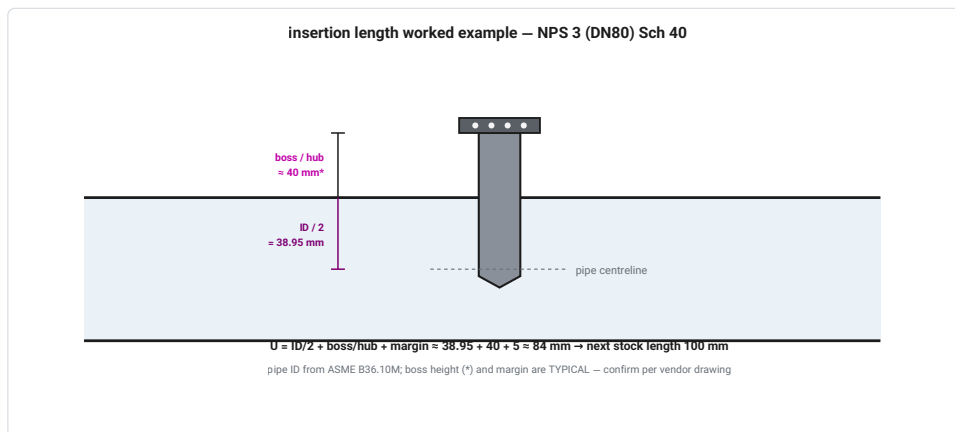


راهنمای مهندسی انتخاب و نصب ترموول

Thermowell Selection and Installation – A Practical Engineering Guide

انتخاب اتصال فرآیند، شکل ساقه، طول درون‌رفت و متریال، به همراه غربالگری ریسک ارتعاش، نصب صحیح، اشتباهات مهندسی رایج، مثال‌های عددی، یک سناریوی میدانی، ماتریس عیب‌یابی و چک‌لیست مهندسی – برای تصمیم‌گیری عملی مهندسان ابزار دقیق، نصب و راه‌اندازی.



شکل ۱ – مثال عددی طول درون‌رفت برای خط NPS 3 (DN80) Sch 40

1 مقدمه

راهنمای سطح ۱ همین مجموعه (NICO-EDU-TWL-L1-001-FA) توضیح داد Thermowell چیست و چرا سنسور دما مستقیم وارد فرآیند نمی‌شود. این سند یک قدم جلوتر می‌رود: برای یک سرویس مشخص – با فشار، دما، سیال و آرایش لوله‌کشی معلوم – چگونه اتصال فرآیند، شکل ساقه، طول درون‌رفت و متریال درست انتخاب شود، و Thermowell کجا و چگونه درست نصب شود.

این سند به عمد وارد محاسبه فرکانسی نمی‌شود. تحلیل کامل ارتعاش و تنش دینامیکی – طبق ASME PTC 19.3 TW-2016 – موضوع سطح ۳ همین مجموعه است. آنچه در ادامه می‌آید یک **غریبالگری مهندسی** است: چه زمانی باید آن محاسبه کامل انجام شود، نه خود محاسبه.

پس از مطالعه این راهنما خواهید توانست:

1. اتصال فرآیند مناسب – فلنجی، رزوه‌ای یا جوشی – را بر اساس رده فشار-دما و نیاز تعویض آینده انتخاب کنید.
2. شکل ساقه – Straight، Tapered یا Stepped – را برای یک سرویس مشخص توصیه کنید.
3. طول درون‌رفت (Insertion Length) را برای یک اندازه لوله مشخص محاسبه کنید.
4. راه‌حل عملی برای خطوط کوچک را – نصب در زانویی یا کاهش قطر موضعی – تشخیص دهید.
5. بگویید چه زمانی باید ریسک ارتعاش را به بررسی سطح ۳ ارجاع داد.
6. متریال Thermowell را متناسب با سیال و دمای سرویس انتخاب کنید.
7. قواعد نصب صحیح – به‌ویژه فاصله از شیر کنترل و اتصالات مولد اغتشاش – را به کار ببرید.
8. یک سناریوی میدانی واقعی را تحلیل و عیب‌یابی کنید.

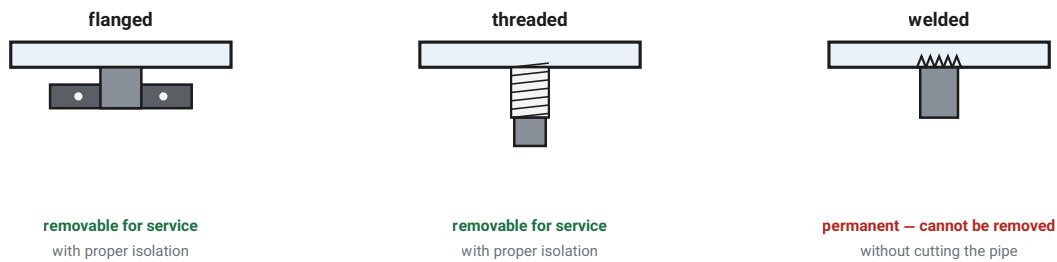
2 انتخاب اتصال فرآیند

انتخاب اتصال فرآیند دو معیار مستقل دارد که اغلب با هم اشتباه گرفته می‌شوند: رده فشار-دمای مجاز، و اینکه آیا خود Thermowell – نه فقط سنسور – در آینده قابل تعویض باید باشد یا نه.

جدول ۱ – مقایسه سه نوع اتصال فرآیند

نوع	رده فشار-دما	تعویض Thermowell
فلنجی	مطابق کلاس فلنج طبق ASME B16.5 – از Class 150 تا Class 2500	ممکن، با ایزوله‌سازی و روش کار ایمن مناسب
رزوه‌ای	محدود به رزوه NPT طبق ASME B1.20.1 – معمولاً فشار و اندازه پایین‌تر	ممکن، اما یکپارچگی رزوه با هر باز/بست کاهش می‌یابد
جوشی	بدون محدودیت رده فلنج؛ بالاترین یکپارچگی فشاری	غیرممکن بدون برش خط – دائمی است

process connection vs replaceability of the thermowell ITSELF



شکل ۲ - نوع اتصال فرآیند و قابلیت تعویض خود Thermowell

CAUTION - اتصال جوشی، تصمیمی برگشتناپذیر است

راهنمای سطح ۱ توضیح داد که Thermowell اجازه می‌دهد سنسور بدون باز کردن فرآیند تعویض شود. این مزیت درباره خود Thermowell با اتصال جوشی صادق نیست: اگر ساقه دچار خوردگی، فرسایش یا آسیب مکانیکی شود، تنها راه تعویض آن برش خط لوله است. اتصال جوشی را فقط برای سرویس‌هایی انتخاب کنید که ریسک خرابی ساقه در طول عمر پروژه پایین ارزیابی شده باشد.

3 انتخاب شکل ساقه

راهنمای سطح ۱ سه شکل ساقه را معرفی کرد. در عمل، انتخاب با یک قاعده پیش‌فرض ساده آغاز می‌شود و فقط در صورت وجود دلیل مهندسی مشخص از آن عدول می‌شود:

- **پیش‌فرض: Straight** - برای اکثر سرویس‌های عمومی، طول درون‌رفت متوسط و بدون نگرانی ارتعاشی شناخته شده. ساده‌ترین و ارزان‌ترین گزینه برای ساخت و بازرسی.
- **تغییر به Tapered یا Stepped وقتی:** طول درون‌رفت نسبت به قطر ریشه بزرگ است، یا سیال گاز/بخار با سرعت بالا است، یا سنسور نیاز به زمان پاسخ سریع‌تر دارد (جرم نوک کمتر).
- **ابعاد نهایی** - قطر ریشه، قطر نوک و ضخامت دیواره - همیشه با محاسبه مقاومت فشار داخلی و، در صورت نیاز به غربالگری بخش ۶، بررسی ارتعاشی تعیین می‌شوند؛ این سند فقط منطق انتخاب اولیه شکل را می‌دهد.

ENGINEERING NOTE - چرا جدول ابعاد استاندارد در این سند نیست

ابعاد دقیق قطر ریشه/نوک و ضخامت دیواره مجاز، تابع فشار طراحی، متریال و نتیجه بررسی ASME PTC 19.3 TW-2016 است، نه یک جدول عمومی قابل تعمیم. این محاسبه، همراه با مقایسه سه گزینه واقعی، در سطح ۳ همین مجموعه ارائه خواهد شد.

4 تعیین طول درون‌رفت

هدف پیش‌فرض، رساندن نوک Thermowell به نزدیکی خط مرکزی لوله است - همان نکته‌ای که راهنمای سطح ۱ به‌عنوان رایج‌ترین اشتباه نصب معرفی کرد. طول درون‌رفت (Insertion Length، نماد U) با جمع سه جزء به‌دست می‌آید:

$$U = ID / 2 + \text{boss/hub} + \text{margin}$$

که در آن ID قطر داخلی لوله، boss/hub ارتفاع اتصال فرآیند (فلنج یا رزوه) بالای جدار لوله، و margin حاشیه طراحی برای عبور قطعی نوک از خط مرکزی است.

مثال ۱ – طول درون‌رفت برای خط NPS 3 (DN80) Sch 40

گام ۱ – قطر داخلی لوله: طبق جدول ابعاد ASME B36.10M برای NPS 3 Sch 40: قطر خارجی 88.9 mm، ضخامت دیواره 5.49 mm، بنابراین:

$$ID = 88.9 - 2 \times 5.49 = 77.9 \text{ mm}$$

گام ۲ – نیمی از قطر داخلی:

$$ID / 2 = 38.95 \text{ mm}$$

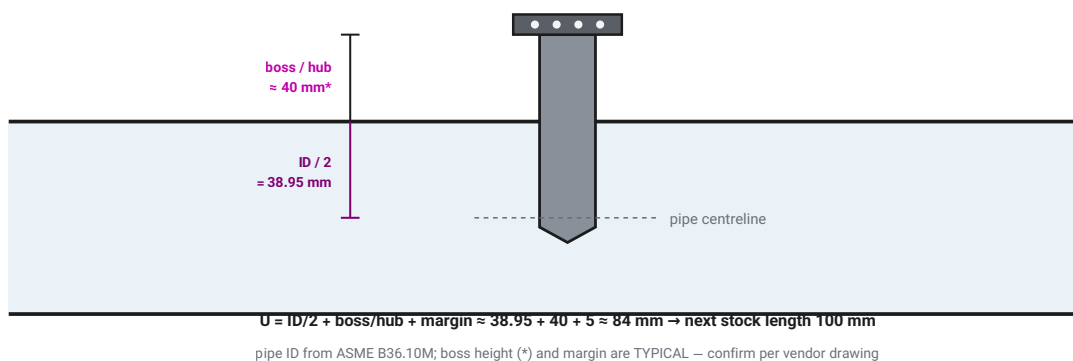
گام ۳ – جمع با ارتفاع اتصال و حاشیه: ارتفاع فلنج/رزوه (boss/hub) و حاشیه طراحی، مقادیری وابسته به مدرک سازنده و رویه پروژه‌اند؛ در این مثال به‌عنوان مقدار نوعی (TYPICAL – نه استاندارد) 40 mm و 5 mm فرض شده‌اند:

$$U = 38.95 + 40 + 5 \approx 84 \text{ mm}$$

نتیجه: نزدیک‌ترین طول موجودی بالاتر از 84 mm انتخاب می‌شود – معمولاً 100 mm. مقدار boss/hub و حاشیه باید همیشه از مدرک واقعی سازنده گرفته شوند، نه از این مثال.

شرکت نیکان صنعت خاورمیانه

insertion length worked example – NPS 3 (DN80) Sch 40



شکل ۱ – زنجیره محاسبه طول درون‌رفت برای خط NPS 3 (DN80) Sch 40

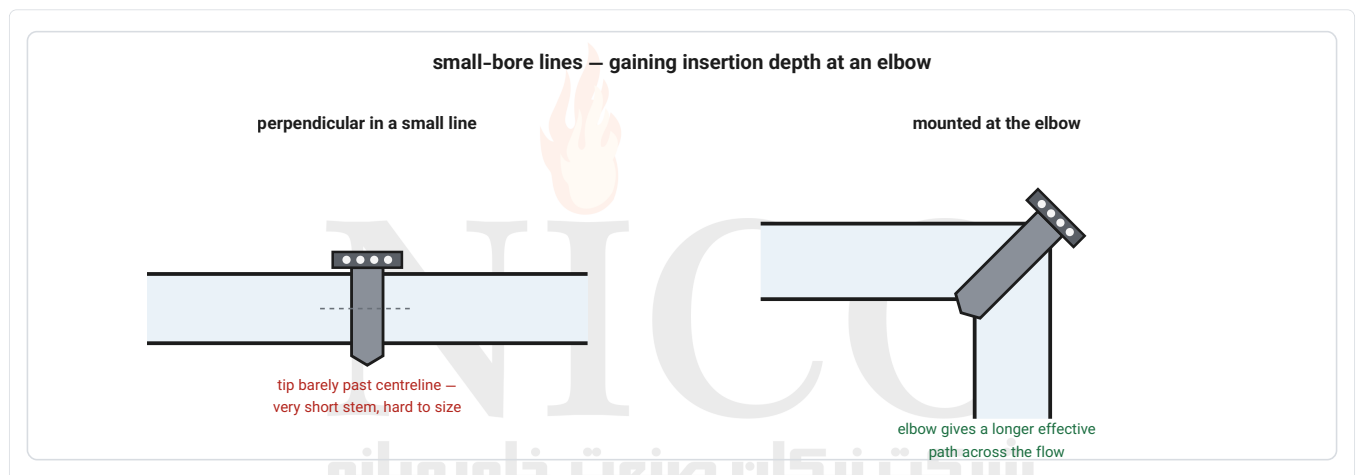
ENGINEERING TIP – دو طرف قضیه

طول ناکافی (کوتاه‌تر از لازم) نوک را در ناحیه راکد نزدیک جدار نگه می‌دارد – موضوع سطح ۱. طول بیش از حد نیز مشکل‌ساز است: نسبت طول آزاد به قطر (L/D) را بالا می‌برد و ریسک ارتعاش را افزایش می‌دهد – موضوع بخش ۶ همین سند. هدف، رساندن نوک به خط مرکزی بدون بلندتر کردن غیرضروری ساقه است.

5 راه‌حل عملی برای خطوط کوچک

در لوله‌های کوچک، فرمول بخش قبل به یک طول درون‌رفت بسیار کوتاه می‌رسد که ساخت و کنترل کیفیت آن دشوار است. دو راه‌حل رایج صنعتی وجود دارد:

- **نصب در زانویی خط لوله** – نوک Thermowell از گوشه بیرونی خمش عبور می‌کند و مسیر مؤثری بلندتر از یک نصب عمودی در همان قطر لوله به دست می‌دهد.
- **افزایش موضعی قطر خط** – نصب Thermowell روی یک بخش بزرگ‌شده از لوله (Enlarger) که سپس به قطر اصلی خط کاهش می‌یابد؛ طول درون‌رفت بر مبنای قطر بزرگ‌شده محاسبه می‌شود.



شکل ۳ – نصب عمودی در خط کوچک در برابر نصب در زانویی برای افزایش مسیر مؤثر

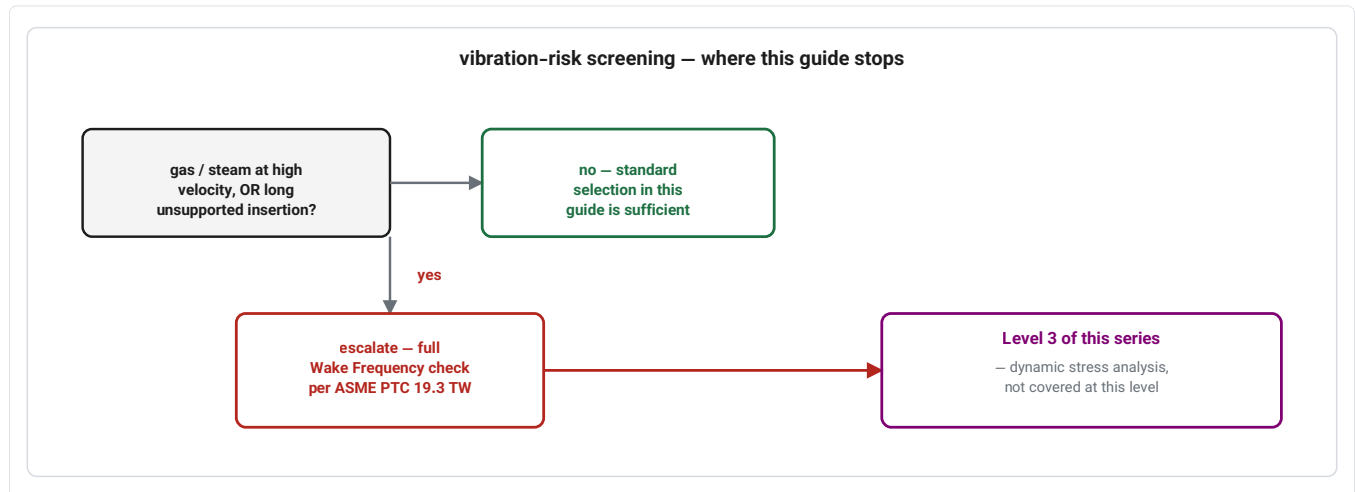
ENGINEERING NOTE – این دو راه‌حل، جایگزین محاسبه نیستند

هر دو روش، هندسه ورودی را تغییر می‌دهند اما الزام غربالگری ارتعاش بخش بعد را حذف نمی‌کنند؛ نصب در زانویی خود می‌تواند الگوی جریان و بار وارد بر ساقه را تغییر دهد و باید در بررسی سطح ۳ لحاظ شود.

6 غربالگری ریسک ارتعاش و سرعت جریان

هدف این بخش، محاسبه فرکانس نیست – تشخیص اینکه چه زمانی محاسبه لازم است. سه عامل، ریسک ارتعاش ناشی از ریزش گردابه (Vortex Shedding) را بالا می‌برند و هر سه معمولاً با هم ظاهر می‌شوند:

- سیال گاز یا بخار با چگالی و سرعت بالا (سرویس‌های مایع با سرعت معمول، عموماً ریسک کمتری دارند).
- نسبت طول آزاد به قطر ریشه (L/D) بالا – ساقه بلند و نازک.
- نصب بلافاصله پس از منبع اغتشاش جریان – شیر کنترل، زانویی تند یا کاهنده قطر (بخش ۸).



شکل ۴ – منطق غربالگری ریسک ارتعاش و مرز میان این سند و سطح ۳

IMPORTANT – چرا این سند آستانه عددی سرعت نمی‌دهد

معیار پذیرش فرکانسی – نسبت فرکانس طبیعی به فرکانس ریزش گردابه، و روش محاسبه آن – میان ویرایش‌های ASME PTC 19.3 TW تفاوت واقعی دارد (مشابه دام ویرایشی که در خوشه اریفیس همین مجموعه مستند شده است). ارائه یک عدد آستانه سرعت بدون راستی‌آزمایی مستقیم از متن ویرایش 2016، ریسک انتقال یک معیار قدیمی و نادرست را دارد. اگر هر یک از سه عامل بالا صادق باشد، محاسبه کامل سطح ۳ الزامی است – حدس یا قاعده سرانگشتی جایگزین آن نیست.

7 انتخاب متریال

متریال Thermowell باید هم‌زمان با سیال فرآیند (خوردگی) و با متریال خط لوله یا مخزن (سازگاری و درز جوش) سازگار باشد.

جدول ۲ – راهنمای کلی انتخاب متریال

سرویس	ملاحظه
عمومی، غیرخورنده	فولاد زنگ‌زن آستنیتی 316 / 316L – انتخاب پیش‌فرض صنعتی برای اکثر سرویس‌های فرآیندی
خورنده / کلراید بالا	بررسی آلیاژهای مقاوم‌تر (مانند Duplex یا آلیاژهای پایه نیکل) بر اساس داده خوردگی سیال – انتخاب نهایی نیازمند تأیید متالورژی پروژه است
سرویس ترش (Sour Service)	سازگاری متریال و سختی جوش باید طبق ISO 15156 / NACE MR0175 تأیید شود
درز جوش به خط لوله (اتصال جوشی)	متریال Thermowell باید از نظر جوش‌پذیری با متریال لوله سازگار باشد؛ ناسازگاری می‌تواند به ترک درز جوش بینجامد

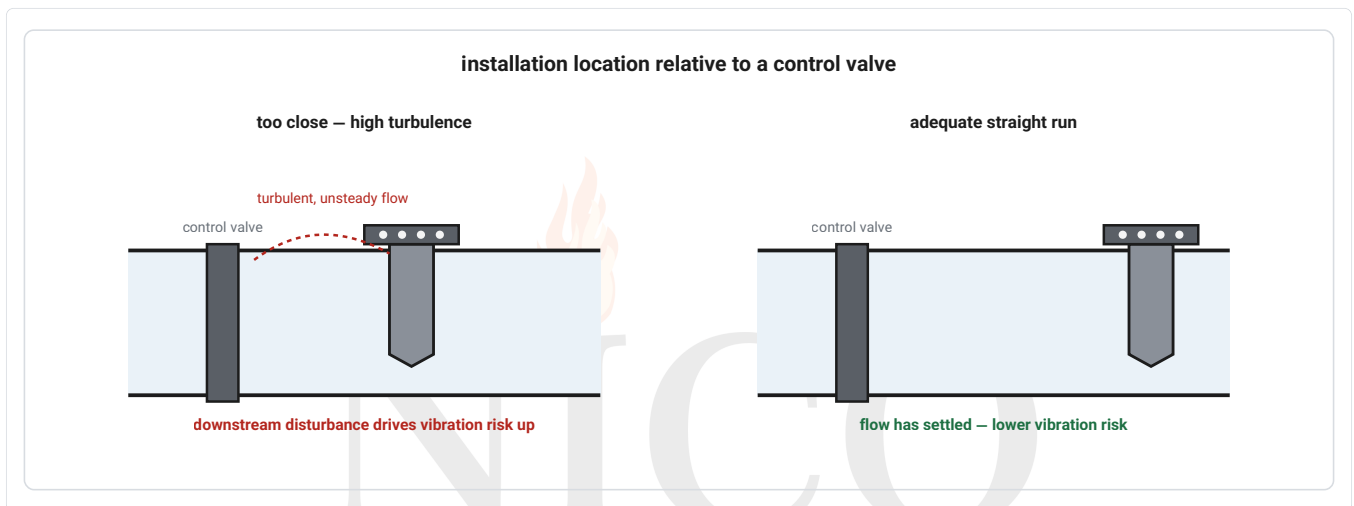
COMMON MISTAKE – فرض سازگاری متریال بدون بررسی

انتخاب همان متریال لوله برای Thermowell بدون بررسی زوج گالوانیکی و سازگاری جوش، فرضی رایج و نادرست است. دو متریال «نزدیک به هم» همیشه به معنای جوش‌پذیری خوب یا نبود خوردگی گالوانیکی نیستند؛ این بررسی باید صریح انجام شود.

8 نصب صحیح

محل نصب به اندازه ابعاد Thermowell در ریسک ارتعاش و صحت اندازه‌گیری اثر دارد.

- **فاصله از منابع اغتشاش** – Thermowell نباید بلافاصله پس از شیر کنترل، زانویی تند یا تغییر قطر نصب شود؛ جریان آشفته هم ریسک ارتعاش را بالا می‌برد و هم دمای اندازه‌گیری شده را نماینده کمتری از دمای جریان اصلی می‌کند.
- **افزایش طول عایق کافی** – وقتی خط عایق‌کاری حرارتی دارد، Lagging Extension باید اتصال سنسور را بیرون از عایق نگه دارد؛ در غیر این صورت سر سنسور در دمای بالاتر از حد مجاز محفظه قرار می‌گیرد.
- **گشتاور و درگیری رزوه** – در اتصال رزوه‌ای، درگیری کامل رزوه و آب‌بندی مناسب (طبق رویه پروژه) باید کنترل شود؛ درگیری ناقص، مسیر نشستی ایجاد می‌کند.
- **دسترسی برای سرویس** – فضای کافی برای بیرون کشیدن سنسور در جهت محور Thermowell باید در طراحی مسیر و سکو لحاظ شود.



شکل ۵ – محل نصب نسبت به شیر کنترل: فاصله ناکافی در برابر طول مستقیم کافی

شرکت نیکان صنعت خاورمیانه

9 اشتباهات رایج مهندسی

جدول ۳ – اشتباهات رایج در انتخاب و نصب

پیامد	اشتباه
فاصله هوا (راهنمای سطح ۱) و کاهش سرعت پاسخ	استفاده مجدد از حفره یک Thermowell قدیمی برای سنسور جدید بدون کنترل قطر
حذف عملی قابلیت تعویض و نامعتبر شدن رده فشار مدرک شده	مشخص کردن اتصال رزوه‌ای در مدرک، اما جوش‌کاری آن در سایت
سر سنسور در دمای بالاتر از حد مجاز محفظه	نادیده گرفتن ارتفاع عایق در انتخاب Lagging Extension
ریسک ارتعاش بالا و قرائت غیرنماینده (بخش ۶ و ۸)	نصب بلافاصله پس از شیر کنترل برای «راحتی لوله‌کشی»

فرض سازگاری متریال بدون بررسی زوج خوردگی موضعی یا ترک درز جوش گالوانیکی یا جوش‌پذیری

10 مثال مهندسی – تصمیم اتصال و متریال

مثال ۲ – خط بخار DN80، فشار طراحی Class 300

WORKED EXAMPLE

گام ۱ – اتصال فرآیند: رده Class 300 از محدوده معمول اتصال رزوه‌ای فراتر می‌رود؛ اتصال فلنجی طبق ASME B16.5 انتخاب می‌شود تا هم رده فشار-دما تأمین شود و هم امکان تعویض آینده Thermowell باقی بماند.

گام ۲ – غربالگری ارتعاش: سیال بخار (چگالی/سرعت بالقوه بالا) – یکی از سه عامل ریسک بخش ۶ برقرار است. نتیجه: ارجاع به بررسی سطح ۳ پیش از نهایی‌شدن ابعاد ساقه، صرف‌نظر از اینکه شکل ساقه در نگاه اول ساده به نظر برسد.

گام ۳ – متریال: برای بخار عمومی بدون خوردگی شناخته‌شده، فولاد زنگ‌نزن 316L گزینه پیش‌فرض است؛ در صورت وجود سیال کمکی خورنده در همان سرویس، بررسی جداگانه لازم است.

نتیجه: اتصال فلنجی Class 300، متریال 316L، و ابعاد ساقه مشروط به تأیید سطح ۳ – نه یک انتخاب نهایی بدون آن بررسی.

11 سناریوی مهندسی

شکستگی تکرارشونده ساقه پس از یک شیر کنترل بخار

سناریو میدانی

«در یک خط بخار DN80، یک Thermowell نوع Straight در فاصله کوتاهی پس از یک شیر کنترل نصب شده است. طی هجده ماه، این قطعه دو بار دچار ترک خستگی در نزدیکی اتصال فلنج شده و هر بار با یک نمونه یکسان تعویض شده است.»

گام ۱ – چرا «تعویض با نمونه یکسان» مسئله را حل نکرد

تعویض قطعه، علت را برطرف نمی‌کند اگر علت هندسی یا محل نصب باشد، نه کیفیت ساخت قطعه. خرابی تکرارشونده در همان محل و همان الگو، نشانه یک بار دینامیکی سیستماتیک است – دقیقاً تصویری که در جدول عیب‌یابی همین سند برای «شکستگی ساقه» ثبت شده است.

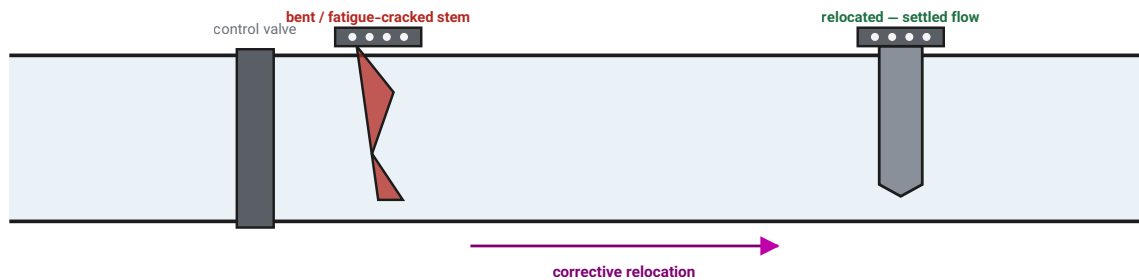
گام ۲ – بازبینی سه عامل ریسک بخش ۶

سیال بخار است (عامل اول برقرار). محل نصب بلافاصله پس از شیر کنترل است (عامل سوم برقرار) – جریان در این نقطه هنوز آشفته و نایک‌نواخت است. هر دو عامل به‌طور هم‌زمان صادق‌اند؛ طبق شکل ۴، این وضعیت باید از ابتدا به بررسی سطح ۳ ارجاع می‌شد.

گام ۳ – اقدام اصلاحی

دو اقدام مستقل لازم است، نه یکی به جای دیگری: (۱) انتقال محل نصب به نقطه‌ای با طول مستقیم کافی پس از شیر کنترل، مطابق شکل ۵؛ و (۲) اجرای محاسبه کامل فرکانسی سطح ۳ برای شکل و ابعاد ساقه در محل جدید، پیش از سفارش قطعه بعدی.

field scenario – repeated thermowell failure downstream of a control valve



شکل ۶ – انتقال محل نصب از نقطه پرآشفتگی پس از شیر کنترل به ناحیه با جریان نشسته

ENGINEERING NOTE – جمع‌بندی سناریو

تعویض قطعه با نمونه یکسان، یک خطای هندسی یا محل نصب را هرگز حل نمی‌کند. وقتی خرابی تکرارشونده و هم‌الگو مشاهده می‌شود، اول علت سیستماتیک – محل نصب، سرعت سیال، طول درون‌رفت – بررسی شود، سپس قطعه تعویض شود.

12 عیب‌یابی

جدول ۴ – ماتریس عیب‌یابی نصب و انتخاب Thermowell

علامت Symptom	علت احتمالی Possible Cause	بررسی Check	اقدام اصلاحی Corrective Action
شکستگی یا ترک تکرارشونده ساقه	بار دینامیک ناشی از ارتعاش ریزش گردابه	بازبینی سه عامل ریسک (سیال، L/D، محل نصب)	انتقال محل نصب و ارجاع به محاسبه سطح ۳
قرائت پایدار اما نادرست	طول درون‌رفت ناکافی – نوک در ناحیه راکد	محاسبه مجدد L طبق بخش ۴	تعویض با طول درون‌رفت محاسبه‌شده صحیح
پاسخ کند سنسور به تغییرات دما	فاصله هوا میان نوک سنسور و کف حفره	کنترل قطر بور در برابر قطر سنسور	سنسور بارگذاری‌شده با فنر (راهنمای سطح ۱) با قطر متناسب
نشتی از اتصال فرآیند	درگیری ناقص رزوه یا گسکت نامناسب فلنج	بازرسی بصری درگیری رزوه یا سطح آب‌بندی فلنج	اصلاح نصب طبق رویه؛ در صورت تکرار، تغییر نوع اتصال
سر سنسور داغ‌تر از حد مجاز محفظه	Lagging Extension کوتاه‌تر از ارتفاع عایق خط	اندازه‌گیری ارتفاع عایق در محل واقعی نصب	تعویض با Lagging Extension بلندتر
خوردگی موضعی نزدیک درز جوش	ناسازگاری متریال Thermowell و لوله	بررسی زوج گالوانیکی و جوش‌پذیری با متالورژی پروژه	انتخاب مجدد متریال طبق جدول ۲

13 چک‌لیست مهندسی انتخاب و نصب

- ☐ فشار طراحی و دمای سرویس، شامل شرایط گذرا، مشخص شده است.
- ☐ نوع اتصال فرآیند بر اساس رده فشار-دما و نیاز تعویض آینده انتخاب شده است.
- ☐ در صورت انتخاب اتصال جوشی، پذیرش غیرقابل تعویض بودن ثبت شده است.
- ☐ شکل ساقه با منطق پیش‌فرض/استثنا بخش ۳ توجیه شده است.
- ☐ طول درون‌رفت طبق فرمول بخش ۴ و مدرک واقعی اتصال محاسبه شده است.
- ☐ برای خطوط کوچک، راه‌حل زانویی یا افزایش قطر موضعی بررسی شده است.
- ☐ هر سه عامل ریسک ارتعاش (سیال، L/D، محل نصب) بررسی شده‌اند.
- ☐ در صورت وجود هر عامل ریسک، ارجاع به محاسبه سطح ۳ ثبت شده است.
- ☐ متریال بر اساس سازگاری سیال و سازگاری با متریال لوله انتخاب شده است.
- ☐ محل نصب از شیر کنترل، زانویی تند و کاهنده قطر فاصله کافی دارد.
- ☐ Lagging Extension متناسب با ارتفاع عایق واقعی انتخاب شده است.
- ☐ دسترسی برای بیرون کشیدن سنسور در طراحی مسیر و سکو لحاظ شده است.

14 جمع‌بندی

انتخاب و نصب Thermowell پنج تصمیم مستقل اما به‌هم‌وابسته است: اتصال فرآیند، شکل ساقه، طول درون‌رفت، متریال و محل نصب. هیچ‌کدام از این تصمیم‌ها را نمی‌توان بدون در نظر گرفتن چهار تای دیگر گرفت – و هر جا سیال، هندسه یا محل نصب ریسک ارتعاش را بالا می‌برد، تصمیم نهایی ابعاد ساقه به بررسی سطح ۳ موکول می‌شود.

جمع‌بندی نکات کلیدی

- اتصال جوشی، تصمیمی برگشت‌ناپذیر درباره خود Thermowell است، نه فقط سنسور.
- طول درون‌رفت از سه جزء ساخته می‌شود: ID/2، ارتفاع اتصال و حاشیه طراحی.
- طول بیش از حد هم مشکل‌ساز است – نسبت L/D بالا ریسک ارتعاش را افزایش می‌دهد.
- در خطوط کوچک، نصب در زانویی یا افزایش موضعی قطر جایگزین‌های عملی‌اند.
- سه عامل ریسک ارتعاش: سیال گاز/بخار پرسرعت، نسبت L/D بالا، و نصب پس از منبع اغتشاش.
- این سند هیچ آستانه عددی سرعت یا فرکانس نمی‌دهد؛ آن محاسبه سطح ۳ است.
- متریال باید هم با سیال و هم با متریال لوله سازگار باشد – نه فقط یکی از این دو.
- خرابی تکرارشونده با همان الگو، نشانه علت سیستماتیک است، نه کیفیت قطعه.

15 پرسش‌های متداول

چه زمانی اتصال جوشی مناسب است؟

وقتی رده فشار-دما یا الزامات یکپارچگی از ظرفیت فلنج/رزوه فراتر می‌رود، یا سرویس دائمی و ریسک خرابی ساقه پایین است. باید از قبل پذیرفت که خود Thermowell دیگر بدون برش خط قابل تعویض نخواهد بود.

طول درون‌رفت چگونه محاسبه می‌شود؟

با جمع سه جزء: نیمی از قطر داخلی لوله، ارتفاع اتصال فرآیند (فلنج یا رزوه) و یک حاشیه طراحی. مقدار نهایی به نزدیک‌ترین طول موجودی گرد می‌شود؛ ارتفاع اتصال و حاشیه از مدرک سازنده گرفته می‌شوند، نه از یک عدد ثابت.

در خط لوله کوچک با طول درون‌رفت بسیار کوتاه چه باید کرد؟

دو گزینه رایج: نصب در زانویی خط برای گرفتن مسیر مؤثر بلندتر، یا نصب روی یک بخش بزرگ‌شده از لوله که سپس به قطر اصلی کاهش می‌یابد. هر دو گزینه همچنان نیاز به غربالگری ریسک ارتعاش دارند.

چه زمانی باید محاسبه فرکانسی سطح ۳ انجام شود؟

اگر هر یک از سه عامل صادق باشد: سیال گاز یا بخار با سرعت/چگالی بالا، نسبت طول آزاد به قطر ریشه بالا، یا نصب بلافاصله پس از یک منبع اغتشاش جریان مانند شیر کنترل. این سند آستانه عددی نمی‌دهد؛ محاسبه واقعی طبق ASME PTC 19.3 TW-2016 لازم است.

چرا این سند عدد آستانه سرعت یا فرکانس نمی‌دهد؟

چون معیار پذیرش فرکانسی میان ویرایش‌های استاندارد تفاوت واقعی دارد. ارائه یک عدد بدون راستی‌آزمایی مستقیم از متن ویرایش جاری، ریسک انتقال یک معیار قدیمی و نادرست دارد.

چه متریالی برای Thermowell پیش‌فرض است؟

فولاد زنگ‌نزن آستنیتی 316 یا 316L برای اکثر سرویس‌های عمومی. برای سیال خورنده، کلراید بالا یا سرویس ترش، انتخاب باید با داده خوردگی واقعی و – در سرویس ترش – طبق ISO 15156 / NACE MR0175 تأیید شود.

چرا نصب نزدیک شیر کنترل مشکل ساز است؟

جریان بلافاصله پس از شیر کنترل هنوز آشفته و ناپیچناخت است. این آشفتگی هم ریسک ارتعاش ساقه را بالا می برد و هم دمای اندازه گیری شده را کمتر نماینده دمای واقعی جریان می کند.

آیا تعویض تکراری قطعه با نمونه یکسان، خرابی مکرر را حل می کند؟

خیر، اگر علت هندسی یا محل نصب باشد. خرابی تکرارشونده با همان الگو، نشانه یک بار دینامیکی سیستماتیک است که باید پیش از سفارش قطعه بعدی بررسی و اصلاح شود.

16 استانداردها و منابع

1. ASME PTC 19.3 TW-2016 (R2025) – Thermowells

استاندارد اصلی طراحی و تحلیل دینامیکی Thermowell؛ در این سند فقط برای تعیین مرز غربالگری بخش ۶ ارجاع داده شده، نه برای استخراج آستانه عددی.

2. ASME B16.5 – Pipe Flanges and Flanged Fittings: NPS 1/2 through NPS 24, Metric/Inch Standard

مرجع رده فشار-دمای اتصال فلنجی (Class 150 تا Class 2500)؛ ویرایش پروژه باید طبق مشخصات قرارداد تأیید شود.

3. ASME B1.20.1-2013 (R2018) – Pipe Threads, General Purpose, Inch

مرجع ابعاد و رواداری رزوه NPT اتصال رزوه ای.

4. ASME B36.10M – Welded and Seamless Wrought Steel Pipe

مرجع ابعاد لوله (قطر خارجی و ضخامت دیواره) استفاده شده در مثال ۱.

5. NACE MR0175 / ISO 15156 – Petroleum and natural gas industries – Materials for use in H₂S-containing environments in oil and gas production

مرجع سازگاری متریال در سرویس ترش (Sour Service)؛ فقط در صورت وجود H₂S در سیال کاربرد دارد.

6. API RP 551 – Process Measurement Instrumentation

راهنمای عمومی صنعتی برای ابزار دقیق اندازه گیری فرآیند، شامل ملاحظات نصب دما؛ سال بازتأیید جاری پیش از استاندارد رسمی باید مستقیماً از API تأیید شود.

منابع مرتبط NICO

ادامه همین موضوع

• ترموول چگونه سنسور دما را از فرآیند جدا نگه می دارد؟ – NICO-EDU-TWL-L1-001-FA

• طراحی، غربالگری فرکانسی و راستی آزمایی مهندسی ترموول – NICO-EDU-TWL-L3-003-FA (در دست تدوین)

مرتبط از دسته اندازه گیری دما

• سیگنال 4–20 mA چیست؟ – NICO-EDU-SIG-L1-001-FA

این راهنما یک سند آموزشی-مهندسی مفهومی است و هیچ مشخصه یا مدل محصول خاصی در آن ادعا نشده است.