



Namatek
True Education

www.namatek.com

Thermowell

ترموول

فهرست مطالب

۱. ترموول (Thermowell)
۲. دیافراگم سیل (Diaphragm Seal)
۳. دیافراگمی (دیافراگم) (Diaphragm)
۴. نتیجه گیری ترموول، دیافراگمی و دیافراگم سیل

برای نصب گیج های فشار، دما، فلو و سطح بایستی از برخی تجهیزات جانبی نظیر ترموول استفاده کنیم. ترموول یکی از تجهیزاتی است که باید به همراه گیج دما، ترموکوپل و RTD خریداری کنید. همچنین برای مواقعی که با سیالات اسیدی و ... سر و کار داریم، به سراغ دیافراگم ها و دیافراگم سیل ها می رویم.

در این نوشته به بررسی انواع آن ها و کاربرد هر کدام خواهیم پرداخت.

۱- ترموول Thermowell

۲- دیافراگم سیل Diaphragm Seal

۳- دیافراگمی (دیافراگم) Diaphragm

این المان ها و تجهیزات معمولاً به همراه گیج های فشار خریداری می شوند.

ترموول (Thermowell)

فرض کنید که قصد داریم، یک گیج دما را بر روی خط نصب کنیم،

برای این کار به چه المنت های کمکی ای نیاز داریم؟

به علت آن که Stem گیج دما قطر کمی دارد و بسیار نازک می باشد،

نمی توانیم Stem را مستقیماً در داخل خط وارد کنیم. چون هر لحظه

احتمال خم شدگی و آسیب رسیدن به Stem وجود خواهد داشت. بدین

منظور تجهیز را در داخل یک غلاف قرار می‌دهیم. این غلاف کاملاً مشابه با غلاف شمشیر بوده و از آن با اسم ترموول Thermowell نام برده می‌شود. شکل ظاهری یک ترموول به صورت زیر است:



حال قصد داریم که گیج را در داخل ترموول قرار دهیم. قسمت Stem گیج، دقیقاً در داخل غلاف قرار می‌گیرد. عملاً قسمت stem مربوط به TG به صورت wetted part لحاظ نمی‌گردد، زیرا تماسی با سیال ندارد، با این وجود متریال stem بایستی حداقل SS316 در نظر گردد. در مواقعی که سیال ما احتمال خوردگی دارد، استفاده از مونل ضروری است. نکته ای که در اینجا حائز اهمیت است، این است که بایستی Stem به خوبی در داخل غلاف قرار گیرد تا هم دمایی مناسبی ایجاد شود. فلذا فاصله‌ی بین Stem و نوک ترموول بین ۲-۳ mm خواهد بود و بیشتر از این میزان نبایستی

باشد. زیرا اگر فاصله بیش از این مقدار باشد، هم دمایی مناسب رخ نخواهد داد و همچنین اگر فاصله خیلی کم باشد، ممکن است Stem به دیواره ترموول بچسبد یا موجب شکستن Stem شود.

در همین جا است که کاربرد Union Adjustment مشهود می‌شود. که از آن برای تنظیم این میزان کوچک (در حد میلی متر) استفاده می‌شود.

در تصویر زیر، یک گیج دما را مشاهده می‌کنید که در داخل یک ترموول قرار داده شده و محکم شده است.

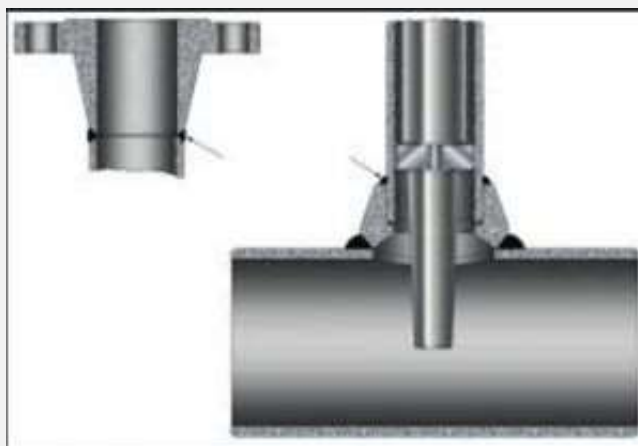


تذکر: دوستانی که در بخش ابزار دقیق، مدارک سازندگان را دریافت می‌کنند، بایستی از تمامی سازندگان یک مدرک تطابق یا Conformity Certificate را دریافت نمایند.

این مدرک بیان کننده آن است که اگر شما Stem را در داخل ترموول قرار دهید، حتما فاصله‌ای مناسب با نوک ترموول خواهد داشت.

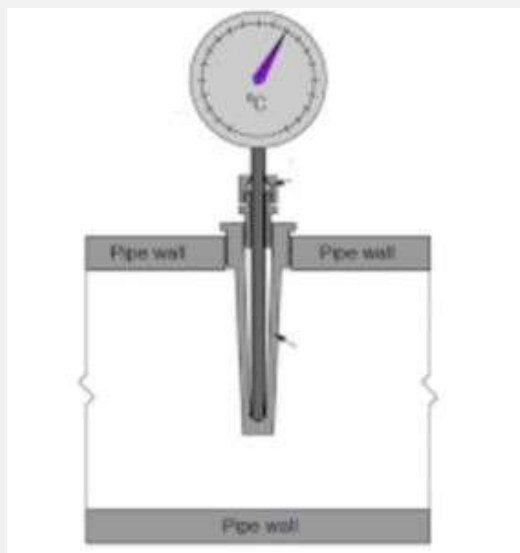
نصب گیج بر روی خط با استفاده از ترموول

واحد لوله کشی، بخشی از خط را سوراخ کرده و تجهیزاتی به نام O-let را بر روی خط قرار می‌دهد. سپس یک قسمت لوله مانند (Piece pipe) (می‌توان این قسمت را نزد) را در بالای آن نصب کرده و بر روی آن یک فلنج را جوش می‌دهیم (این جوش می‌تواند socket weld یا weld neck باشد).



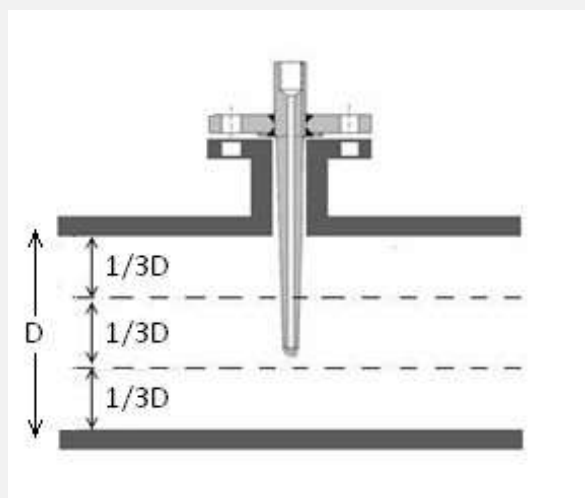
به تمامی این قسمت Projection Nozzle گفته می‌شود. دقت کنید که سایز فلنج بایستی برابر با سایز فلنج مربوط به ترموول باشد (۱ ۱/۲") تا بتوانیم آن را به راحتی بر روی خط نصب کنیم.

مهندس لوله کشی حتما از یک واشر در بین این دو فلنج استفاده می‌کند و اطراف دو فلنج را bolt & nut (پیچ و مهره) می‌کند تا به خوبی به هم بچسبند و بتوانیم به راحتی از فلنج استفاده کنیم.



البته نصب ترموول‌ها صرفا به صورت فلنجی نبوده و می‌توان آن را به صورت های دیگر نیز نصب کرد.

تذکر: نوک ترموول بایستی در $\frac{1}{3}$ میانی خط قرار گیرد.



چرا؟

- اگر ترموول بیش از حد بالا باشد، ممکن است پایپ شما پر نبوده و در این حالت، دمای هوای بالای سیال را اندازه گیری خواهید کرد.
- اگر ترموول را بیش از حد پایین آورده و در مقابل جریان سیال قرار دهید، عملاً یک جسم صلب یا مانعی بزرگ را در برابر سیال قرار داده اید که این بدان معناست که جریان های گردابی اطراف ترموول بیش از حد بزرگ شده و به پایپ و ترموول آسیب خواهد رساند.
- بنابراین سعی می کنیم که ترموول را در $1/3$ میانی خط قرار دهیم. در این ناحیه، بیش ترین سرعت خطی سیال را خواهیم داشت که منجر به آن می شود که بیش ترین تبادل دمایی بین سیال و ترموول را داشته باشیم.

تقسیم بندی Thermowell ها

Thermowell ها از نظر شکل به سه دسته و از نظر ساخت نیز به دو دسته تقسیم می شوند.

ترموول ها از نظر شکل:

۱. Stepped (پله ای)

۲. Straight (صاف)

۳. Tapered (قیفی شکل)



در استانداردها فقط از Tapered Type استفاده می‌کنیم و سایر موارد به دلیل تلاطمی که در سیال ایجاد می‌کنند و باعث ایجاد جریان‌های ورتکس می‌گردند (Straight) و یا به علت آسیب دیدن در برابر صدمات مکانیکی (Stepped) استفاده نمی‌شوند. این تلاطم‌ها یا ورتکس‌های ایجاد شده حتماً بایستی در محاسبات Wake frequency از وندور درخواست گردد. حالت stepped استحکام خوبی ندارد و straight معمولاً دارای ورتکس زیادی است؛ ممکن است در این حالت برای آن down stream نیز دیده شود.



ترموول ها از نظر ساخت

۱. Drilled - Bar stock - solid bore: به صورت forge (ریخته گری) یا

تراشکاری ساخته می شود و وسط آن را سوراخ (Drilled) می کنند (سوراخ برای محل عبور Stem).

روی این مدل، هیچ گونه جوشی را مشاهده نخواهید کرد و ترموول به صورت یک پارچه به شما داده می شود.

۲. Build up: در این حالت یک پایپ را در داخل یک فلنج جوش می دهند.

این جوش حتما بایستی به صورت full penetration (نفوذ کامل) انجام

گیرد. یعنی بایستی دو پاس جوش (هم از بالای فلنج و هم از پایین فلنج)

داشته باشیم و باید این دو جوش به هم برسند تا هوای داخل محدوده

trap نگیرد. درخواست تست radiography یا X-ray حتما باید برای

حالت جوشی از سازنده انجام گردد. (در این تست‌ها مشخص می‌شود که آیا جوش بالایی به پایینی رسیده است یا خیر!)
به طور کلی Thermowell ها بایستی Drilled/Solid bore باشند (طبق استاندارد) و نوع دوم کاربرد ندارد. به همین دلیل است که در استانداردها عبارت Drilled, Tapered برای ترموول ها نوشته می‌شود. بنابراین ترموول ها بایستی به صورت سالیید بور یا دریلد در نظر گرفته شود. مگر آن که کارفرما این اجازه را به ما بدهد که به صورت جوشی استفاده کنیم.

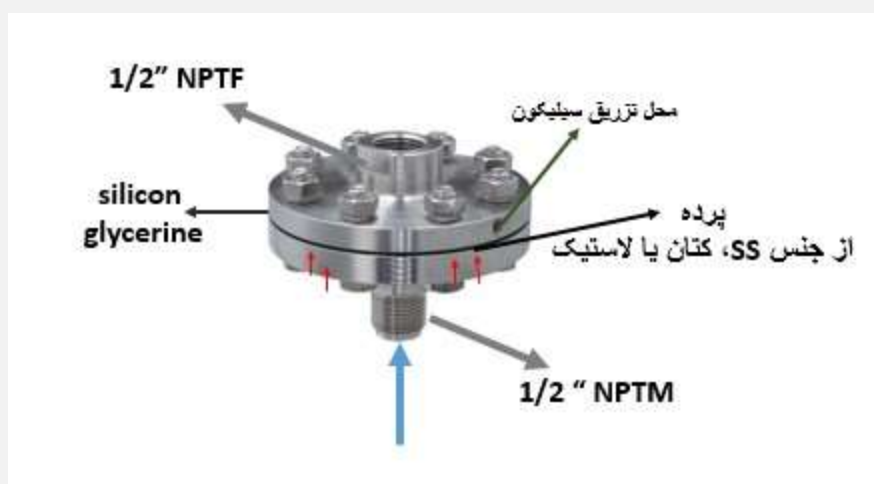
تفاوت دیافراگمی و دیافراگم سیل

دیافراگم سیل (Diaphragm Seal)

فرض کنید از خطوط لوله ی عبوری در کارخانه، سیالی عبور کند که خاصیت اسیدی داشته باشد (سیالات ترش). شما بایستی قسمت wetted part تجهیز را از نوع مونل (Monel-400) استفاده کنید، که در برابر خوردگی مقاومت خوبی دارد.

دیافراگم سیل ها را به همراه ترموول ها و گیج های فشاری سفارش گذاری کرده و خریداری می کنیم.

اما اگر فرض کنیم که شما حدود ۱۰۰ عدد گیج فشار را بخواهید، هزینه ای که برای خرید گیج های فشاری با این جنس لازم است، بسیار زیاد خواهد شد. آیا راهکاری که منجر به کاهش هزینه ها بشود و بتوانیم از همان گیج فشار با استینلس استیل استفاده کنیم، وجود دارد؟ بله، بهترین راهکار، استفاده از دیافراگم سیل ها است.



همان طور که مشاهده می کنید، قسمتی از دیافراگم سیل که با منیفرولد در ارتباط است از نوع male بوده و از آن جا که خروجی منیفرولد از نوع female می باشد، به راحتی اتصال انجام می شود.

هدف از استفاده این است که تماس سیالات با ویژگی های خاص از تجهیز قطع گردد، زیرا باعث آسیب رساندن به تجهیز می گردد. سیال از قسمت ورودی وارد شده و به پرده، فشار وارد می کند. سپس متناسب با فشاری

که به پرده وارد می شود، پرده فشار را به گیج منتقل کرده و عقربه گیج جا به جا می شود. دقت کنید، که سیال از پرده عبور نمی کند.

سیال انتقال دهنده فشار در دیافراگم سیل

به نظر شما، قسمت بالای پرده از چه محتویاتی است؟

اگر در دید اول به بودن هوا در آن قسمت اشاره کردید، باید بدانید که هوا مانع از انتقال فشار شده و اصلا گزینه مناسبی نیست. قسمت بالا همواره پر شده در نظر گرفته می شود و از روغن های سیلیکون silicon یا گلیسرین glycerin در این قسمت استفاده می گردد.

تذکر: به علت همین ساختمان داخلی، در انتقال فشار خطا وجود داشته و در بهترین حالت اگر گیج دارای دقت اندازه گیری ۱% باشد، مجموع گیج و دیافراگم سیل دارای دقت اندازه گیری ۱/۶% است. و نکته دیگر آن که همواره گیج و دیافراگم سیل را باهم کالیبره کنید و دقت کنید که اشتباهات گیج را به تنهایی کالیبره نکرده و سپس بر روی دیافراگم سیل قرار دهید.

همچنین حتما کالیبراسیون را برای دیافراگم سیل و گیج فشار دو یا سه ماه یک بار انجام دهید. همچنین قسمت زیرین آن را نیز با آب و نمک تمیز

کرده تا موادی که بر روی پرده ته نشین شده و منجر به سنگینی شده اند، شست و شو شوند و مانع از اندازه گیری اشتباه فشار گردند.

استفاده از دیافراگم سیل در کنار ترموول

توجه: همچنین در شرایطی که سیال ما High Viscosity (سیال ویسکوز – سیال با ویسکوزیته بالا) باشد، بایستی از دیافراگم سیل ها استفاده کنیم. سیالاتی نظیر قیر، چسب و عسل دارای ویسکوزیته بالایی هستند. بنابراین در مورد سیالاتی با ویژگی های زیر بایستی از دیافراگم سیل ها استفاده کنیم:

۱- خورنده Corrosive

۲- غلظت بالا High Viscosity

۳- بردوتی (یخ زدگی) Cryogenic

شکل دیافراگم سیل

شکل دیافراگم سیل به دو صورت است :

۱. Integral: شکل قوطی مانند و دیافراگم داخل آن

۲. Flange type: شبیه دو فلنج که روی هم قرار گرفته اند و دیافراگم

در وسط آن قرار گرفته باشد.

شکل های پایین نشان می دهد که دیافراگم سیل ها Assemble شده

با Pressure gauge تهیه می شوند.



همان طور که توجه می کنید، از ترموول ها هم در کنار شان استفاده می کنیم. دیافراگمی، در واقع همان دیافراگم سیل به همراه با یک گیج فشار است.

این هم تفاوت دیافراگمی و دیافراگم سیل که در ادامه کامل تر توضیح خواهیم داد.

دیافراگمی (دیافراگم) (Diaphragm)

در مورد دیافراگمی و دیافراگم سیل بایستی این نکته را در نظر بگیریم که دیافراگمی یک وسیله برای اندازه گیری فشار بوده در حالی که دیافراگم سیل، تنها یک وسیله جانبی بوده که به گیج فشار نصب می شود. در این روش اندازه گیری از یک دیافراگم استفاده شده که بر روی آن یک میله قرار دارد. قسمت بالای این تجهیز با یک مایع پر شده است. چقدر مشابه با دیافراگم سیل. اما؟! هرگز دیافراگمی و دیافراگم سیل را اشتباه نگیرید. خیلی اوقات هنگامی که یک گیج را به دوستان نمایش می دهیم، دیافراگمی و دیافراگم سیل را اشتباه می گیرند.

در اینجا، المنت اندازه گیری ای که ما داریم، خودش، دقیقاً خودش، دیافراگمی است.

نتیجه گیری ترموول ، دیافراگمی و دیافراگم سیل

بنابراین اگر گیج فشار دیافراگمی (Diaphragm Pressure Gauge) داشته باشیم یا به اصطلاح گیج فشار به صورت اسمبل شده بر روی دیافراگم سیل به شما تحویل داده شود، شما یک دیافراگمی (دیافراگم) دارید. اما اگر دیافراگم سیل و گیج را جدا گانه خریداری کنید، شما یک دیافراگم سیل و یک گیج فشار دارید، که در مجموع باهم تشکیل یک دیافراگمی می دهند. بهتر است بدانید که روش اول بهتر است. فشار به پرده پایین دیافراگم وارد شده و گیج به حرکت در می آید.



برخی از سازندگان مانند Wika، دیافراگمی (دیافراگم) ها را تا رنج ۳۶۰ psi هم تولید می کنند. کاربرد دیافراگمی در محدوده فشار های نزدیک به خلاء از مدل bellows بیشتر است. معمولاً دیافراگمی ها به صورت filled case ساخته می شوند که با گلیسرین یا سیلیکون، قسمت بالای پرده پر شده است.

رنج و دقت اندازه گیری دیافراگمی

رنج اندازه گیری: ۲/۵ Bar ~ -۱

دقت اندازه گیری: $\pm 1/6\%$

چنان چه سیال خورنده باشد و فشارش نیز پایین باشد، استفاده از این حالت بهترین کار است. زیرا وقتی از دیافراگم تایپ استفاده می کنیم نیازی به گذاشتن دیافراگم سیل نیست.

نکته: حتی چنان چه از یک C-type با دیافراگم سیل استفاده کنید، دقت اندازه گیری تا $1/6\%$ کاهش می یابد. پس بهتر است از همان دیافراگمی (به صورت عامیانه و در صنعت به آن دیافراگم می گویند) به طور مسقیم استفاده کنید.

جنس دیافراگم را می توان از جنس فلز یا غیر فلز انتخاب نمود. لاستیک و چرم از انواع متداول دیافراگم های غیر فلزی هستند. دیافراگم های غیر فلزی

معمولا در ابعاد بزرگ ساخته مي شوند و براي اندازه گيري فشارهاي پايين تر مورد استفاده قرار مي گيرند. به همين خاطر اين ديافراگم ها نياز به يك فنر نگهدارنده دارند تا از خميدگي آن ها در حالت تعادل جلوگیری شود. ديافراگم هاي فلزي از جنس برنز، برنج، آلياژهاي مس، فولاد ضد زنگ، برليوم و آلياژهاي مخصوص ساخته مي شود و مي توان آن ها را تخت يا چين دار ساخت.

ابعاد ديافراگم هاي فلزي كوچك مي باشد و به ضخامت فلز مورد استفاده، مدول الاستيسيته، شكل و تعداد چين هاي ديافراگم بستگي دارد.