

Một số lưu ý khi tính toán lựa chọn xi lanh thủy lực

Hồ Sỹ Sơn – BoschRexroth Việt Nam

Tel: +84 28 6285 7396

Mobile: +84 (0) 912 701 527

Email: son.hosy@vn.bosch.com

Thiết bị đóng mở cửa van là một bộ phận rất quan trọng trên các công trình thủy lợi, thủy điện. Ngày nay thiết bị đóng mở chủ yếu là xi lanh thủy lực. Tuy nhiên để chọn được xi lanh thủy lực phù hợp thì cần có sự phối hợp giữa đơn vị tư vấn thiết kế, nhà cung cấp thiết bị và các hãng sản xuất.

1. Thông số đầu vào

Để đơn vị cung cấp thiết bị có thể tính toán lựa chọn được xi lanh và các thiết bị phù hợp, đơn vị tư vấn thiết kế cần cung cấp các thông số đầu vào sau:

- Lực đóng, mở lớn nhất
- Vị trí lắp đặt xi lanh trên công trình (mặt đứng và mặt bằng)
- Hành trình xi lanh
- Tốc độ đóng mở cửa van (tốc độ dịch chuyển của xi lanh)
- Tần suất đóng mở cửa
- Vị trí công trình

Trên cơ sở các thông số đầu vào, đơn vị cung cấp thiết bị sẽ phối hợp với các hãng sản xuất thủy lực tính toán lựa chọn xi lanh phù hợp nhất cho công trình.

2. Tiêu chuẩn tính toán lựa chọn

Tiêu chuẩn tính toán lựa chọn xi lanh thủy lực được áp dụng phổ biến nhất trên toàn cầu là DIN19704. Bản cập nhật gần đây nhất là DIN19704-2014.

Một số khuyến cáo cần chú ý của tiêu chuẩn DIN19704

- Ống xi lanh tính toán thiết kế theo tiêu chuẩn DIN2413 với hệ số an toàn tăng thêm 40%
- Áp suất thiết kế của xi lanh không vượt quá 250 bar
- Áp suất kiểm nghiệm không vượt quá 1,3 lần áp suất thiết kế (thông thường các hãng sản xuất kiểm nghiệm xi lanh với áp suất bằng 1,25 lần áp suất thiết kế)

3. Yếu tố cần quan tâm đối với xi lanh thủy lực trên các công trình thủy lợi, thủy điện

3.1. Vật liệu chế tạo xi lanh

Vật liệu chế tạo cần xi lanh thường được lựa chọn là thép carbon S355J2 hoặc thép không gỉ (AISI 431; DIN 1.4057; X17CrNi 16-2 ...). Vật liệu vỏ xi lanh thường được lựa chọn là ống thép đúc S355J2

3.2. Lớp bảo vệ cần xi lanh thủy lực

Cần xi lanh là một chi tiết đặc biệt của xi lanh; chi tiết này vừa tiếp xúc với mô trường bên ngoài vừa tiếp xúc với dầu thủy lực bên trong và kết hợp với roăng làm kín để đảm bảo không rò rỉ dầu ra bên ngoài môi trường. Chính vì vậy, cần xi lanh thủy lực phải được bao phủ một lớp bảo vệ đặc biệt.

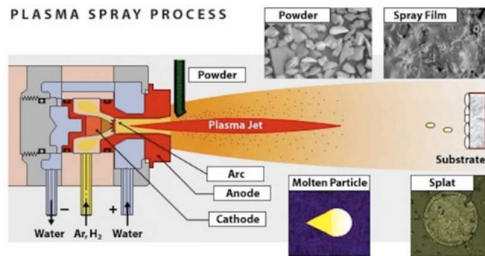
Mạ Cr hoặc CrNi

Lớp bảo vệ được phát triển đầu tiên là lớp mạ Cr hoặc CrNi. Tiếp sau đó là các lớp phủ ô xít kim loại có khả năng chống ăn mòn và mài mòn bằng các công nghệ phun phủ nhiệt khác nhau.

Phun phủ nhiệt (thermal spray) là phương pháp công nghệ đưa các vật liệu rắn (dạng bột, dạng dây, dạng thanh, dạng lõi thuốc) vào dòng vật chất có năng lượng cao (dòng khí cháy hoặc dòng plasma) để nung nóng chảy một phần hay toàn bộ vật liệu; phân tán vật liệu thành các hạt dưới dạng sương mù nhỏ, tăng tốc độ hạt và đẩy hạt đến bề mặt chi tiết cần phủ đã được chuẩn bị trước.

Với đặc điểm hình thành như vậy, lớp phủ sẽ có cấu trúc dạng lớp, trong đó, các phần tử vật liệu bị biến dạng và xếp chồng lên nhau. Tại bề mặt tiếp xúc giữa các phần tử với chi tiết và bề mặt tiếp xúc của các phần tử xảy ra các quá trình liên kết bền vững tạo nên cấu trúc lớp phủ.

Phủ Plasma (phủ gốm)

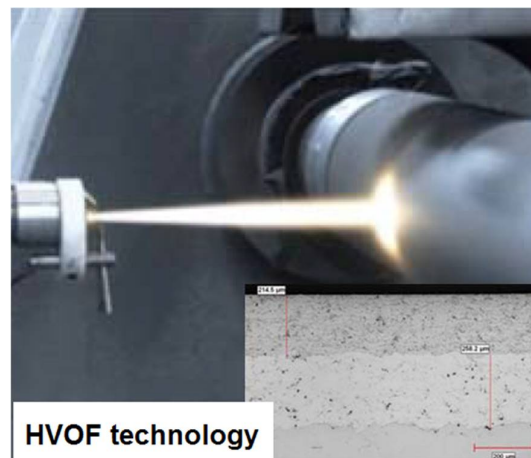


Công nghệ nhiệt được ứng dụng sớm nhất vào phủ cần xi lanh thủy lực là công nghệ Plasma (phủ gốm). Công nghệ phủ plasma nhờ năng lượng cao của nguồn nhiệt hồ quang plasma gián tiếp của đầu phun mà vật liệu được nung chảy và phun vào chi tiết. Luồng plasma được phun qua đầu phun với vận tốc cao, bột phun được hút vào luồng khí này, nóng chảy và bay ra phủ lên bề mặt chi tiết. Trên bề mặt chúng liên kết lại thành lớp

phủ xốp. Sự liên kết giữa các hạt chủ yếu bằng quá trình chảy kết và bám dính lên bề mặt bằng lực cơ học. Bề mặt vật phủ có nhiệt độ thấp nên không xảy ra quá trình khuếch tán. Lớp phủ gốm có khả năng chống ăn mòn và mài mòn tốt, tuy nhiên khả năng chống va đập kém nên lớp phủ dễ bị bong tróc khi va đập.

Phủ HVOF

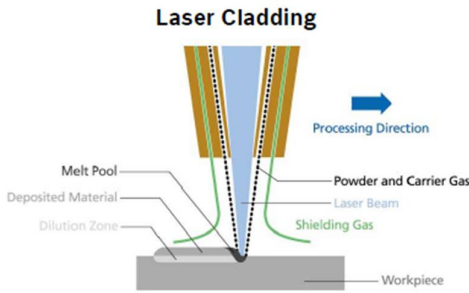
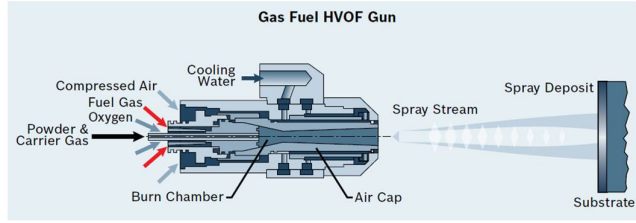
Để nâng cao khả năng chống va đập của lớp phủ, một công nghệ mới được ứng dụng là HVOF (High Velocity Oxygen Fuel). Với công nghệ HVOF, một hỗn hợp bao gồm nhiên liệu cháy (khí hóa lỏng) và oxy được đưa vào một buồng đốt và ở đó chúng được đốt cháy liên tục. Các khí cháy này sẽ được đưa qua một miệng vòi phun để gia tốc lên đến tốc độ siêu âm. Đồng thời với quá trình này sẽ có một bộ phận cấp bột kim loại cần phủ vào dòng khí và phun tới bề mặt của chi tiết cần phủ. Đối với phủ cần xi lanh, hỗn hợp kim loại bao gồm Ni, Cr, Mo, W, các kim loại khác hoặc chromium carbide.



Kết quả là lớp phủ có độ xốp rất thấp và độ bám dính cao. Vì thế lớp phủ không chỉ có khả năng chống ăn mòn và mài mòn rất tốt mà còn có khả năng chống va đập tốt.

Phủ laser

Đến năm 2023, liên minh Châu Âu sẽ cấm sử dụng công nghệ mạ Cr đối với các chi tiết lớn vì vấn đề ô nhiễm môi trường. Chính vì vậy trong những năm gần đây, các hãng sản xuất ở Châu Âu đã áp dụng một công nghệ phun phủ mới nhằm thay thế công nghệ mạ Cr là công nghệ phủ laser (Laser cladding).



Công nghệ phủ laser là quá trình mà trong đó kim loại phủ (dạng bột/dây) được lắng đọng vào một kim loại khác bằng cách sử dụng nguồn nhiệt là một chùm tia laser. Đối với lớp phủ cần xi lanh, kim loại ở đây là thép không gỉ AISI431; DIN 1.4057 hoặc các hợp kim như INCONEL625, Hastelloy ... Chùm tia laser tập trung và làm tan chảy kim loại nền, từ đó giúp tạo nên một liên kết kim loại có lực kết dính cao. Cuối cùng kết quả đạt được là lớp phủ đậm đặc, không bị tạo lỗ trống hay rỗ khí.

Tóm lại các giải pháp bảo vệ cần xi lanh thủy lực bao gồm:

- Mạ Cr hoặc CrNi
- Phủ plasma (phủ gốm)
- Phủ HVOF
- Phủ laser (được phát triển gần đây để thay thế công nghệ mạ Cr, CrNi sẽ bị cấm ở Châu Âu từ năm 2023)

So sánh các lớp bảo vệ cần xi lanh thủy lực

Công nghệ	Thông số lớp phủ					
	Chiều dày	Độ cứng	Ứng suất bền	Chống ăn mòn	Chống mài mòn	Độ bền va đập
Mạ Cr, CrNi	>30µm	900-1100 HV0,1	= lớp nền	1/5	2/7	14 J
Phủ plasma (phủ gốm)	>250µm	750 HV5	175 N/mm2	2/5	3/7	2 J
HVOF 1 lớp	>250µm	650 HV5	400 N/mm2	4/5	7/7	10 J
HVOF 2 lớp	>440µm			5/5		8 J
Laser cladding	>400 µm	450 HV5	400 N/mm2	3/5	5/7	10 J

3.3. Cảm biến đo hành trình xi lanh thủy lực

Trên các công trình thủy lợi sử dụng hai xi lanh để đóng mở cửa đồng thời thì cần phải trang bị cảm biến đo hành trình để hỗ trợ đồng bộ làm việc của hai xi lanh. Ngoài ra độ mở cửa van cũng có thể được xác định thông qua cảm biến đo hành trình xi lanh.

Có nhiều kiểu cảm biến đo hành trình khác nhau, tùy theo tính chất công trình để lựa chọn loại cảm biến phù hợp.

Cảm biến kiểu cơ học

Thiết bị chỉ báo vị trí cơ học được gắn ngoài, bên trên thân xi lanh. Thiết bị này có hai ống lồng vào nhau. Ống ngoài gắn cứng với thân xi lanh, ống trong gắn một đầu vào cần piston. Khi cần piston chuyển động, hai ống chuyển động tương đối với nhau và xác định vị trí hành trình của xi lanh.

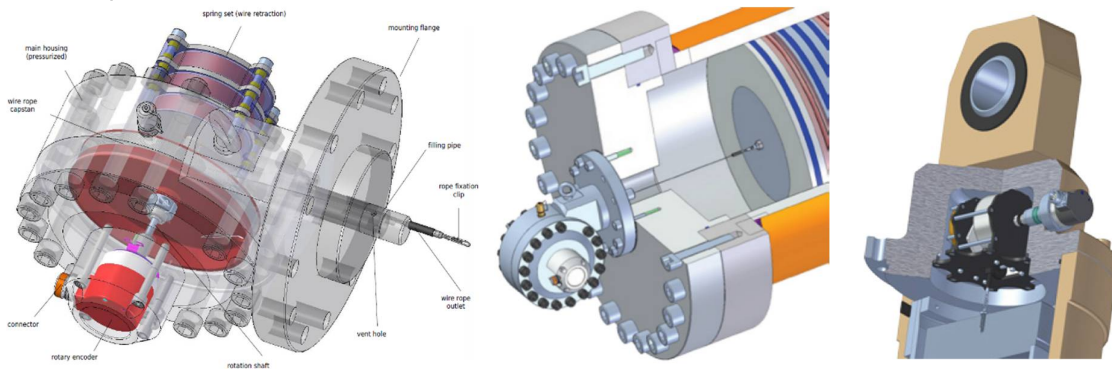


Ưu điểm lớn nhất của giải pháp này là dễ dàng lắp đặt và kiểm soát vận hành. Tuy nhiên kết cấu tương đối cồng kềnh.

Cảm biến kiểu dây cáp

Dây cáp được gắn trực tiếp vào đầu piston. Cần piston dịch chuyển, dây cáp cũng sẽ cuộn vào hoặc nhả ra tương ứng với chuyển động của cần piston từ đó xác định được vị trí hành trình của xi lanh.

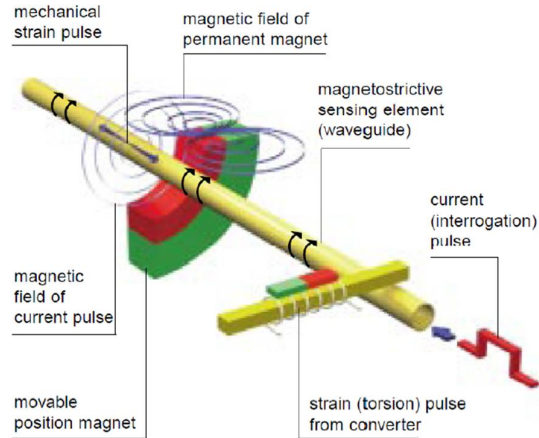
Dây cáp gắn trong vùng chịu áp của xi lanh nên nếu như xảy ra tụt cáp thì phải tháo rời đầu xi lanh để lắp trở lại.



Cảm biến MTS temposonic

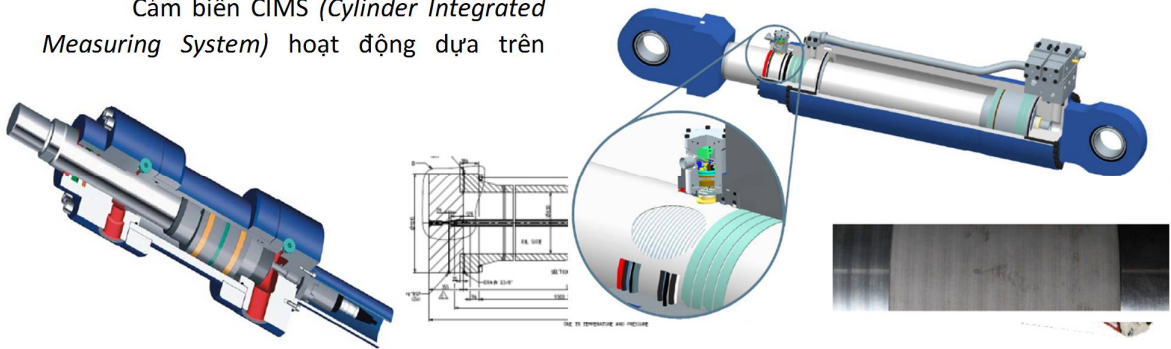
Cảm biến MTS hoạt động dựa trên nguyên lý cảm ứng từ. Cần piston được khoan một lỗ chính giữa chạy suốt theo chiều dài cần. Tương tác giữa từ trường nam châm gắn trên cảm biến và từ trường tạo ra trong lỗ khoan chính giữa cần sẽ xác định vị trí hiện tại của hành trình xi lanh.

Cảm biến có độ chính xác cao nhưng phải khoan lỗ ở chính giữa cần xi lanh nên khó áp dụng với xi lanh dài và phải tháo xi lanh khi cần thay cảm biến.



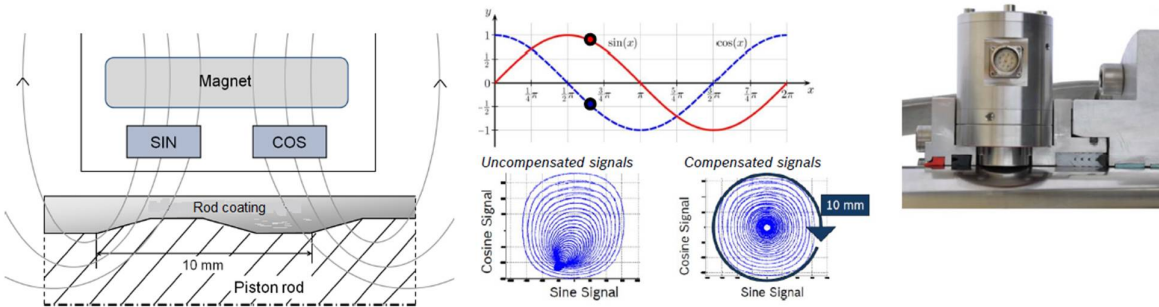
Cảm biến CIMS

Cảm biến CIMS (Cylinder Integrated Measuring System) hoạt động dựa trên



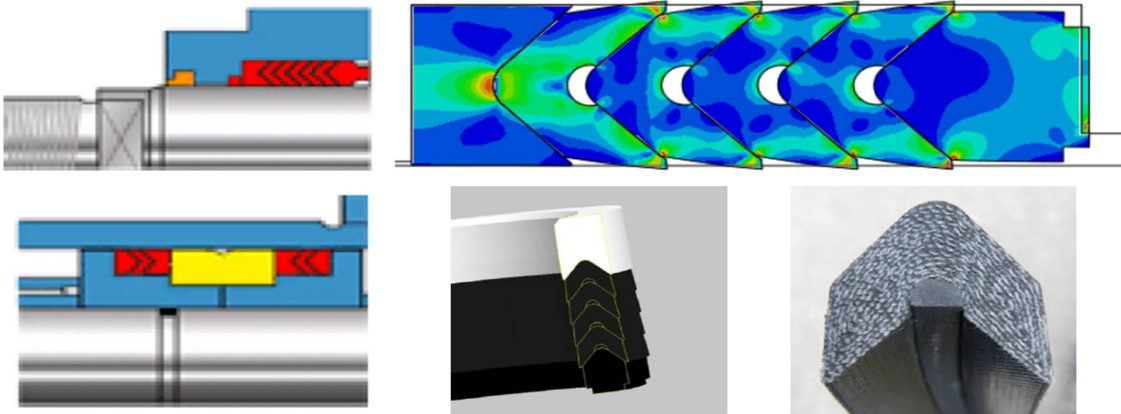
nguyên lý cảm ứng từ. Bề mặt cần piston được tiện các rãnh, sau đó phủ lớp bảo vệ cần piston. Giá trị từ trường của nam châm trong cảm biến sẽ thay đổi khi đi qua các rãnh được tiện trên cần piston. Từ sự thay đổi này sẽ xác định vị trí hiện tại của hành trình xi lanh.

Cảm biến CIMS lắp đặt ở vùng không chịu áp suất của xi lanh nên dễ dàng thay thế mà không cần phải tháo rời xi lanh như cảm biến kiểu dây cáp hay MTS. Độ chính xác cao (<1mm), trang bị vỏ bọc chống nước đạt IP68. Đặc biệt một xi lanh có thể lắp được nhiều cảm biến để dự phòng và xác định chính xác cảm biến bị lỗi.



3.4. Tối ưu điều kiện làm việc giữa 3 yếu tố: lớp bảo vệ cần xi lanh, roăng làm kín và dầu thủy lực

Tối ưu điều kiện làm việc giữa 3 yếu tố: lớp bảo vệ cần xi lanh, roăng làm kín và dầu thủy lực là khía cạnh quan trọng nhất đảm bảo kéo dài tuổi thọ của xi lanh. Tối ưu điều kiện làm việc dựa trên kết quả phân tích ma sát và bôi trơn giữa các bề mặt chuyển động tương đối. Ở đây là giữa roăng làm kín và lớp bảo vệ cần xi lanh. Vật liệu, thiết kế hình học của roăng làm kín là nhân tố quyết định đến điều kiện làm việc.



Xi lanh trong các công trình thủy lợi, thủy điện yêu cầu không rò rỉ dầu thủy lực ra ngoài môi trường và giữa hai khoang xi lanh nên roăng nhiều lớp kiểu chữ V (Multi-lip seal V-PACKING) là phù hợp hơn cả.

4. Kết luận

Xi lanh thủy lực sử dụng trên nhiều công trình thủy lợi, thủy điện và mang lại hiệu quả cao. Các công nghệ mới được các nhà sản xuất áp dụng để nâng cao chất lượng và kéo dài tuổi thọ xi lanh. Đặc biệt là các tiến bộ trong lớp bảo vệ cần xi lanh và cảm biến đo hành trình xi lanh.

Khi lựa chọn xi lanh thủy lực, bên cạnh các yêu cầu về vật liệu xi lanh, tiêu chuẩn thiết kế chế tạo, nguồn gốc xuất xứ thì cần có thêm các yêu cầu về lớp bảo vệ cần xi lanh, cảm biến đo hành trình và roăng làm kín.