NICO TECHNICAL LEARNING SERIES

مجموعه آموزش فنی ابزار دقیق

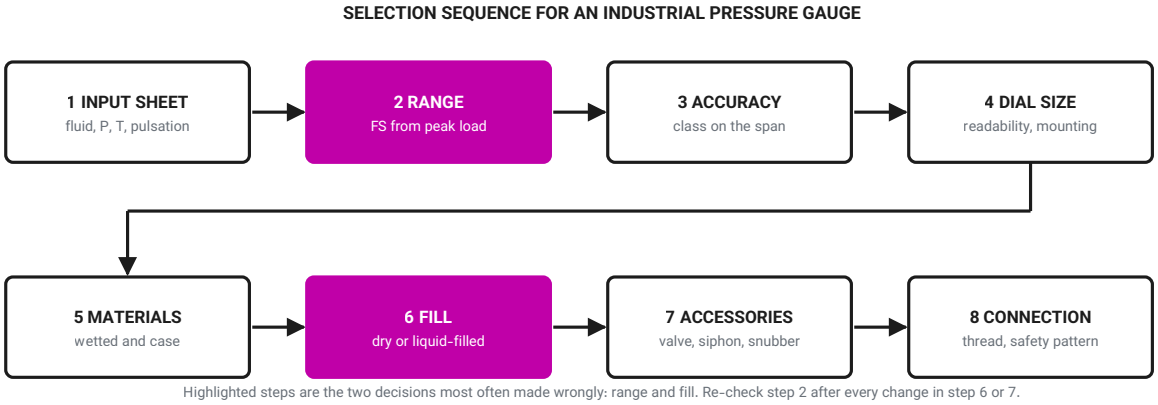
LEVEL 2 — PROFESSIONAL ENGINEERING

راهنمای مهندسی انتخاب، سایزینگ و نصب گیج فشار صنعتی

از رنج و کلاس دقت تا ضربان، ارتعاش، اضافه‌فشار و دیافراگم سیل

Industrial Pressure Gauge Selection, Sizing and Installation Guide

از برگهٔ ورودی سرویس تا Range، Accuracy Class، گیج روغنی یا خشک، Snubber، Siphon و Diaphragm Seal — با چهار سناریوی کامل و جدول عیب‌یابی.



شکل ۱ — توالی انتخاب گیج فشار صنعتی؛ دو گام رنج و پرکننده بیش از بقیه اشتباه می‌شوند

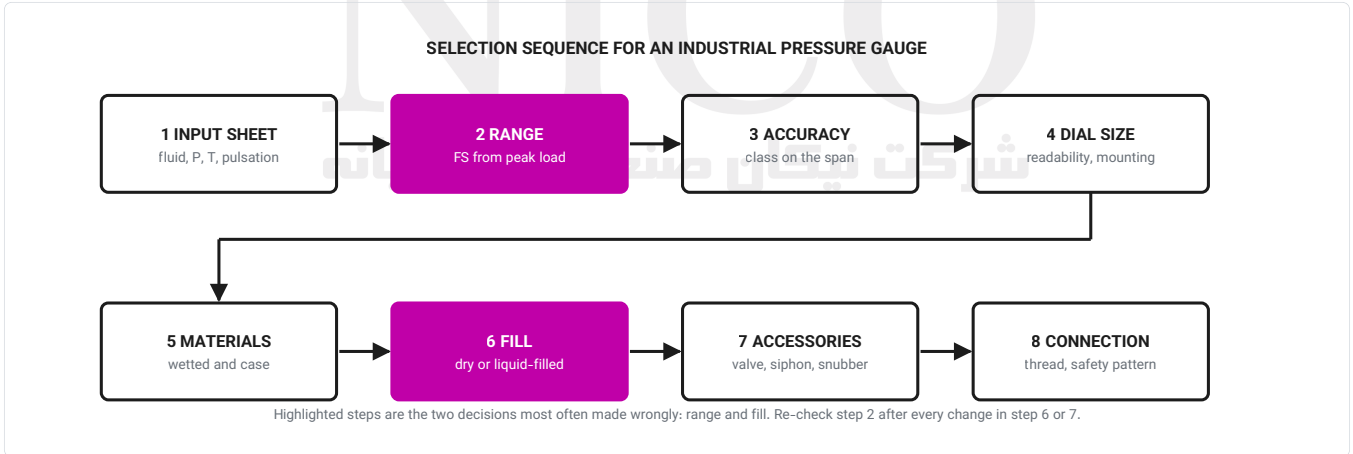
شماره سند	بازنگری	سطح محتوا	تاریخ انتشار
NICO-EDU-PRS-L2-007-FA	Rev00	LEVEL 2	November 2026 — **آبان ۱۴۰۵**

1 انتخاب گیج فشار صنعتی از کجا شروع می‌شود؟

انتخاب گیج فشار صنعتی (Industrial Pressure Gauge) یک تصمیم چندمتغیره است: رنج، کلاس دقت، قطر صفحه، جنس، پرکننده، لوازم جانبی و اتصال روی هم اثر می‌گذارند. اشتباه رایج، خرید بر پایهٔ «رنج و قطر» است؛ در حالی که عمر و صحت گیج را بیشتر ضربان، ارتعاش، دما و خورندگی سیال تعیین می‌کند. این راهنما برای مهندسان طراحی، راه‌اندازی و نگهداری نوشته شده و مفاهیم پایه (لوله بوردون، رنج و اسپن) را در سطح ۱ (NICO-EDU-PRS-L1-006-FA) فرض می‌کند.

پس از مطالعه این راهنما خواهید توانست:

1. برگهٔ ورودی سرویس را کامل کنید و داده‌های ناموجود را به‌صراحت علامت‌گذاری کنید.
2. Range را از فشار عادی، بیشینهٔ کاری و نوع بار (ایستا، ضربان‌دار، ضربه‌ای) انتخاب کنید و منبع هر قاعدهٔ عددی را بدانید.
3. خطای مجاز Accuracy Class را روی اسپن محاسبه کنید و با قرائت مقایسه کنید.
4. گیج خشک (Dry Gauge) و گیج روغنی (Liquid-Filled Gauge) را بر پایهٔ ارتعاش، دما و ضربان انتخاب کنید.
5. برای ضربان، ضربه و بخار از Snubber، Gauge Saver و Siphon درست استفاده کنید.
6. در سیال خورنده یا چسبنده، Diaphragm Seal را تعریف و اثر ارتفاع پرکننده را برآورد کنید.
7. گیج را نصب، راه‌اندازی و با جدول عیب‌یابی بررسی کنید.



شکل ۱ — توالی انتخاب گیج فشار صنعتی؛ گام‌های ۲ (رنج) و ۶ (پرکننده) بیش از بقیه در میدان اشتباه می‌شوند

NOTE — برچسب مبنای هر گزاره

در این راهنما هر قاعدهٔ عددی با یکی از برچسب‌های ENGINEERING RECOMMENDATION (توصیهٔ مهندسی از منابع استاندارد یا ادبیات سازندگان) و MANUFACTURER PRACTICE (رویهٔ یک سازنده، فقط برای همان مدل) مشخص شده است. متن کامل EN 837-1، EN 837-2، EN 837-3 و ASME B40.100 در این پروژه خوانده نشده؛ بنابراین بند الزامی نقل نمی‌شود و برچسب NORMATIVE REQUIREMENT به کار نرفته است. مبنای NICO DESIGN PRACTICE نیز فقط پس از تأیید سند رسمی NICO مجاز است.

2 برگهٔ ورودی: چه داده‌ای باید پیش از انتخاب داشت؟

بدون داده‌های سرویس نمی‌توان گیج فشار را انتخاب کرد. اگر مقداری معلوم نیست، به‌جای حدس آن را «نامعلوم» ثبت کنید و در پایان به‌عنوان مورد باز در سند بیاورید. جدول ۱ حداقل داده‌هایی را نشان می‌دهد که هم‌زمان برای انتخاب گیج فشار، قیمت‌گذاری دقیق و خرید بدون برگشت لازم است.

جدول ۱ — برگهٔ ورودی انتخاب گیج فشار و اثر هر داده

داده	چه چیزی را تعیین می‌کند
سیال، فاز و خورندگی	جنس قطعات تماس‌دار، نیاز به Diaphragm Seal، ممنوعیت‌هایی مثل مس و برنج در سیال خاص
فشار عادی و بیشینهٔ کاری (bar(g))	Range، درصد استفاده از مقیاس
نوع بار: ایستا، ضربان‌دار، ضربه	ضریب مجاز مقیاس، Snubber، پرکننده
دمای سیال و محیط	پرکننده، Siphon، خطای دمایی، لوازم خنک‌کننده
ارتعاش محل نصب	گیج خشک یا روغنی، جانمایی، نگهدارنده
دقت لازم و نحوهٔ مصرف عدد	Accuracy Class، قطر صفحه
فاصلهٔ دید اپراتور	قطر صفحه
اتصال لولهٔ فرآیند و جهت نصب	رزوه، اتصال پایین یا پشت
الزامات ایمنی محل و مقررات پروژه	الگوی ایمنی، فاصلهٔ پشت گیج، مدارک تأیید

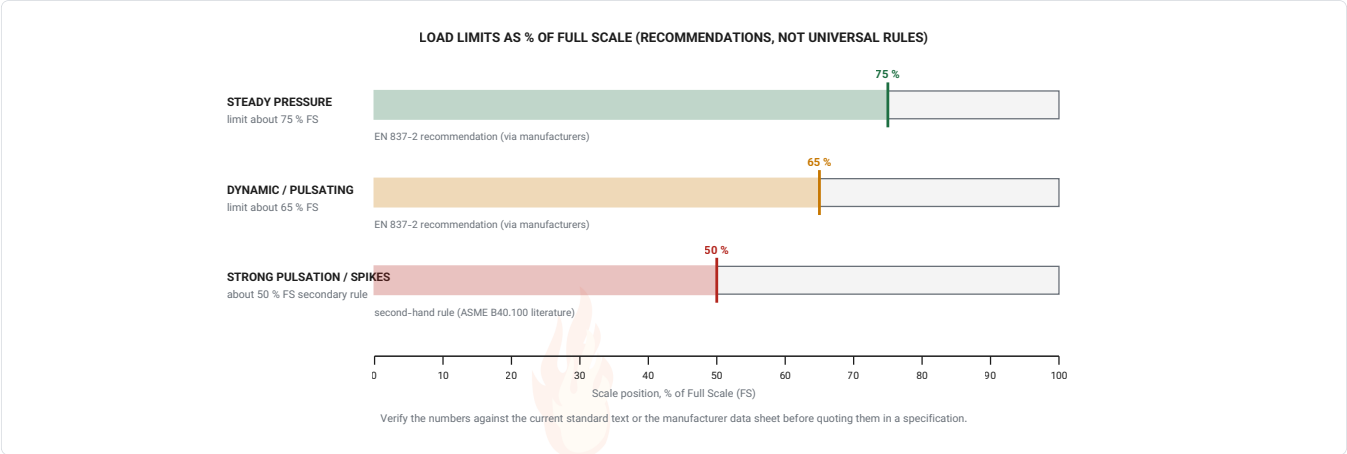
شرکت نیکان صنعت خاورمیانه

3 انتخاب Range و ضریب استفاده از مقیاس

رنج گیج فشار باید از فشار کاری بزرگ‌تر باشد، اما نه بیش از حد. اگر عقربه همیشه در انتهای مقیاس بماند، لولهٔ بوردون در ناحیهٔ نزدیک حد کشسانی کار می‌کند؛ اگر در ابتدای مقیاس بماند، قرائت دقیق ممکن نیست و خطای مطلق نسبت به قرائت بزرگ می‌شود. قاعدهٔ عددی جهانی و بی‌منبع برای همهٔ سرویس‌ها وجود ندارد؛ منابع مختلف مقادیر متفاوتی می‌دهند.

جدول ۲ — قواعد انتخاب رنج در ادبیات استاندارد و سازندگان (مبنا و وضعیت راستی‌آزمایی)

بار	حد بیشینه	مبنا و منبع
ایستا	حدود % 75 مقیاس کامل	ENGINEERING RECOMMENDATION منتسب به EN 837-2 از طریق ادبیات سازندگان؛ متن بند خوانده نشده
دینامیکی	حدود % 65 مقیاس کامل	ENGINEERING RECOMMENDATION همان منبع؛ متن بند خوانده نشده
ضربان‌دار	حدود % 50 مقیاس کامل	قاعدهٔ دست‌دوم از ادبیات مرتبط با ASME B40.100؛ الزام استاندارد نیست



شکل ۲ — حدود پیشنهادی بار به‌صورت درصد مقیاس کامل؛ توصیه‌اند، نه قاعدهٔ جهانی

روش محاسبه ساده است: بیشینهٔ فشار پیش‌بینی‌شده (شامل قلهٔ ضربان) بر ضریب مجاز تقسیم و به نزدیک‌ترین رنج استاندارد گرد می‌شود. رنج‌های متداول گیج فشار صنعتی (بار) عبارت‌اند از 0…0.6، 0…1، 0…1.6، 0…2.5، 0…4، 0…6، 0…10، 0…16، 0…25، 0…40، 0…60، 0…100، 0…160، 0…250، 0…400، 0…600، 0…1000 و 0…1600. بنابراین گیج فشار ۱۰ بار، ۱۶ بار، ۲۵ بار، ۱۰۰ بار و ۴۰۰ بار همگی از همین ردهٔ ترجیحی‌اند.

$$FS_{min} = P_{max} / f$$

$$FS = \text{next range} \geq FS_{min}$$

P_{max}	بیشینهٔ فشار پیش‌بینی‌شده در بهره‌برداری، شامل قلهٔ ضربان	bar(g)
f	ضریب مجاز مقیاس (۰٫۷۵، ۰٫۶۵ یا ۰٫۵ بسته به نوع بار)	—
FS_{min}	کمینهٔ مقیاس کامل لازم پیش از گرد کردن	bar(g)
FS	مقیاس کامل انتخاب‌شده از ردهٔ استاندارد	bar(g)

جدول ۳ – اثر ضریب مجاز بر رنج برای چهار سرویس نمونه (فرض آموزشی)

سرویس	P_{max} (bar)	% ۷۵	% ۶۵	% ۵۰
پمپ آب (A)	7	0…10	0…16	0…16
هیدرولیک (B)	200	0…400	0…400	0…400
بخار (C)	11	0…16	0…25	0…25
خورنده (D)	5	0…10	0…10	0…10

COMMON MISTAKE – رنج را فقط از فشار عادی بگیرید

وقتی رنج را بر پایهٔ فشار عادی انتخاب می‌کنند، قلهٔ ضربان و فشار راه‌اندازی دیده نمی‌شود. در جدول ۳ برای پمپ ردیف A، تغییر از بار ایستا به بار دینامیکی رنج را از 0…10 bar به 0…16 bar می‌برد؛ یعنی یک تصمیم دربارهٔ نوع بار، رنج را یک ردیف تغییر می‌دهد.

4 بار ایستا یا ضربان‌دار: چرا نوع بار رنج را عوض می‌کند؟

فشار ایستا در طول زمان تقریباً ثابت می‌ماند؛ فشار ضربان‌دار (Pulsation) حول یک میانگین بالا و پایین می‌رود و آن را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

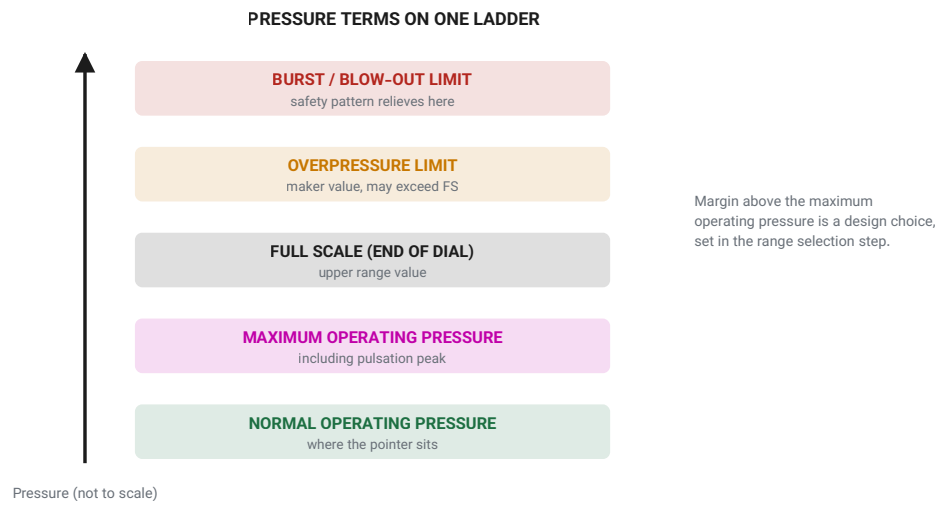
$$P(t) = P_{mean} + P_{dyn}(t)$$

$P(t)$	فشار لحظه‌ای در ورودی گیج	bar(g)
P_{mean}	میانگین فشار در یک سیکل	bar(g)
$P_{dyn}(t)$	مؤلفهٔ متناوب؛ دامنه و بسامد آن باید اندازه‌گیری یا از سازندهٔ پمپ گرفته شود	bar

قلهٔ فشار برابر P_{mean} به‌علاوهٔ دامنهٔ مؤلفهٔ متناوب است و رنج باید بر همین قله استوار شود. اثر مهم‌تر آن است که ضربان، لولهٔ بوردون را در هر سیکل تغییر شکل می‌دهد و چرخهٔ تکراری در درازمدت خستگی ایجاد می‌کند؛ دامنهٔ بزرگ‌تر نسبت به رنج، عمر خستگی کمتری دارد. محاسبهٔ کمّی خستگی در سطح ۳ (NICO-EDU-PRS-L3-008-FA) با فرض‌های صریح آمده است و در این راهنما فقط جهت اثر مهم است.

5 ضربه، اضافه‌فشار، فشار آزمون و ترکیدن: یک نردبان واژگان

اصطلاحات فشار در گیج با هم اشتباه گرفته می‌شوند. فشار عادی جایی است که عقربه می‌ایستد؛ بیشینهٔ کاری شامل قلهٔ ضربان است؛ انتهای مقیاس (Full Scale) حد بالای صفحه است؛ حد اضافه‌فشار (Overpressure) مقداری است که سازنده برای کوتاه‌مدت اجازه می‌دهد و ممکن است بالاتر از انتهای مقیاس باشد؛ و حد ترکیدن (Burst) جایی است که گیج با الگوی ایمنی باید به‌سمت پشت تخلیه کند. عدد حد اضافه‌فشار را فقط از برگهٔ سازنده همان مدل بگیرید؛ در این راهنما عددی برای آن ادعا نشده است.



شکل ۳ — نردبان فشار در یک گیج: عادی، بیشینهٔ کاری، انتهای مقیاس، اضافه‌فشار و ترکیدن (بدون مقیاس)

CAUTION — ضربه با اضافه‌فشار پایدار فرق دارد

ضربهٔ کوتاه‌مدت (Pressure Spike) را با Snubber یا Gauge Saver می‌توان محدود کرد؛ اضافه‌فشار پایدار را هیچ لوازمی جبران نمی‌کند و باید رنج یا طراحی خط اصلاح شود. اگر پس از یک ضربه عقربه در صفر برنمی‌گردد، لوله تغییر شکل دائمی (Permanent Set) داده و گیج باید تعویض یا بازرسی شود.

6 Accuracy Class و خطای مجاز

EN 837-1 کلاس‌های دقت گیج بوردونی را با اعداد 0.1، 0.25، 0.6، 1، 1.6، 2.5 و 4 تعریف می‌کند و خطای مجاز را به‌صورت درصدی از اسپن می‌دهد (راستی‌آزمایی شناسهٔ استاندارد؛ متن کامل خوانده نشده و جدول کلاس‌ها از برگهٔ سازندگان است). برای مثال، برگهٔ PM 02.02 شرکت WIKA کلاس 1.0 را ±1 % اسپن بیان می‌کند.

NICO
شرکت نیکان صنعت خاورمیانه

مثال ۱ — خطای مجاز گیج کلاس ۱٫۰ با رنج ۰…۱۰ بار EXAMPLE

داده: رنج 0…10 bar، اسپن 10 bar، قرائت 6 bar، کلاس‌های 0.6، 1.0، 1.6 و 2.5.

$$E_{max} = \pm\ (Class\ /\ 100) \times Span = \pm\ (1.0\ /\ 100) \times 10\ bar = \pm\ 0.10\ bar$$

$$e_{rel} = E_{max}\ /\ reading = 0.10\ /\ 6 = 1.67\ \%$$

همین محاسبه برای کلاس‌های دیگر: 0.6 : ±0.06 bar (٪ ۱٫۰۰ قرائت)، 1.6 : ±0.16 bar (٪ ۲٫۶۷)، 2.5 : ±0.25 bar (٪ ۴٫۱۷).

خطای مطلق در همهٔ مقیاس ثابت است؛ درصد آن نسبت به قرائت در قرائت کوچک‌تر بزرگ‌تر می‌شود. گیج 0…16 bar کلاس 1.0 در قرائت 7 bar خطایی تا ±0.16 bar (٪ ۲٫۲۹ قرائت) دارد.

دقت بالاتر همیشه بهتر نیست: گیج کلاس 0.6 گران‌تر و در برابر ضربه و ارتعاش حساس‌تر است و بدون کالیبراسیون ردیابی‌پذیر (Traceability) ارزش اضافی ندارد. برای پایش محلی معمولاً کلاس 1.6 یا 1.0 کافی است؛ برای نقاط کنترلی یا تحویل کالا، کلاس را از نیاز فرآیند و ضوابط پروژه بگیرید. دربارهٔ NICO، مدل PGN10 ممکن است با کلاس 1.6 ارجاع شود، اما این فقط با برگهٔ رسمی تأییدشده معتبر است و برای همهٔ مدل‌های PGN قابل تعمیم نیست.

7 قطر صفحه (Dial Size)

قطر اسمی صفحه معمولاً بین 50 mm تا 250 mm انتخاب می‌شود؛ ردهٔ متداول صنعتی 63 mm، 100 mm و 160 mm است (اندازه‌ها در دامنهٔ EN 837 تعریف می‌شوند و باید با برگهٔ مدل تطبیق داده شوند). قطر بزرگ‌تر خوانایی از فاصلهٔ دورتر و تقسیم‌بندی ریزتر را می‌دهد، ولی دقت را بالا نمی‌برد؛ دقت را کلاس تعیین می‌کند. قطر کوچک در پنل فشرده یا خط ابزار دقیق مناسب است. برای پایش از فاصلهٔ چند متر (راهرو یا سکو) قطر 100 mm یا 160 mm منطقی‌تر است و برای اتصال مستقیم به خط ابزار، قطر 63 mm به فضای کمتری نیاز دارد.

8 جنس: پوسته، قطعات تماس‌دار و عنصر حس‌کننده

سه جنس مستقل تعریف می‌شود: پوسته و رینگ (Case) که با محیط تماس دارد، قطعات تماس‌دار با فرآیند (Wetted Parts) شامل ساق اتصال و لولهٔ بوردون، و مواد داخلی مکانیزم. گیج با پوستهٔ استیل لزوماً قطعات تماس‌دار استیل ندارد؛ این دو باید جداگانه در درخواست خرید نوشته شوند.

جدول ۴ — جنس‌های متداول و ملاحظهٔ انتخاب

جنس	کاربرد نوعی	ملاحظه
برنج / آلیاژ مس (Brass)	قطعات تماس‌دار گیج اقتصادی؛ هوا، آب، روغن	در سیال آمونیاکی و برخی سیالات خورنده مناسب نیست؛ سازگاری باید بررسی شود
فولاد زنگ‌نزن (SS316 / SS316L)	قطعات تماس‌دار برای محیط خورنده‌تر، شیمیایی، دریایی	مقاوم‌تر، گران‌تر؛ در کلرید زیاد و دمای بالا هم محدودیت دارد
پوستهٔ استیل (SS304)	محیط بیرونی مرطوب یا شسته‌شونده	به معنی استیل بودن قطعات تماس‌دار نیست
آلیاژ ویژه (مثل Monel **یا** Hastelloy)	اسیدها و محیط‌های خاص	با گزینهٔ Diaphragm Seal مقایسه شود و از برگهٔ سازگاری سازنده تأیید گیرد

9 گیج فشار تمام استیل چیست؟

عبارت «گیج فشار تمام استیل» در بازار فارسی چند معنی دارد و باید در استعلام روشن شود: ۱) پوسته و رینگ استیل با قطعات تماس‌دار برنجی؛ ۲) پوسته استیل و قطعات تماس‌دار SS316؛ ۳) تمام اجزای تماس‌دار و پوسته استیل با پرکنندهٔ گلیسیرین یا سیلیکون. قیمت، سازگاری با سیال و وزن این سه حالت متفاوت است. اگر از «تمام استیل» فقط برای سیال خورنده استفاده می‌شود، جنس قطعات تماس‌دار را با درجهٔ مشخص (SS316L مثلاً) و سیال را در درخواست ذکر کنید.

ENGINEERING TIP — «استیل» را در درخواست خرید کامل کنید

سه جملهٔ ثابت در استعلام: جنس پوسته، جنس قطعات تماس‌دار و جنس مکانیزم. بدون هر کدام، دو پیشنهاد قیمت با «گیج استیل» یکسان ظاهر می‌شوند ولی دو محصول متفاوت‌اند.

10 گیج خشک یا گیج روغنی؟

در گیج خشک (Dry Gauge) داخل پوسته هوا است؛ در گیج روغنی (Liquid-Filled Gauge) پوسته با مایع، معمولاً گلیسیرین (Glycerin) یا روغن سیلیکون (Silicone Oil)، پر می‌شود. پرکننده ارتعاش مکانیکی عقربه و مکانیزم را میرا می‌کند، اصطکاک و سایش را کم می‌کند و از ورود رطوبت به پوسته می‌کاهد؛ ولی فشار فرآیند را تغییر نمی‌دهد و ضربان فشار را از بین نمی‌برد.

جدول ۵ — مقایسهٔ گیج خشک و گیج روغنی برای انتخاب

معیار	گیج خشک (Dry Gauge)	گیج روغنی (Liquid-Filled Gauge)
ارتعاش محل نصب	ضعیف؛ عقربه می‌لرزد، سایش مکانیزم بیشتر	مناسب‌تر؛ لرزش عقربه میرا می‌شود
ضربان فشار	اثری بر آن ندارد	اثری بر ضربان فشار ندارد؛ Snubber لازم است
دمای محیط و فرآیند	دامنهٔ دمایی گسترده‌تر (در برگهٔ نمونه تا +200 °C)	محدود به دامنهٔ مجاز پرکننده؛ گلیسیرین در سرما غلیظ می‌شود
کاربرد رایج	بخار با Siphon، سیال داغ، سرویس تمیز و بی‌ارتعاش	پمپ، کمپرسور، هیدرولیک، خطوط ارتعاشی
نگهداری	ساده؛ بدون نگرانی از نشتی پرکننده	باید از نشتی پرکننده و سلامت واشر بازدید شود

به‌عنوان نمونهٔ عددی، برگهٔ PM 02.02 شرکت WIKA دمای مجاز سیال را برای گیج بدون پرکننده تا +200 °C، برای پرکنندهٔ گلیسیرین +100...-20 °C و برای روغن سیلیکون +100...-40 °C می‌دهد MANUFACTURER PRACTICE — این اعداد فقط برای همان مدل معتبرند و برای هر مدل دیگر باید از برگهٔ خودش گرفته شوند.

مثال ۲ — اثر دما بر خطای گیج (ضریب نمونه) EXAMPLE

داده (ASSUMPTION): رنج 0…10 bar؛ ضریب دمایی نمونه 0.4 % مقیاس کامل به‌ازای هر 10 °C انحراف دمای سیستم فشار از دمای مرجع 20 °C (برگهٔ PM 02.02، MANUFACTURER PRACTICE؛ REQUIRES VERIFICATION برای مدل واقعی)؛ دمای سیستم فشار 60 °C.

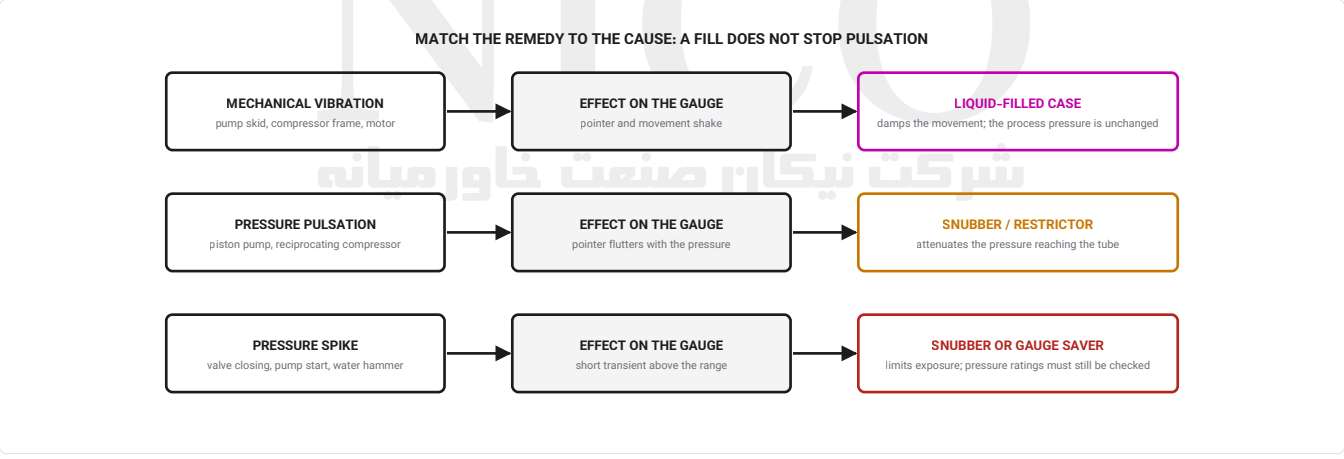
$$\Delta T = 60 - 20 = 40\ ^\circ C$$

$$e_T = 0.4\ \% \times (40 / 10) = 1.6\ \%\ FS = 0.016 \times 10\ bar = 0.16\ bar$$

این خطا به خطای کلاس (±0.10 bar برای کلاس 1.0) اضافه می‌شود. جمع جبری فقط حد بالا را می‌دهد؛ ترکیب آماری در سطح ۳ بحث می‌شود. نتیجه: در سرویس داغ، فقط کلاس دقت معیار خطا نیست و خنک‌سازی یا Siphon دمای سیستم فشار را کم می‌کند.

11 ارتعاش یا ضربان؟ تشخیص علت و انتخاب راه‌حل

لرزش عقربه سه علت متفاوت دارد و راه‌حل هرکدام فرق می‌کند. ارتعاش مکانیکی لوله یا اسکید را پرکننده میرا می‌کند؛ ضربان و ضربهٔ فشار در خود سیال‌اند و باید قبل از ورود به لوله کاهش یابند. اگر با بستن آرام شیر ابزار و باز کردن دوبارهٔ آن لرزش از بین می‌رود، علت معمولاً ضربان فشار است، نه ارتعاش مکانیکی.



شکل ۴ — تطبیق راه‌حل با علت: پرکننده ارتعاش را میرا می‌کند، Snubber ضربان و ضربه را

12 Snubber و Gauge Saver

اسنابر یک محدودکنندهٔ جریان است که ضربان و ضربهٔ فشار را پیش از رسیدن به لولهٔ بوردون کاهش می‌دهد. اثر آن به محدودیت مسیر و حجم پشت آن بستگی دارد: محدودیت بیشتر، میرایی بیشتر و پاسخ کندتر. اندازهٔ سوراخ اسنابر قاعدهٔ جهانی ندارد و باید از سازنده و ویژگی‌های سیال (گرانروی، ذرات) و دامنهٔ ضربان گرفته شود. اسنابر در سیال کثیف، چسبنده یا بلورشونده ممکن است مسدود شود؛ در این موارد Diaphragm Seal مناسب‌تر است. دربارهٔ NICO، ACC50 به‌عنوان اسنابر معرفی شده است؛ مشخصات آن باید از برگهٔ رسمی گرفته شود.

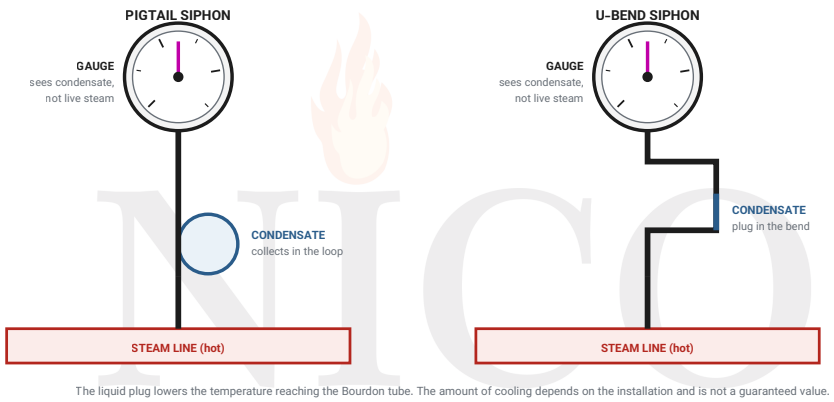
Gauge Saver (مثلاً ACC51) برای حفاظت در برابر فشار بیش از حد طراحی می‌شود و ابزار را در بالاتر از فشار تنظیم‌شده ایزوله می‌کند؛ نوع، فشار تنظیم و رفتار برگشت آن به طراحی بستگی دارد. اسنابر و گیج سیور وظایف متفاوتی دارند و جایگزین هم نیستند.

IMPORTANT — پاسخ کندتر هم بخشی از قیمت است

اسنابر عقربه را آرام می‌کند، ولی تغییر واقعی و سریع فشار را هم دیر نشان می‌دهد. اگر گیج برای تشخیص ضربهٔ واقعی نصب شده است (مثلاً هشدار)، میرایی بیش از حد ممکن است ضربه را پنهان کند.

13 Siphon در سرویس بخار و دمای بالا

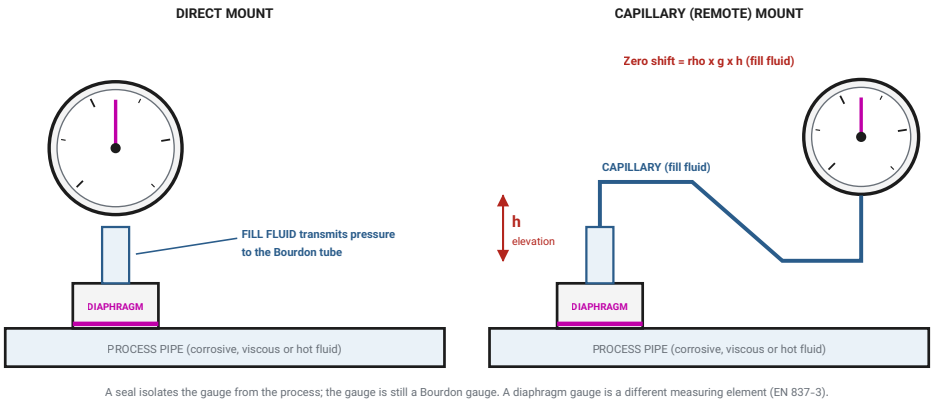
در بخار، لولهٔ بوردون نباید مستقیماً با بخار داغ تماس بگیرد. سیفون (Siphon، مثلاً ACC52) با نگه داشتن یک ستون میعان (آب) در حلقه، بین فرآیند و گیج مانع می‌شود. دو شکل رایج، سیفون Pigtail و سیفون خم U است. پیش از راه‌اندازی سیفون باید با آب پر شود، وگرنه اولین ورود بخار مستقیم به لوله می‌رسد. مقدار کاهش دما به نصب و ابعاد بستگی دارد و عدد تضمین‌شده ندارد؛ برای دمای بالای مجاز گیج به برگهٔ سازنده رجوع کنید.



شکل ۵ — دو شکل رایج سیفون؛ ستون میعان بین بخار و لولهٔ بوردون قرار می‌گیرد

14 Diaphragm Seal: وقتی نباید سیال به گیج برسد

دیافراگم سیل (Diaphragm Seal) سیال فرآیند را با یک غشای انعطاف‌پذیر جدا می‌کند و فشار را با پرکنندهٔ مایع به گیج منتقل می‌کند. برای سیال خورنده، چسبنده، بلورشونده، سمی یا بهداشتی استفاده می‌شود. نوع نصب مستقیم (Direct Mount) یا از راه دور با لولهٔ موئین (Capillary) است. Diaphragm Seal یک گیج دیافراگمی (Diaphragm Gauge) نیست: در سیل، عنصر حس‌کنندهٔ گیج همچنان لولهٔ بوردون است و غشا فقط جداکننده است. این دو را در استعلام با هم اشتباه نگیرید. برای NICO، خانوادهٔ DST40 به‌عنوان دیافراگم سیل معرفی شده و جزئیات هر نوع باید از برگهٔ رسمی گرفته شود.



شکل ۶ – نصب مستقیم و نصب با لولهٔ موئین؛ در حالت دوم اختلاف ارتفاع پرکننده انحراف صفر ایجاد می‌کند

در نصب با لولهٔ موئین، ستون پرکننده بین سیل و گیج وزن دارد. اگر اختلاف ارتفاع با شرایط کالیبراسیون فرق کند، صفر گیج جابه‌جا می‌شود:

$$\Delta P_{zero} = rho \times g \times h$$

ΔP_{zero}	انحراف صفر ناشی از ستون پرکننده	Pa
rho	چگالی پرکننده؛ در مثال 960 kg/m³ (ASSUMPTION؛ از برگهٔ سازندهٔ سیل بگیرید)	kg/m³
g	شتاب گرانش، 9.81 m/s²	m/s²
h	اختلاف ارتفاع بین مرکز سیل و مرکز گیج	m

مثال ۳ – انحراف صفر با لولهٔ موئین EXAMPLE

داده (ASSUMPTION): پرکننده 960 kg/m³، اختلاف ارتفاع 1.5 m؛ گیج 0…10 bar کلاس 1.0.

$$\Delta P_{zero} = 960 \times 9.81 \times 1.5 = 14\,126 \text{ Pa} = 0.141 \text{ bar}$$

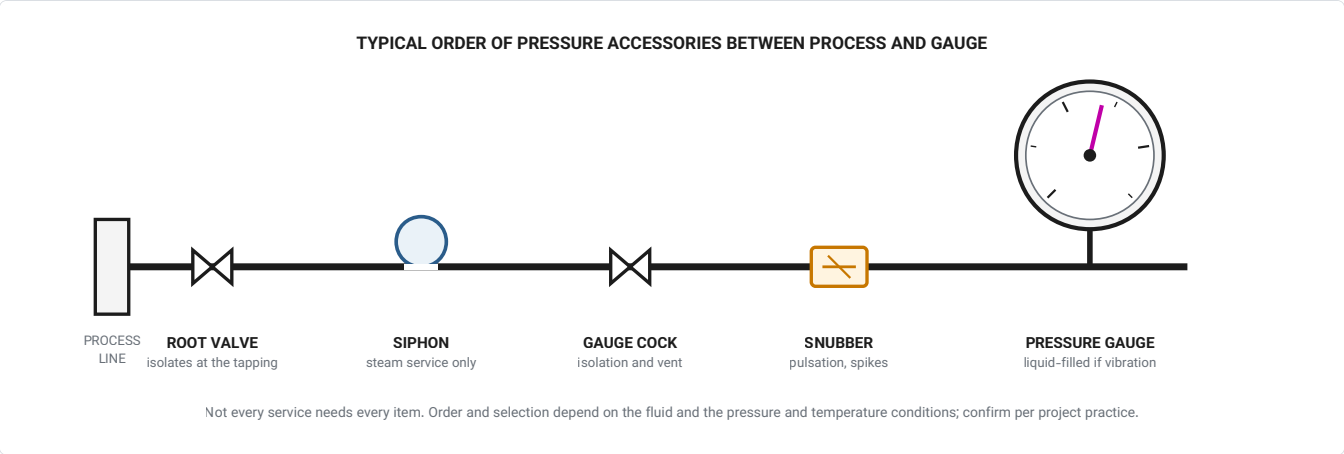
این انحراف از خطای مجاز کلاس (±0.10 bar) بزرگ‌تر است. نتیجه: ارتفاع نصب باید در سفارش ثبت و صفر پس از نصب تنظیم شود، یا گیج با ارتفاع واقعی کالیبره شود.

15 اتصال فرآیندی: رزوهٔ مخروطی یا موازی

دو خانوادهٔ رزوه رایج‌اند: رزوهٔ مخروطی NPT (استاندارد آمریکایی) که با خود رزوه آب‌بندی می‌شود، و رزوهٔ موازی BSP / G که معمولاً با واشر یا نوار آب‌بندی روی سطح تکیه‌گاه آب‌بندی می‌شود. این دو قابل تعویض نیستند و حتی با سایز اسمی یکسان، پیچ کردن آن‌ها به نشتی یا آسیب رزوه می‌انجامد. جهت اتصال (پایین یا پشت)، سایز رزوه و محل نصب را در سفارش و بر اساس برگهٔ سازنده ثبت کنید. برای اتصال پشت، فضای کافی پشت پوسته بگذارید.

16 نصب صحیح گیج فشار

نصب بد گیج درست را زود خراب می‌کند. ترتیب معمول لوازم از فرآیند تا گیج در شکل ۷ آمده است؛ همهٔ اقلام در هر سرویس لازم نیستند.



شکل ۷ — ترتیب معمول لوازم بین فرآیند و گیج: Root Valve، Siphon، Gauge Cock، Snubber و گیج

شیر انتخابی (Root Valve، مثلاً ACC56) روی نقطهٔ فشارگیری امکان جداسازی را می‌دهد؛ Gauge Cock یا شیر سوزنی امکان ایزولاسیون و تخلیه برای تعویض گیج بدون تخلیهٔ خط را فراهم می‌کند. با آچار روی شش‌گوش ساق اتصال سفت کنید، نه روی پوسته. شیر را آرام باز کنید تا ضربه به گیج نرسد. پیش از فشاردهی، صفر عقربه را در فشار صفر ببینید. اگر گیج روغنی با دریچهٔ تعادل فشار بسته تحویل شده، پس از نصب مطابق دستور سازنده آن را باز کنید. گیج را تا حد ممکن از ارتعاش شدید لوله جدا کنید؛ در لرزش شدید از لولهٔ ابزار با نگهدارنده و گیج روغنی استفاده کنید.

17 کاربردها: پمپ، کمپرسور، بخار، هیدرولیک و پنوماتیک

جدول ۶ — گیج فشار صنعتی در سرویس‌های رایج؛ ملاحظهٔ اصلی

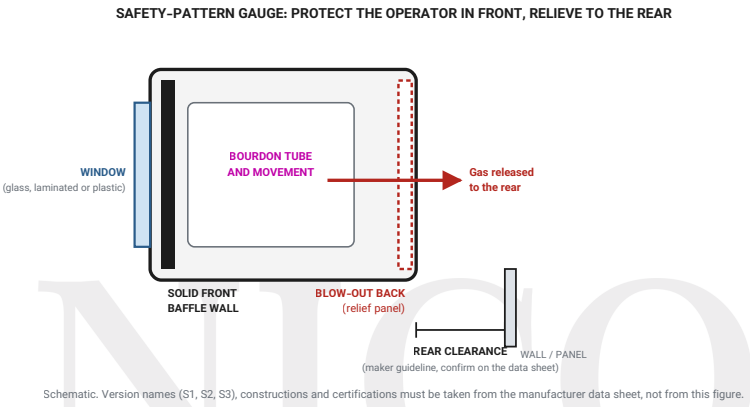
سرویس	ملاحظهٔ اصلی انتخاب	لوازم محتمل
گیج فشار پمپ	خروجی: ضربان و ارتعاش؛ مکش: ممکن است خلأ دیده شود و گیج ترکیبی (Compound Gauge) لازم باشد	گیج روغنی، Snubber
گیج فشار کمپرسور	ضربان زیاد در پیستونی؛ ارتعاش فریم؛ در اکسیژن دستورالعمل ویژهٔ تمیزکاری لازم است (خارج از این راهنما)	گیج روغنی، Snubber
گیج فشار بخار	دمای بالا؛ حفاظت لولهٔ بوردون	Root Valve ،Siphon
گیج فشار هیدرولیک	ضربه‌های تند و فشار بالا؛ رنج بالا مثل 0…400 bar	گیج روغنی، Snubber یا Gauge Saver
گیج فشار پنوماتیک	فشار پایین (مثلاً 0…10 bar یا 0…16 bar)؛ نوسان با سیکل کمپرسور	معمولاً گیج خشک یا روغنی با دقت متوسط

18 گیج دیافراگمی و کپسولی (EN 837-3)

برای فشار خیلی پایین (مثلاً چند میلی‌بار تا چند بار) لولهٔ بوردون به‌اندازهٔ کافی حساس نیست و گیج با عنصر دیافراگمی یا کپسولی استفاده می‌شود. EN 837-3 این گیج‌ها را در بر می‌گیرد (عنوان از فهرست BSI تأیید شد؛ دامنهٔ دقیق از متن استاندارد باید خوانده شود). سطح تماس مسطح دیافراگم برای سیال چسبنده مناسب است، ولی عنصر آن به اضافه‌فشار بسیار حساس‌تر از بوردون است. این گیج با Diaphragm Seal اشتباه گرفته نشود.

19 الگوی ایمنی: محافظت از اپراتور

اگر لولهٔ بوردون پاره شود، فشار در پوسته آزاد می‌شود. گیج با الگوی ایمنی (Safety Pattern) دیواره‌ای ثابت بین مکانیزم و شیشهٔ جلو دارد و پشت آن را برای تخلیه به‌سمت عقب طراحی می‌کند. نام‌گذاری‌ها (مثل S1، S2 و S3)، ساختار و گواهی‌ها را باید از برگهٔ سازنده گرفت؛ این راهنما گواهی یا ادعای انطباق نمی‌دهد. فاصلهٔ آزاد پشت گیج (در برگه‌های سازندگان حدود چند میلی‌متر ذکر می‌شود) باید رعایت شود تا مسیر تخلیه مسدود نشود.



شکل ۸ — الگوی ایمنی: دیوارهٔ جلو و پشت تخلیه‌شونده؛ نمودار شماتیک است و جایگزین برگهٔ سازنده نیست

CAUTION — تخلیه به‌سمت پشت یعنی پشت باید آزاد باشد

نصب گیج با الگوی ایمنی روی دیوار یا پنل بدون فاصله، مسیر تخلیه را می‌بندد و هدف الگو را از بین می‌برد. نوع الگو و فاصله را از برگهٔ مدل و رویهٔ ایمنی سایت بگیرید.

20 چهار سناریوی کامل انتخاب

چهار سرویس زیر با داده‌های فرضی آموزشی (ASSUMPTION) نوشته شده‌اند تا مسیر استدلال دیده شود؛ عددها نمونه‌اند و نباید بدون داده‌های واقعی پروژه به‌عنوان انتخاب نهایی استفاده شوند. هر مورد باز (Open Item) باید پیش از سفارش بسته شود.

FIELD SCENARIO A — خروجی پمپ سانتریفیوژ آب

«فشار عادی 6 bar(g)، بیشینهٔ کاری 7 bar(g)، آب 20 °C، ضربان کم، ارتعاش متوسط روی اسکید.»

تحلیل مهندسی: بار تقریباً ایستا است؛ با ضریب 0.75 کمینهٔ مقیاس 9.33 bar = 0.75 / 7 و رنج 0…10 bar به‌دست می‌آید (فشار عادی 60 % مقیاس). اگر ضربان قابل‌توجه اندازه‌گیری شود، با ضریب 0.65 رنج به 0…16 bar می‌رود. جنس قطعات تماس‌دار برای آب تمیز می‌تواند Brass باشد، ولی اگر آب خورنده است SS316 باید ارزیابی شود. به‌دلیل ارتعاش اسکید، گیج روغنی منطقی است؛ Snubber فقط در صورت اثبات ضربان لازم است. کلاس 1.6 برای پایش محلی معمولاً کافی است (±0.16 bar روی 0…10 bar). **موارد باز:** دامنهٔ ضربان، دمای محیط، نوع مدرک/تأییدیه لازم پروژه.

FIELD SCENARIO B — واحد قدرت هیدرولیک با ضربه

«فشار عادی 160 bar(g)، ضربه‌های گذرا تا 200 bar(g) با هر حرکت جک، روغن هیدرولیک، دمای روغن 50 °C.»

تحلیل مهندسی: بار دینامیکی با ضربه است. با ضریب 0.65: 307.7 bar = 0.65 / 200 و رنج 0…400 bar (فشار عادی 40 % مقیاس، قله 50 %). رنج 0…250 bar قله را 80 % مقیاس می‌گذارد و با توصیهٔ دینامیکی هم‌خوان نیست؛ مگر سازنده اضافه‌فشار و عمر را برای آن سرویس تأیید کند. گیج روغنی برای ارتعاش مدار، Snubber یا Gauge Saver برای محدود کردن ضربه و فولاد زنگ‌نزن برای قطعات تماس‌دار منطقی است. **موارد باز:** دامنه و بسامد ضربه، حد اضافه‌فشار برگهٔ مدل، نیاز به الگوی ایمنی.

FIELD SCENARIO C — خط بخار اشباع

«فشار عادی 10 bar(g)، بیشینه 11 bar(g)، بخار اشباع؛ دمای اشباع در این فشار باید از جدول بخار تأیید شود (حدود 184 °C در 11 bar(a)، REQUIRES VERIFICATION).»

تحلیل مهندسی: بار ایستا؛ 14.67 bar = 0.75 / 11 و رنج 0…16 bar (عادی 62.5 % مقیاس، قله 68.8 %). دما لولهٔ بوردون را تهدید می‌کند؛ Siphon (ACC52) پر از آب و Root Valve روی Pressure Tapping لازم است. جنس قطعات تماس‌دار SS316 و گیج خشک یا روغنی با پرکنندهٔ مناسب انتخاب می‌شود؛ مجاز بودن پرکننده در دمای واقعی پس از Siphon باید با برگهٔ سازنده تأیید شود. **موارد باز:** دمای واقعی در ورودی گیج پس از سیفون، پرکنندهٔ مجاز، مقررات ایمنی بخار پروژه.

FIELD SCENARIO D

سیال خورندهٔ چسبنده با Diaphragm Seal

«فشار عادی 4 bar(g)، بیشینه 5 bar(g)؛ سیال خورندهٔ چسبنده که در بوردون رسوب می‌کند؛ Diaphragm Seal نصب مستقیم.»

تحلیل مهندسی: با ضریب 0.75 کمینهٔ مقیاس 6.67 bar = 5 / 0.75 و رنج 0…10 bar (عادی 40 %). رنج 0…6 bar قلهٔ 83 % مقیاس می‌دهد و از 75 % بالاتر است؛ بنابراین رنج 0…10 bar با افت وضوح قرائت پذیرفته می‌شود، مگر سازنده رنج کوچک‌تر را تأیید کند. قطعات تماس‌دار سیل باید از نظر شیمیایی با سیال سازگار باشند و جنس غشا با برگهٔ سازگاری انتخاب شود. اگر لولهٔ موئین استفاده شود، انحراف صفر rho g h مطابق مثال ۳ باید ثبت شود. **موارد باز:** سازگاری غشا، پرکنندهٔ سیل و دمای کاری آن، ارتفاع نصب، روش تمیزکاری و نصب.

21 عیب‌یابی گیج فشار

جدول ۷ — جدول عیب‌یابی گیج فشار

نشانه	علت محتمل	بررسی مهندسی	اقدام اصلاحی
عقربه می‌لرزد	ارتعاش مکانیکی یا ضربان فشار	با بستن آرام شیر ابزار بررسی کنید لرزش از میان می‌رود یا نه	ارتعاش: گیج روغنی و نگهدارنده؛ ضربان: Snubber
عقربه در صفر برنمی‌گردد	تغییر شکل دائمی لوله پس از اضافه‌فشار	فشار را کاملاً تخلیه کنید و صفر را ببینید؛ سابقهٔ ضربه را بپرسید	تعویض یا کالیبراسیون؛ اصلاح رنج و حفاظت
عقربه نمی‌جنبد	مسدود شدن مسیر یا Snubber، رسوب	شیر ابزار و مسیر را بررسی کنید	تمیزکاری یا تعویض؛ ارزیابی Diaphragm Seal
قرائت بالاتر یا پایین‌تر از انتظار	خطای دمایی، انحراف صفر، اختلاف ارتفاع سیل	دما و ارتفاع نصب را با شرایط کالیبراسیون مقایسه کنید	تنظیم صفر یا کالیبراسیون مجدد
نشتی روغن از پوسته	واشر یا تخلیه، آسیب دمایی	محل نشتی را بررسی کنید	تعویض گیج؛ بازبینی دمای نصب
رطوبت یا مه داخل شیشه	گیج خشک در محیط مرطوب	درزگیری و دریچه را بررسی کنید	گیج روغنی یا مدل با درزبندی بهتر
نشتی از رزوه	اختلاط رزوهٔ مخروطی و موازی یا آب‌بندی ناکافی	نوع رزوه و واشر را بررسی کنید	رزوهٔ هم‌خانواده و آب‌بندی مناسب
شیشه یا پوسته آسیب دیده	ترکیدن لوله	الگوی تخلیه و فاصلهٔ پشت را بررسی کنید	تعویض؛ بررسی رنج و الگوی ایمنی
خوردگی قطعات تماس‌دار	سیال ناسازگار با جنس	سازگاری سیال و جنس را بررسی کنید	SS316، آلیاژ ویژه یا Diaphragm Seal

نشانه	علت محتمل	بررسی مهندسی	اقدام اصلاحی
در بخار قرائت ناپایدار یا آسیب لوله	سیفون خالی یا فقدان آن	پر بودن سیفون را بررسی کنید	پر کردن سیفون و راه‌اندازی صحیح
بعد از تعویض گیج قرائت متفاوت است	رنج یا کلاس دیگر، نصب با ارتفاع متفاوت	رنج، کلاس و ارتفاع را با گیج قبلی مقایسه کنید	انتخاب هم‌خانواده یا تنظیم صفر

22 چک‌لیست راه‌اندازی و بازرسی

- ☐ برگهٔ ورودی (جدول ۱) کامل است و موارد نامعلوم با برچسب ثبت شده‌اند.
- ☐ رنج بر پایهٔ بیشینهٔ فشار و نوع بار انتخاب و منبع ضریب ذکر شده است.
- ☐ جنس پوسته، قطعات تماس‌دار و مکانیزم در سفارش جداگانه نوشته شده است.
- ☐ پرکننده با دمای واقعی و محیط تطبیق داده شده و علت لرزش (ارتعاش یا ضربان) روشن است.
- ☐ لوازم لازم (Root Valve، Snubber، Siphon) نصب و سیفون پیش از راه‌اندازی پر شده است.
- ☐ نوع رزوه (مخروطی یا موازی) با اتصال خط یکی است و آب‌بندی مناسب انجام شده است.
- ☐ برای الگوی ایمنی، فاصلهٔ پشت گیج آزاد است.
- ☐ صفر در فشار صفر بررسی و شیرها آرام باز شده‌اند.
- ☐ در بازرسی دوره‌ای، نشتی پرکننده، شیشه، صفر و برگشت عقربه ثبت می‌شود.

NICO
شرکت نیکو صنعت خاورمیانه

جمع‌بندی نکات کلیدی

- انتخاب گیج فشار صنعتی از برگهٔ ورودی سرویس شروع می‌شود، نه از رنج کاتالوگ.
- رنج از بیشینهٔ فشار و ضریب مجاز نوع بار به‌دست می‌آید؛ ضرایب 75 % / 65 % / 50 % توصیه‌اند و باید با استاندارد یا سازنده راستی‌آزمایی شوند.
- خطای Accuracy Class روی اسپن حساب می‌شود و در قرائت‌های کوچک درصد بزرگ‌تری از قرائت است.
- پرکننده ارتعاش را میرا می‌کند؛ ضربان و ضربه را Snubber یا Gauge Saver مهار می‌کنند.
- Siphon در بخار و Diaphragm Seal در سیال خورنده یا چسبنده جزء طراحی‌اند، نه افزودهٔ اختیاری.
- «تمام استیل» را با جنس پوسته، قطعات تماس‌دار و مکانیزم تعریف کنید.

23 پرسش‌های متداول دربارهٔ انتخاب گیج فشار صنعتی

› گیج فشار صنعتی چه تفاوتی با گیج معمولی دارد؟

در بازار «صنعتی» معمولاً به گیج با پوستهٔ مقاوم، قطعات تماس‌دار فلزی، امکان پرکننده و اتصال استاندارد اشاره دارد؛ اما تعریف دقیق باید از برگهٔ مدل گرفته شود، نه از اسم تجاری.

› رنج گیج فشار را چگونه انتخاب کنیم؟

بیشینهٔ فشار پیش‌بینی‌شده (با قلهٔ ضربان) را بر ضریب مجاز نوع بار تقسیم کنید و به نزدیک‌ترین رنج استاندارد گرد کنید؛ برای بار ایستا ضریب حدود 0.75 و برای بار دینامیکی حدود 0.65 توصیه می‌شود.

› گیج فشار روغنی بهتر است یا خشک؟

هیچ‌کدام به‌طور کلی بهتر نیست: روغنی برای ارتعاش مناسب‌تر است و خشک برای دمای بالا یا سرویس بی‌ارتعاش؛ ضربان فشار را هیچ‌کدام از بین نمی‌برد.

› گیج فشار تمام استیل یعنی چه؟

ممکن است فقط پوسته استیل باشد یا تمام قطعات تماس‌دار هم استیل؛ در استعلام جنس پوسته، قطعات تماس‌دار و مکانیزم را جداگانه بنویسید.

› برای گیج فشار پمپ چه رنجی مناسب است؟

از بیشینهٔ فشار خروجی و ضربان پمپ محاسبه شود. برای فشار 7 bar در بار ایستا 0…10 bar و در بار ضربان‌دار 0…16 bar حاصل می‌شود (فرض آموزشی).

› گیج فشار بخار چه لوازمی نیاز دارد؟

Siphon پر از آب بین فرآیند و گیج، Root Valve و گیج با دمای مجاز مناسب؛ دمای بخار اشباع را از جدول بخار بگیرید.

› اسنابر چه زمانی لازم است؟

وقتی لرزش عقربه ناشی از ضربان یا ضربهٔ فشار است؛ اگر ناشی از ارتعاش مکانیکی است، پرکننده کافی‌تر است.

› دیافراگم سیل چه زمانی لازم است؟

برای سیال خورنده، چسبنده، بلورشونده یا بهداشتی که نباید به لولهٔ بوردون برسد.

› کلاس دقت 1.0 یعنی چه؟

در گیج بوردونی یعنی خطای مجاز حدود ±1 % اسپن؛ برای رنج 0…10 bar برابر ±0.10 bar در سراسر مقیاس.

› قیمت گیج فشار به چه عواملی بستگی دارد؟

قطر صفحه، کلاس دقت، جنس پوسته و قطعات تماس‌دار، پرکننده، رنج، الگوی ایمنی و لوازم جانبی؛ قیمت‌گذاری دقیق بدون برگهٔ ورودی ممکن نیست.

› گیج فشار ۱۰ بار، ۱۶ بار، ۲۵ بار، ۱۰۰ بار و ۴۰۰ بار را چگونه انتخاب کنیم؟

همه از ردهٔ استاندارد رنج‌اند؛ انتخاب بر پایهٔ بیشینهٔ فشار و نوع بار انجام می‌شود، نه اسم رنج. رنج بالاتر قرائت پایین‌تر را کم‌وضوح می‌کند.

‹ تولیدکنندهٔ گیج فشار را بر چه اساس ارزیابی کنیم؟

بر اساس برگهٔ فنی روشن، مدارک اثبات‌پذیر، امکان کالیبراسیون ردیابی‌پذیر و مشخصات کامل مدل. ادعای «ایرانی» یا «خارجی» نشانهٔ کیفیت نیست؛ برگهٔ فنی و گواهی معیارند.

24 استانداردها و منابع

1. EN 837-1 — Pressure gauges — Part 1: Bourdon tube pressure gauges — Dimensions, metrology, requirements and testing

ویرایش ۱۹۹۶؛ شناسه راستی‌آزمایی شد؛ متن آن نقل نشده است. کلاس‌های دقت از برگهٔ سازندگان آمده‌اند.

2. EN 837-2 — Pressure gauges — Part 2: Selection and installation recommendations for pressure gauges

ویرایش ۱۹۹۷؛ مبنای ضرایب ۷۵ ٪ و ۶۵ ٪ از ادبیات سازندگان؛ متن بند خوانده نشده است.

3. EN 837-3 — Pressure gauges — Diaphragm and capsule pressure gauges — Dimensions, metrology, requirements and testing

عنوان از فهرست BSI تأیید شد؛ دامنهٔ دقیق از متن باید خوانده شود.

4. ASME B40.100 — Pressure Gauges and Gauge Attachments

ویرایش ۲۰۲۲ تأیید شد؛ متن خوانده نشده؛ قاعدهٔ ۵۰ ٪ برای بار ضربان‌دار دست‌دوم است.

5. WIKA data sheet PM 02.02 — Bourdon tube pressure gauge, stainless steel

نمونهٔ برگهٔ سازنده؛ اعداد دما، پرکننده و ضریب دمایی فقط برای همان مدل معتبرند.

این راهنما سطح ۲ است. خستگی لوله، مدل دینامیکی، بودجهٔ عدم‌قطعیت و تحلیل خرابی در سطح ۳ (NICO-EDU-PRS-L3-008-FA) بررسی می‌شوند. همهٔ داده‌های سناریوها فرض آموزشی‌اند و متن کامل استانداردهای فهرست‌شده خوانده نشده است.

25 تولیدکنندهٔ گیج فشار صنعتی

نیکان صنعت خاورمیانه (NICO) تولیدکنندهٔ ابزار دقیق صنعتی در حوزهٔ فشار، دما، سطح و دبی است. خانوادهٔ گیج‌های فشار با نام PGN شامل مدل‌های PGN10 تا PGN15 و PGNS10 است؛ لوازم جانبی مرتبط شامل ACC50 (اسنابر)، ACC51، ACC52 (سیفون)، ACC56 و DST40 (دیافراگم سیل) است. مشخصات، رنج، کلاس دقت، جنس، الگوی ایمنی و تأییدیه‌های هر مدل در این راهنما ادعا نشده و باید از برگهٔ رسمی گرفته شود. برای استعلام فنی، برگهٔ ورودی جدول ۱ را با درخواست خود ارسال کنید تا انتخاب بر پایهٔ داده‌های واقعی انجام شود.

منابع مرتبط NICO

پیش‌نیاز و گام بعدی

- گیج فشار چیست و چگونه فشار فرآیند را به حرکت عقربه تبدیل می‌کند؟ — NICO-EDU-PRS-L1-006-FA
- مهندسی پیشرفتهٔ گیج فشار: خستگی، ضربان و عدم‌قطعیت — NICO-EDU-PRS-L3-008-FA
- انتخاب رنج مناسب گیج فشار — NICO-EDU-PRS-L2-001-FA

تجهیزات مرتبط NICO

- گیج‌های فشار سری PGN — خانوادهٔ PGN10 تا PGN15 و PGNS10
- اسنابر — ACC50
- سیفون — ACC52
- دیافراگم سیل — DST40

مشخصات، رنج، کلاس دقت، جنس و تأییدیه‌های هر مدل باید از برگهٔ فنی رسمی NICO گرفته شود؛ هیچ مشخصهٔ محصولی در این راهنما ادعا نشده است.