

SỔ TAY GIẢI MÃ KỸ THUẬT: ĐIỆN & VẬT LÝ TRONG HỆ THỐNG VAN

Cẩm nang tra cứu nền tảng thực chiến cho Kỹ thuật & Bán hàng B2B (Sales Engineering)

TÀI LIỆU CỐT LÕI NỘI BỘ — THƯ VIỆN KỸ THUẬT TTN

MODULE 1: KÍCH THƯỚC DANH ĐỊNH (DN, INCH, OD, ID & ĐỘ DÀY ỐNG)

1. DN là gì? DN viết tắt từ tiếng Pháp *Diamètre Nominal* (Đường kính danh định). Đây **KHÔNG PHẢI** là kích thước thực tế đo bằng thước kẹp! DN là "tên gọi quy ước" để các kỹ sư biết những thiết bị nào có thể bắt khớp với nhau.

2. Sự khác biệt chí mạng giữa ỐNG VI SINH (Sanitary Tube) và ỐNG CÔNG NGHIỆP (Industrial Pipe):

- Ống công nghiệp (Pipe - chuẩn ASME B36.10):** Gọi theo cỡ danh nghĩa NPS (ví dụ ống 1/2 inch) và độ dày Schedule (SCH 10, SCH 40, SCH 80). **Đường kính ngoài OD luôn cố định, còn đường kính trong ID sẽ teo nhỏ lại nếu chọn ống dày hơn.**
- Ống vi sinh thực phẩm & dược (Tube - chuẩn ASME BPE / 3-A):** Gọi chính xác theo **ĐƯỜNG KÍNH NGOÀI THỰC TẾ (OD)**. Ống vi sinh có thành rất mỏng (chuẩn gauge 16BWG dày đúng 1.65 mm) để lòng ống rộng tối đa và dòng sữa/thuốc chảy êm không bị đọng mép.

Quy cách DN	Hệ Inch	Đường kính ngoài thực tế (OD)	Độ dày thành ống (WT)	Đường kính trong (ID)	Đường kính mặt gờ kẹp Clamp
DN 10	3/8"	9.53 mm	0.89 - 1.2 mm	~ 7.1 mm	25.0 mm / 34.0 mm
DN 15	1/2"	12.70 mm	1.65 mm	9.40 mm	25.0 mm (Mini Clamp)
DN 20	3/4"	19.05 mm	1.65 mm	15.75 mm	25.0 mm (Mini Clamp)
DN 25	1"	25.40 mm	1.65 mm	22.10 mm	50.5 mm (Standard Clamp)
DN 40	1-1/2"	38.10 mm	1.65 mm	34.80 mm	50.5 mm (Standard Clamp)
DN 50	2"	50.80 mm	1.65 mm	47.50 mm	64.0 mm

Tình huống thực chiến của Sales:

Khách hàng gửi yêu cầu: "Bên em có cái cụm kẹp Tri-Clamp đang lắp cho van 1 inch, giờ thay van 1.5 inch vào dùng lại cụm kẹp cũ được không?"

 **Sales trả lời chuẩn xác:** DÙNG ĐƯỢC 100%! Nhìn vào bảng trên, cả van 1" (DN25) và 1.5" (DN40) chuẩn ASME BPE đều có chung đường kính mặt gờ kẹp là **50.5 mm**. Khách chỉ cần thay gioăng cao su bên trong (để vừa với lỗ ID của ống), còn chiếc cụm kẹp bên ngoài dùng chung hoàn toàn!

MODULE 2: CÁC CHUẨN KẾT NỐI ĐƯỜNG ỐNG (TRI-CLAMP, HÀN, REN, BÍCH)

Van công nghiệp có 4 kiểu nối chính, mỗi kiểu sinh ra cho một môi trường riêng biệt:

Kiểu kết nối	Cấu tạo & Cách lắp	Ưu điểm	Nhược điểm & Vùng cấm
Tri-Clamp (ASME BPE)	2 đầu ferrule có gờ vát + 1 gioăng cao su định vị ở giữa + 1 cụm kẹp có ốc vặn cánh bướm bằng tay.	Vô trùng 100% , không góc chết. Tháo mở bằng tay chỉ mất 15 giây để kiểm tra và vệ sinh. Chuẩn mực ngành Sữa & Dược.	Chỉ chịu được áp suất dưới 16 bar. Nếu siết lệch tay gioăng có thể bị lẹm vào lòng ống.
Hàn vi sinh (Butt Weld)	Hai đầu van là ống trơn, hàn trực tiếp vào đường ống bằng máy hàn quay tự động (Orbital welding).	Độ kín khít tuyệt đối vĩnh viễn, không bao giờ xì rò, không có bất kỳ khe hở cơ khí nào.	Khi van bị kẹt hoặc hỏng màng muốn tháo ra phải cưa ống, tốn công bảo trì.
Kết nối Ren (NPT / BSPT)	Đầu van tiện ren trong/ngoài, quấn băng tan (cao su non) rồi vặn siết bằng mỏ lết.	Rẻ tiền, thợ nước thông thường tự lắp được. Rất phổ biến cho đường khí nén, đường nước sinh hoạt.	CẤM TUYỆT ĐỐI trong đường sữa/dược phẩm! Chân ren là "ổ chứa vi khuẩn". Sữa ngấm vào chân ren sẽ thối rữa, không hóa chất nào rửa tới.
Mặt bích (Flange PN16/ANSI)	Vành kim loại có nhiều lỗ khoan, ép gioăng ở giữa và siết chặt bằng 4 - 8 bu-lông đai ốc.	Chịu áp lực cực cao (tới 40 - 100 bar) và nhiệt độ cao. Chuẩn cho lò hơi (Steam) và nước giải nhiệt.	Cồng kềnh, nặng nề, khó tháo lắp vệ sinh hàng ngày.

Tại sao nhà máy Sữa TH True Milk hay Vinamilk chỉ dùng Tri-Clamp?

Vì mỗi ngày sau ca sản xuất, công nhân vi sinh phải mở ngẫu nhiên 5-10 cụm van trên line để soi camera nội soi kiểm tra vi sinh. Nếu dùng mặt bích vặn bu-lông mất 30 phút một chiếc van thì nhà máy trễ giờ sản xuất ngay. Dùng Tri-Clamp chỉ cần vặn nhẹ tay bướm 10 giây là tháo bung, kiểm tra xong kẹp lại kín mít.

MODULE 3: CƠ CHẾ ĐIỀU KHIỂN KHÍ NÉN & AN TOÀN (NC, NO, DA & ÁP SUẤT)

Khí nén là nguồn năng lượng sạch, không gây cháy nổ, tốc độ đóng mở cực nhanh (dưới 1 giây). Bộ chấp hành khí nén (Actuator) được chia làm 3 loại chức năng:

- **1. Thường Đóng (Normally Closed - NC / Control Function 1):** Bên trong có một lò xo cực mạnh luôn đè piston đóng van lại. Khi không có khí nén, van luôn khóa chặt. Muốn van mở thì phải cấp khí nén 5-7 bar vào để thắng lực lò xo.
→ *Ý nghĩa an toàn (Fail-Safe Closed):* Nếu mất điện hoặc đứt ống khí nén, lò xo lập tức đóng van lại ngay, ngăn chất lỏng độc hại hoặc sữa trào ra ngoài.
- **2. Thường Mở (Normally Open - NO / Control Function 2):** Ngược lại hoàn toàn với NC. Lò xo bên trong luôn đẩy piston mở toang van ra. Bình thường van luôn thông dòng. Muốn đóng thì phải cấp khí nén đè lò xo xuống.
→ *Ý nghĩa an toàn (Fail-Safe Open):* Khi cúp điện sự cố, van tự bung mở toang để xả áp suất bồn, giải nhiệt hoặc hồi lưu dung dịch tránh nổ vỡ đường ống.
- **3. Tác động kép (Double Acting - DA / Control Function 3):** Bên trong KHÔNG CÓ LÒ XO. Có 2 cổng khí nén riêng biệt: Cấp khí cổng A thì Mở, cấp khí cổng B thì Đóng.
→ *Ý nghĩa an toàn (Fail-Freeze):* Khi mất khí nén đột ngột, van đứng im bất động ở vị trí hiện tại. Tiết kiệm không gian đầu actuator nhưng kém an toàn hơn loại có lò xo.

⚠ Phân biệt 2 loại áp suất để không báo giá sai cho khách:

* **PS (Operating Pressure / Áp suất làm việc của môi chất):** Áp lực tối đa của dòng sữa/dịch chảy trong lòng ống van chịu được (Ví dụ PS = 10 bar).

* **PST (Control Pressure / Áp suất khí nén điều khiển):** Áp lực của luồng khí nén cấp vào actuator để kéo van (Ví dụ PST = 5.0 - 7.0 bar). Nếu áp suất máy nén khí của nhà máy chỉ có 3 bar thì van NC sẽ bị "nghẹt", lò xo quá cứng khí nén không nhấc nổi!

MODULE 4: VẬT LIỆU THÂN VAN & MÀNG LÀM KÍN (KIM LOẠI HỌC & POLYMER)

1. Vì sao ngành Dược & Sữa chỉ định thép 1.4435 (F316L) Đúc Rèn (Forged Body)?

- **Inox 304 thông thường:** Chứa 18% Crôm và 8% Niken. Bị gỉ sét ngay khi tiếp xúc với muối ăn (NaCl) hoặc hóa chất tẩy rửa có Clo.
- **Inox 316L (1.4404):** Bổ sung thêm 2 - 3% Molybden (Mo) giúp chống ăn mòn lỗ (pitting). Chữ "L" nghĩa là *Low Carbon* (<0.03%) giúp mối hàn không bị giòn gãy.
- **Inox 1.4435 (Chuẩn Basler 2 của Dược phẩm châu Âu):** Lượng Molybden tăng lên 2.5 - 3.0%, đặc biệt tỷ lệ **Delta Ferrite < 0.5%**. Thân van được rèn dập nguyên khối dưới áp lực hàng nghìn tấn nên không có bọt khí li ti trong thớ thép, hóa chất xút nóng và axit không thể ăn mòn rỗ mặt van.

2. Bảng so sánh các loại Màng van (Diaphragm):

Vật liệu màng	Nhiệt độ chịu đựng	Độ bền uốn & Chu kỳ đóng mở	Kháng hóa chất & Ứng dụng thực tế
EPDM (Cao su tổng hợp)	-10°C đến 130°C	Rất cao (Triệu chu kỳ): Rất mềm dẻo, đàn hồi cực tốt, giá thành rẻ.	Chịu nước nóng, hơi tiết trùng vừa phải. Nhược điểm: Kém bền với chất béo động vật và dầu thực vật nguyên chất.
PTFE / EPDM (Mã 54) (Teflon bọc đệm EPDM)	-10°C đến 150°C	Cao (Mặt PTFE tiếp xúc sữa, lưng đệm EPDM đàn hồi).	Trơ với mọi hóa chất , chịu xút nóng NaOH, axit HNO ₃ và hơi nóng tiết trùng SIP 150°C. Sữa trôi tuột không bám dính. Chuẩn vàng ngành F&B và Dược phẩm.
FKM (Viton)	-10°C đến 150°C	Trung bình (kém đàn hồi hơn EPDM).	Chịu dầu mỡ bôi trơn, axit đậm đặc và dung môi hóa chất. Không phù hợp với hơi nước bão hòa nhiệt cao.

MODULE 5: ĐỘ BÓNG BỀ MẶT (SURFACE FINISH) & CHUẨN ĐO LƯỜNG RA

1. Ra là gì? Ra (*Roughness Average*) là chỉ số đo độ nhấp nhô siêu vi của bề mặt kim loại. Đơn vị đo là Micromet (μm) hoặc Microinch (μin). Công thức quy đổi: **1 μm = 40 μin** (hoặc 1 μin = 0.025 μm).

2. Đánh bóng điện hóa (Electropolishing - EP):

Đánh bóng cơ học bằng vải ni chỉ làm mòn đỉnh nhọn nhưng vẫn để lại các vết xước chân chim. Đánh bóng điện hóa (EP) nhúng thân van vào bồn hóa chất kết hợp dòng điện một chiều để bóc tách từng lớp nguyên tử kim loại, làm phẳng li bề mặt và tạo một lớp màng thụ động Oxit Crôm (Cr_2O_3) dày đặc, ngăn gỉ sét vĩnh viễn.

Tại sao ASME BPE SF4 bắt buộc $\text{Ra} \leq 0.4 \mu\text{m}$ (15 μin) điện hóa cho van sữa?

Một con vi khuẩn *Salmonella* hoặc *E. coli* có kích thước từ **1.0 đến 2.0 μm** .

* Nếu bề mặt inox có độ nhám **$\text{Ra} = 0.8 \mu\text{m}$** , trên bề mặt sẽ tồn tại vô số thung lũng khe nứt sâu 1 - 2 μm . Vi khuẩn sẽ chui tọt vào đó ẩn nấp, tiết ra chất nhầy tạo thành một lớp "lá chắn" kiên cố gọi là **Màng sinh học (Biofilm)**. Nước rửa trôi qua bên trên không thể chạm tới chúng.

* Khi đánh bóng điện hóa đạt **$\text{Ra} \leq 0.4 \mu\text{m}$ (mã 1536)**, bề mặt phẳng hơn cả kích thước của con vi khuẩn. Vi khuẩn không có chỗ bám chân, khi bơm dòng nước xút CIP tốc độ 1.5 m/s chạy qua, toàn bộ cặn bẩn và vi sinh vật bị cuốn phẳng 100%!

MODULE 6: QUY TRÌNH VỆ SINH CIP & TIỆT TRÙNG SIP TRONG NHÀ MÁY

Trong ngành thực phẩm vô trùng, **tuyệt đối không bao giờ tháo rã đường ống ra để cọ rửa** vì làm vậy không khí bên ngoài sẽ lọt vào gây nhiễm khuẩn chéo. Mọi quy trình làm sạch đều chạy tự động tuần hoàn khép kín:

- **CIP (Clean-In-Place / Tẩy rửa tại chỗ):**
 1. Tráng nước ấm (50°C) trong 10 phút để cuốn trôi lớp sữa lỏng còn sót lại.
 2. Bơm dung dịch **Xút ăn da (NaOH nồng độ 1.5 - 2.5% ở 75°C - 80°C)** tuần hoàn trong 30 phút để xà phòng hóa và tẩy sạch hoàn toàn màng mỡ bơ, protein sữa bám dính.
 3. Tráng nước lọc tinh khiết RO.
 4. Bơm dung dịch **Axit Nitric (HNO₃ nồng độ 1.0 - 1.5% ở 65°C)** trong 15 phút để hòa tan sạch các tinh thể muối canxi, cặn khoáng sữa và tái tạo màng thụ động chống gỉ cho inox.
 5. Tráng nước RO đợt cuối và đo độ dẫn điện (Conductivity) để bảo đảm không còn sót hóa chất.
- **SIP (Steam-In-Place / Tiệt trùng bằng hơi nóng tại chỗ):**
 Sau khi CIP sạch bách, nhà máy xông trực tiếp **hơi nước bão hòa tinh khiết 121°C - 134°C (thậm chí 150°C)** chạy qua van trong 30 - 45 phút. Hơi nóng len lõi vào từng kẽ vi sinh, làm chín và tiêu diệt 100% tế bào vi khuẩn, nấm men, nấm mốc và các bào tử cứng đầu nhất. Do đó, màng van bắt buộc phải chịu được nhiệt độ giãn nở 150°C này liên tục mà không bị lão hóa rách nứt.

MODULE 7: TÍN HIỆU ĐIỀU ĐIỀU KHIỂN & BỘ ĐỊNH VỊ (ELECTRONICS & AUTOMATION)

1. Vì sao điều khiển van trong nhà máy luôn dùng dòng điện 4 - 20 mA thay vì điện áp 0 - 10 V?

Đặc tính kỹ thuật	Tín hiệu Dòng điện 4 - 20 mA	Tín hiệu Điện áp 0 - 10 V
Khoảng cách truyền & Suy hao	Không suy hao: Định luật Kirchhoff đảm bảo cường độ dòng điện ở đầu tủ PLC bằng chính xác dòng điện ở cuối van cách xa 300 mét.	Bị sụt áp trên điện trở dây dẫn. Dây càng dài điện áp càng tụt làm van nhận lệnh sai lệch góc mở.
Khả năng chống nhiễu	Cực kỳ mạnh mẽ. Không bị ảnh hưởng bởi sóng điện từ phát ra từ các mô-tơ công suất lớn và biến tần trong nhà máy.	Rất dễ bị xung điện từ cảm ứng làm nhảy giạt tín hiệu, khiến van rung lắc liên tục.
Tính năng phát hiện đứt cáp (Live Zero)	Điểm 0 sống (Live Zero): Mức 4 mA tương ứng van đóng 0%. Nếu dây tín hiệu bị đứt hoặc chuột cắn, dòng điện tụt về 0 mA . PLC lập tức phát chuông báo lỗi " <i>Đứt dây điều khiển van!</i> ".	Khi đứt dây, điện áp về 0 V . PLC sẽ tưởng lầm là đang ra lệnh van đóng 0% nên không hề hay biết dây đã bị đứt, gây nguy hiểm khôn lường!

2. Bộ định vị (Positioner) khác gì Hộp công tắc hành trình (Limit Switch Box)?

- **Limit Switch Box:** Chỉ là 2 công tắc tiếp điểm ON/OFF. Nó chỉ báo cho PLC biết 2 trạng thái: Van **ĐÃ MỞ HẾT CỠ** hay **ĐÃ ĐÓNG HẾT CỠ**. Không có khả năng điều tiết lưu lượng.

- **Positioner (như Bürkert 1067 / 8792):** Là bộ não điều tiết tuyến tính liên tục. Đọc tín hiệu 4-20mA từ PLC, chia dải mở van thành 100 nấc từ 0% đến 100%, tự động đo hành trình thực tế và bơm xả khí để giữ góc mở siêu chuẩn xác.