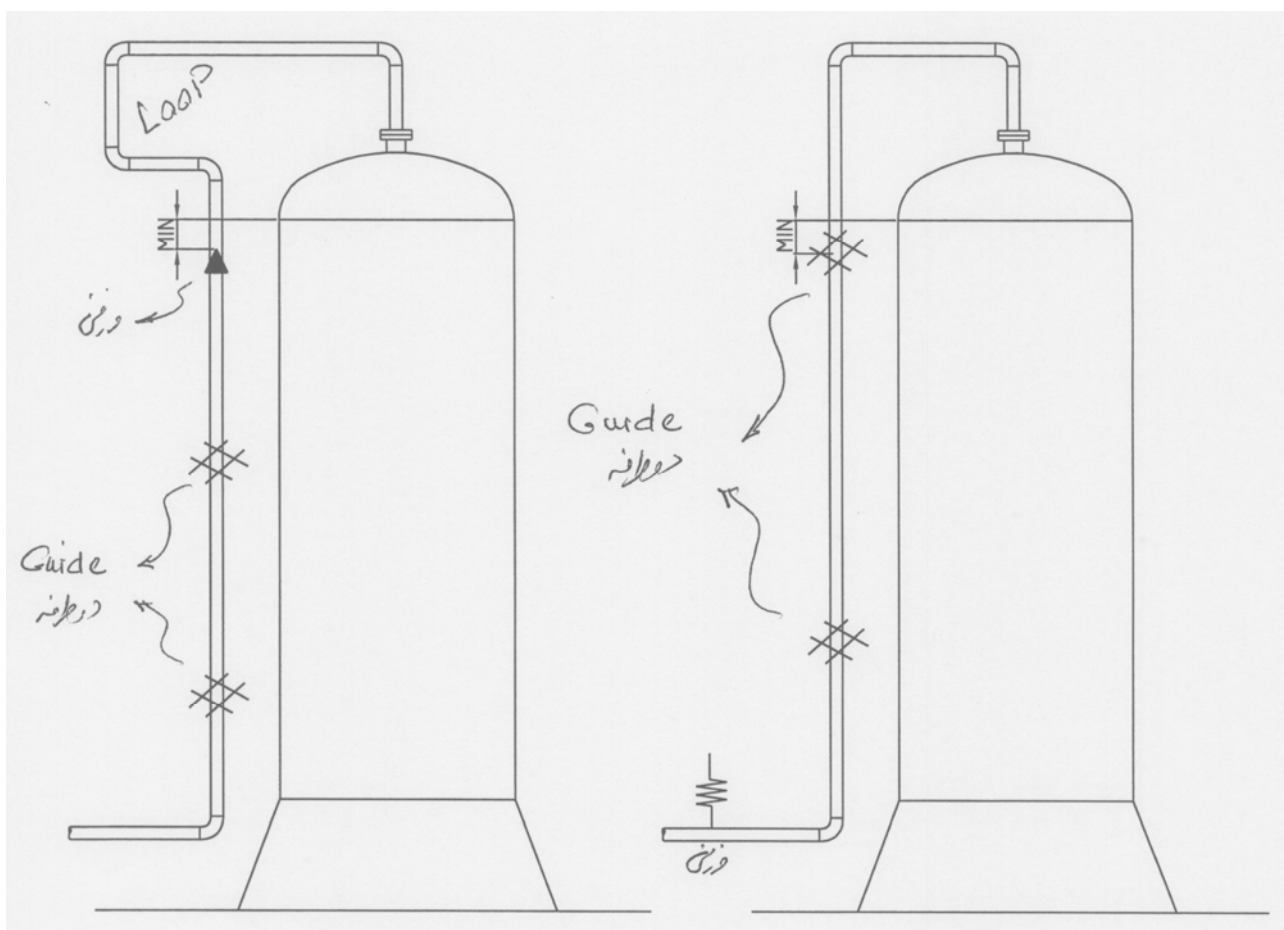


(e) استفاده از ساپورت موقت نزدیک Nozzele

ATTACHMENTS

- 38.....ASTM : **ATTACHMENT 1** اسپن مجاز خطوط CS و AS در استاندارد
- 39.....ASTM : **ATTACHMENT 2** اسپن مجاز SS در استاندارد
- 40..... : **ATTACHMENT 3** تعیین موقعیت ساپورتها در خطوط L شکل
- 41..... : **ATTACHMENT 4** تعیین موقعیت ساپورتها در Loop ها
- 42..... : **ATTACHMENT 5** تعیین موقعیت ساپورتها در خطوط با تغییر ارتفاع
- 43-44..... : **ATTACHMENT 6** ساپورت در محدوده پمپها
- 45-46..... : **ATTACHMENT 7** ساپورت در محدوده EXCHANGER ها یا REBOILER ها
- 47-52..... : **ATTACHMENT 8** ساپورت گذاری در PSV ها (حالات مختلف)
- 53..... : **ATTACHMENT 9** حداقل فواصل خطوط عمودی کنار VESSEL
- 54-56..... : **ATTACHMENT 10** ساپورت در محدوده VESSEL های عمودی
- 57..... : **ATTACHMENT 11** موارد استفاده Clip VESSEL ها
- 58..... : **ATTACHMENT 12** محدوده طراحی بخش PIPING و دیگر بخشها
- 59..... : **ATTACHMENT 13** ساپورت گذاری نزدیک بارهای متمرکز
- 60..... : **ATTACHMENT 14** محدودیت ساپورت گذاری زیر ELBOW
- 61..... : **ATTACHMENT 15** نیروها و ممانهای مجاز وارد بر نازل تجهیزات
- 62-63..... : **ATTACHMENT 16** ساپورت گذاری روی Pipe Rack
- 64-65..... : **ATTACHMENT 17** جدول ضرایب Expansion برای خطوط CS و SS

ATTCHMENT 10B



شکل (a)

شکل (b)

مطابق شکل (a)، بدلیل تغییرات حرارتی زیاد بین Vessel و خط جهت جلوگیری از اعمال نیروی زیاد به نازل، بایستی مطابق چیدمان طراحی و ساپورت فوق عمل گردد. عبارتی در صورتیکه میزان تغییرات حرارتی (اختلاف حرارتی) بین Vessel و لوله خیلی زیاد باشد، در بالای خط از یک Loop استفاده می گردد تا Flexibility لازم مهیا گردد. در حالیکه مجبور شویم از چیدمان شکل (b) استفاده نمائیم، در محل نشان داده شده، ساپورت وزنی Spring Hanger استفاده می نمائیم.