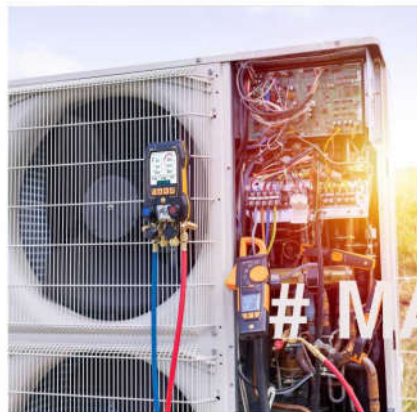


Kỹ thuật đo lường và chẩn đoán hệ thống nhiệt lạnh: Tối ưu hóa hiệu suất thông qua công nghệ Manifold kỹ thuật số hiện đại

Th.S. Nguyễn Lê Đức Thuận
Testo HVAC/R Product Specialist - Vietnam
Thành viên ASHRAE: 8613016

Trong kỷ nguyên công nghiệp 4.0, các hệ thống lạnh và điều hòa không khí (HVAC&R) đã trở thành hạ tầng thiết yếu, đóng vai trò sống còn trong việc duy trì chuỗi cung ứng thực phẩm, bảo quản dược phẩm, vận hành các trung tâm dữ liệu và đảm bảo tiện nghi cho các tòa nhà hiện đại.



Sự gia tăng không ngừng của các yêu cầu về hiệu suất năng lượng và tính bền vững môi trường đã thúc đẩy ngành kỹ thuật lạnh chuyển dịch mạnh mẽ

từ các phương pháp vận hành dựa trên kinh nghiệm cảm quan sang các quy trình dựa trên dữ liệu chính xác.

Trong bối cảnh đó, các thiết bị đo lường chuyên dụng, tiêu biểu là dòng đồng hồ nạp môi chất lạnh kỹ thuật số (Digital Manifold), không chỉ đóng vai trò là một công cụ đo đơn thuần mà còn là trung tâm của một hệ sinh thái chẩn đoán thông minh, giúp tối ưu hóa toàn diện chu trình nhiệt động lực học.

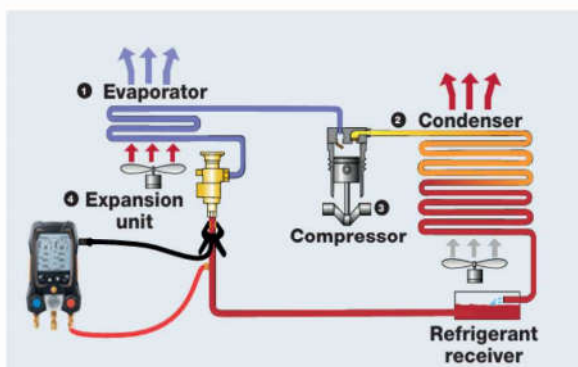
1. Cơ sở nhiệt động lực học và các chỉ số hiệu quả năng lượng trong hệ thống lạnh

Để hiểu rõ tại sao việc chuyển đổi sang công nghệ đo lường kỹ thuật số là một tất yếu kỹ thuật, cần xem xét bản chất của chu trình nén hơi – nền tảng của hầu hết các hệ thống HVAC&R hiện nay. Một hệ thống lạnh tiêu chuẩn vận hành dựa trên bốn giai đoạn chính: nén, ngưng tụ, tiết lưu và bay hơi. Hiệu suất của chu trình này, thường được định nghĩa qua hệ số hiệu quả năng lượng (COP), phụ thuộc trực tiếp vào việc kiểm soát chính xác trạng thái của môi chất lạnh tại từng điểm nút của hệ thống.

1.1 Độ quá lạnh (Subcooling) và tác động đến năng suất lạnh

Độ quá lạnh (Subcooling) là sự chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ bão hòa của môi chất lạnh tại áp suất ngưng tụ và nhiệt độ thực tế của môi chất lỏng sau khi ra khỏi dàn ngưng. Việc tính toán chính xác Subcooling là điều kiện tiên quyết để đánh giá hiệu quả của thiết bị ngưng tụ và đảm bảo trạng thái lỏng hoàn toàn trước khi đi vào thiết bị tiết lưu.

Về mặt lý thuyết nhiệt động lực học, quá trình quá lạnh giúp tăng năng suất lạnh của chu trình bằng cách giảm enthalpy của môi chất tại điểm bắt đầu quá trình bay hơi. Khi độ quá lạnh tăng lên, lượng nhiệt mà dàn bay hơi có thể hấp thụ từ môi trường sẽ lớn hơn, từ đó cải thiện hệ số COP của toàn hệ thống. Tuy nhiên, trong thực tế vận hành, giá trị Subcooling cần được duy trì ở mức tối ưu. Nếu Subcooling quá thấp, có thể xảy ra hiện tượng "flash gas" (bay hơi sớm trên đường ống lỏng), gây nhiễu loạn luồng môi chất qua van tiết lưu và làm giảm đáng kể hiệu suất làm mát. Ngược lại, nếu Subcooling quá cao, đây thường là dấu hiệu của việc nạp dư môi chất lạnh hoặc dàn ngưng bị giải nhiệt quá mức, dẫn đến áp suất ngưng tụ tăng cao bất thường, gây quá tải cho máy nén.

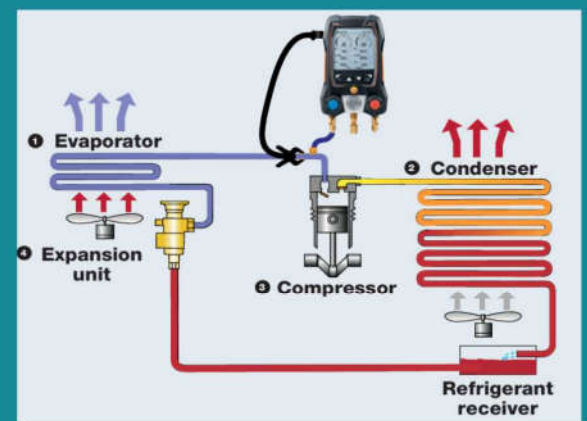


1.2 Độ quá nhiệt (Superheat) và vai trò bảo vệ máy nén

Nếu Subcooling là chỉ số đo lường hiệu suất thì độ quá nhiệt (Superheat) lại là thông số bảo vệ quan trọng nhất của hệ thống. Superheat được tính bằng sự chênh lệch giữa nhiệt độ hơi thực tế đo được tại cửa ra của dàn bay hơi (hoặc cửa vào máy nén) và nhiệt độ bay hơi bão hòa tương ứng với áp suất đo được tại điểm đó.

Việc duy trì một độ quá nhiệt dương (thường từ 5K đến 8K tùy hệ thống) đảm bảo rằng 100% môi chất lạnh đi vào máy nén đều ở trạng thái hơi. Nếu Superheat quá thấp hoặc bằng không, rủi ro máy nén hút phải môi chất lỏng (hiện tượng ngập lỏng - liquid slugging) là rất lớn, có thể gây hư hỏng cơ cấu nén ngay lập tức do lỏng không có tính nén. Ngược lại, Superheat quá cao sẽ làm tăng nhiệt độ đầu đẩy của máy nén, làm giảm tuổi thọ dầu bôi trơn và gây nóng máy.

Các nghiên cứu thực nghiệm đã chỉ ra rằng việc điều chỉnh độ quá nhiệt tại cửa ra dàn bay hơi đạt mức tối ưu khoảng 6K có thể giúp hệ thống đạt COP cực đại. Việc sử dụng đồng hồ cơ truyền thống kết hợp với bảng tra cứu P-T thủ công thường tạo ra sai số tích lũy lên tới vài độ K, khiến việc hiệu chỉnh hệ thống về điểm tối ưu trở nên khó khăn và thiếu tin cậy.



2. Sự chuyển đổi từ công nghệ đo lường cơ học sang kỹ thuật số

Trong nhiều thập kỷ, bộ đồng hồ nạp gas cơ học với ống Bourdon là thiết bị tiêu chuẩn của kỹ thuật viên điện lạnh. Tuy nhiên, sự ra đời của các loại môi chất lạnh hỗn hợp thế hệ mới và yêu cầu khắt khe về độ chính xác đã bộc lộ những hạn chế cố hữu của công nghệ analog.

2.1 Những hạn chế của đồng hồ Manifold cơ học

Đồng hồ cơ vận hành dựa trên biến dạng cơ khí của ống đồng, vốn dễ bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ môi trường, rung động và mài mòn theo thời gian. Sai số của đồng hồ cơ thường dao động từ 2% đến 5% giá trị toàn thang đo, và độ phân giải của kim chỉ thị không đủ mịn để phát hiện các biến động áp suất nhỏ trong quá trình hút chân không hoặc kiểm tra rò rỉ.

Dải đo trên đồng hồ nạp môi chất lạnh cơ truyền thống thường có dải đo áp suất phía thấp áp và cao áp cố định và hoàn toàn khác nhau. Đồng hồ thấp áp thường được thiết kế để đo áp suất thấp và chân không tương đối, trong khi phía cao áp được thiết kế với mức áp suất cao hơn đáng kể.

Digital Manifold

2.2 Digital Manifold là giải pháp phù hợp và trọn vẹn

Dòng đồng hồ nạp môi chất lạnh thông minh của Testo được thiết kế để giải quyết triệt để những hạn chế trên thông qua việc tích hợp cảm biến áp suất điện tử và các thuật toán tính toán thời gian thực.

Những Digital Manifold có độ chính xác cao hơn hẳn Manifold cơ truyền thống, với dải đo có thể lên đến hơn 60 bar cho cả 2 phía thấp áp và cao áp, dù dải đo rộng nhưng độ chính xác lại rất cao lên đến $\pm 0.25\%$ FS (đối với dòng testo 558s) và $\pm 0.5\%$ FS (đối với dòng khác như testo 550s/ 557s). Việc trang bị dải đo lên đến 60 bar cho cả 2 phía thấp áp và cao áp, giúp kỹ thuật viên dù kết nối dây nạp môi chất lạnh nhầm bên vẫn không gây hư hỏng cảm biến.

Áp suất chân không thường phải được đo bằng chân không kế, việc đo áp suất chân không bằng manifold cơ truyền thống làm cho kỹ thuật viên khó xác định được tình trạng ẩm trong hệ thống lạnh và những diễn biến đang xảy ra trong hệ thống lạnh lúc này.

Ngoài ra, việc đọc chỉ số bằng mắt thường dễ dẫn đến lỗi góc nhìn (parallax error), sai số này xuất hiện khi góc quan sát không vuông góc với mặt đồng hồ, đặc biệt trong điều kiện ánh sáng kém hoặc khi manifold được lắp đặt ở vị trí khó tiếp cận.

Quan trọng hơn, đồng hồ cơ không thể tự tính toán các thông số nhiệt động. Kỹ thuật viên phải đo áp suất, sau đó tra bảng P-T (Pressure-Temperature chart) để tìm nhiệt độ bão hòa, rồi đo nhiệt độ thực tế bằng nhiệt kế rời và thực hiện phép trừ thủ công. Quy trình này không chỉ tốn thời gian mà còn tiềm ẩn rủi ro sai sót trong mỗi bước tính toán.

Bên cạnh đó, do hoạt động hoàn toàn theo cơ chế cơ học, Manifold truyền thống hầu như không hỗ trợ lưu trữ dữ liệu hoặc ghi nhận lịch sử đo. Kỹ thuật viên thường phải ghi chép thông số vận hành thủ công, làm tăng nguyên cơ thiếu sót, nhầm lẫn dữ liệu.



* Digital Manifold Testo có thể cảnh báo kỹ thuật viên nếu phát hiện lắp đặt sai bên áp suất và hoàn toàn có thể tự hoán đổi vị trí 2 bên thấp áp và cao áp để phù hợp với thói quen sử dụng của kỹ thuật viên.

Khắc phục hoàn toàn những sai số do góc nhìn và tính toán. Với Digital Manifold Testo hiển thị trực tiếp số liệu áp suất, nhiệt độ bão hòa, nhiệt độ đo trên đường ống, superheat và subcooling ngay trên 1 màn hình của Digital Manifold, giúp kỹ thuật viên đọc số liệu dễ dàng, tự động tính toán, dữ liệu chính xác.



Chỉ số kỹ thuật	Đồng hồ cơ truyền thống	Testo Digital Manifold (550s/557s/558s)
Độ chính xác áp suất	2% - 5% FS	0,25% - 0,5% FS
Khả năng hiển thị	Kim chỉ thị, thang đo cố định	Màn hình kỹ thuật số/đồ họa, hiển thị đầy đủ trên 1 màn hình
Tính toán thông số	Thủ công (dễ sai sót)	Tự động (Superheat, Subcooling, Vacuum)
Dữ liệu môi chất	Hạn chế (thường 2-4 loại trên mặt số)	Hơn 90 loại tích hợp thiết bị, hơn 150 loại cập nhật qua App
Kết nối không dây	Không hỗ trợ	Bluetooth 5.0, phạm vi lên đến 150m
Lưu trữ dữ liệu	Thủ công (giấy bút)	Ghi chép tự động, xuất báo cáo PDF/CSV

Thiết bị đo kỹ thuật số của Testo không chỉ cung cấp các con số chính xác mà còn mang lại sự chuyên nghiệp thông qua việc tự động hóa các quy trình đo lường phức tạp, giúp kỹ thuật viên tập trung vào việc chẩn đoán và khắc phục sự cố thay vì mất thời gian cho các phép tính cơ bản.

3. Quy trình đo lường và chẩn đoán hệ thống lạnh

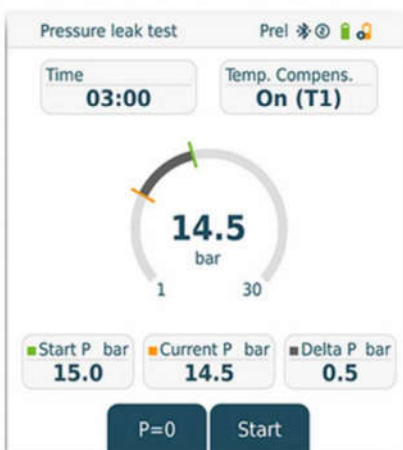
Sử dụng thiết bị đo kỹ thuật số cho phép thực hiện các quy trình kỹ thuật với độ tin cậy và tính lặp lại cao, một yêu cầu bắt buộc trong các tiêu chuẩn bảo trì hiện đại.

3.1 Kiểm tra rò rỉ có bù trừ nhiệt độ

Sau khi lắp đặt hệ thống lạnh, kiểm tra rò rỉ bằng nén nitơ là bước thực hiện vô cùng quan trọng nhằm kiểm tra áp suất rò rỉ trong hệ thống lạnh và độ kín của các mối hàn. Tùy theo mỗi hệ thống mà sẽ có cách thức kiểm tra áp suất rò rỉ khác nhau, thông thường hệ thống sẽ được nén Nitơ ở áp suất cao và giữ mức áp suất đó trong khoảng thời gian cố định nhằm chẩn đoán các mối hàn không bị rò rỉ. Bên cạnh đó nhiệt độ môi trường xung quanh đóng vai trò quan trọng trong quá trình kiểm tra áp suất rò rỉ này.

Đây là một trong những tính năng mạnh nhất của dòng Testo Digital Manifold. Khi hệ thống được nạp nitơ để thử kín, áp suất bên trong sẽ thay đổi theo nhiệt độ môi trường. Với đồng hồ cơ, việc áp suất giảm nhẹ vào ban đêm khi trời lạnh thường bị hiểu lầm là có rò rỉ.

Digital Manifold tự động ghi lại nhiệt độ khởi điểm và nhiệt độ kết thúc của quá trình thử nghiệm. Thiết bị sau đó sử dụng các thuật toán dựa trên phương trình trạng thái khí lý tưởng để tính toán sự thay đổi áp suất do nhiệt độ và loại trừ nó khỏi kết quả cuối cùng. Kết quả hiển thị trên màn hình (ΔP) chính là giá trị rò rỉ thực tế, giúp kỹ thuật viên đưa ra kết luận chính xác tuyệt đối về độ kín của hệ thống.



3.2 Tối ưu hóa quy trình hút chân không và đo sâu mức micron ($\mu\text{m Hg}$)

Trong kỹ thuật lạnh, việc hút chân không không chỉ là rút không khí mà quan trọng hơn là làm bay hơi và loại bỏ độ ẩm. Áp suất khí quyển là khoảng 101,325 Pa, nhưng để nước bay hơi ở nhiệt độ phòng, áp suất phải giảm xuống mức rất thấp (dưới 500 micron – theo EPA 608).

Dòng Testo Digital Manifold tích hợp chức năng đo chân không chuyên sâu, cung cấp các thông số:

- + Áp suất chân không tức thời (đơn vị micron hoặc mbar)
 - + Nhiệt độ bay hơi của nước tại mức chân không hiện tại, nhiệt độ môi trường xung quanh, chênh lệch nhiệt độ giữ nhiệt độ bay hơi và nhiệt độ môi trường.
 - + Đồ thị áp suất chân không theo thời gian nhằm đánh giá quá trình hút chân không và Decay test.
- Với việc hiển thị đồ họa cả quá trình hút chân không giúp kỹ thuật viên đánh giá chính xác cả quá trình hút chân không, tình trạng chân không bên trong hệ thống lạnh thay vì chỉ đánh giá tại thời điểm tức thời.



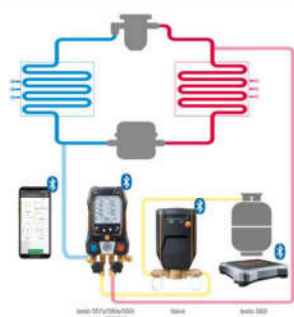
3.3 Nạp môi chất lạnh thông minh và chính xác

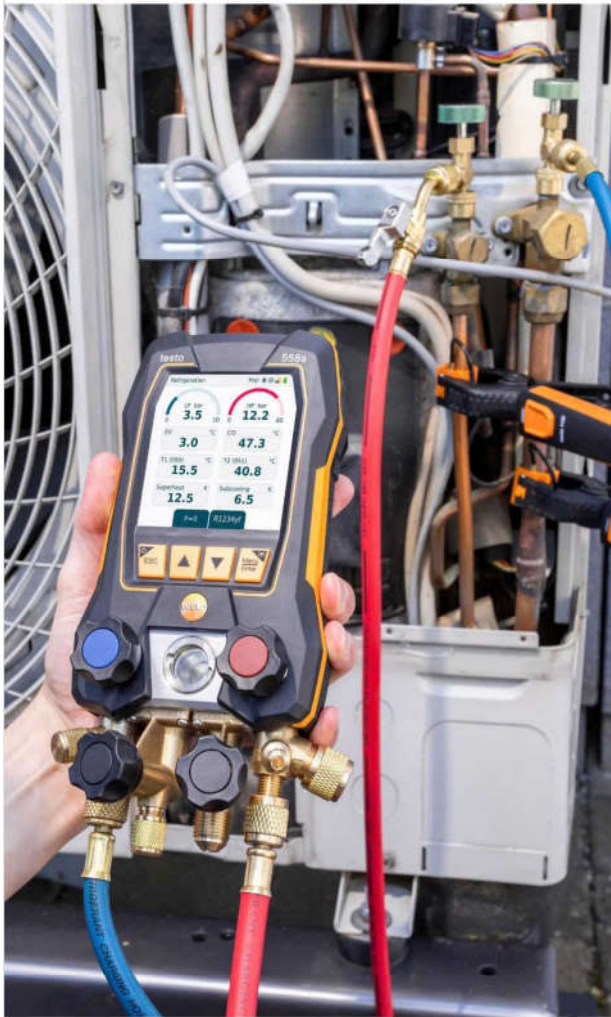
Nạp môi chất lạnh cho hệ thống lạnh thường có nhiều phương pháp để thực hiện, nhằm tối ưu hóa hoạt động cho hệ thống lạnh.

Tuy nhiên phổ biến nhất là nạp định lượng nhằm xác nhận đủ lượng môi chất lạnh cho hệ thống lạnh, kỹ thuật viên thường nạp môi chất lạnh theo số định lượng đã tính toán trước, với khả năng nạp môi chất lạnh tự động giúp cho việc nạp môi chất lạnh dễ dàng và chính xác hơn nhiều.

Nhưng không phải lúc nào cũng có thể nạp định lượng, nhiều trường hợp kỹ thuật viên cần nạp bổ sung, hoặc nạp theo superheat và subcooling nhằm tối ưu hóa hoạt động của hệ thống lạnh. Việc nạp chính xác cho hệ thống lạnh lúc này thường được thực hiện trong quá

trình lúc hệ thống lạnh đang hoạt động. Đây cũng là lúc những thiết bị công nghệ cao được phát huy tối ưu, khi kỹ thuật viên có thể hoàn toàn tự động. Với khả năng nạp tự động theo định lượng, superheat và subcooling giúp bài toán này trở nên dễ dàng hơn. Ngoài ra khi kết hợp Digital Manifold Testo cùng với cân và van tự động testo 560i, trong quá trình thực hiện nạp động, nếu Digital Manifold phát hiện dư môi chất lạnh hay hệ thống bất thường, van sẽ tự động khóa lại nhằm đảm bảo an toàn cho hệ thống lạnh.





3.4 Chẩn đoán lỗi hệ thống dựa trên dữ liệu đo lường thực tế

Khả năng phân tích dữ liệu của Digital Manifold giúp biến các con số áp suất khô khan thành các chẩn đoán kỹ thuật có giá trị. Dưới đây là bảng phân tích các lỗi hệ thống phổ biến dựa trên chỉ số đo được từ thiết bị Testo:

Hiện tượng áp suất	Chỉ số Superheat Subcooling	Chẩn đoán kỹ thuật	Hành động khắc phục
LP thấp HP thấp	Superheat cao, Subcooling thấp	Hệ thống thiếu môi chất lạnh hoặc rò rỉ	Kiểm tra rò rỉ, khắc phục và nạp bổ sung
LP cao HP cao	Superheat thấp, Subcooling cao	Hệ thống bị nạp dư môi chất lạnh	Thu hồi bớt môi chất lạnh về mức chuẩn
LP cao HP thấp	Cả hai chỉ số đều bất thường	Máy nén bị hỏng (piston/xilanh mòn, hờ van)	Kiểm tra dòng điện máy nén, thay máy nén nếu cần
LP rất thấp/ chân không	Superheat cực cao	Tắc nghẽn tại thiết bị tiết lưu (van tiết lưu/ống mao)	Vệ sinh hệ thống, thay thiết bị tiết lưu và phin lọc
HP cao	Subcooling cao, hệ thống không ổn định	Có không khí hoặc khí không ngưng trong hệ thống	Xả bỏ gas, hút chân không lại kỹ và nạp gas mới

Việc sử dụng chức năng ghi dữ liệu trên Testo Digital Manifold cho phép theo dõi các lỗi chập chờn - những lỗi chỉ xuất hiện sau khi hệ thống vận hành một thời gian hoặc khi tải lạnh thay đổi. Các dữ liệu này được hiển thị dưới dạng biểu đồ trên ứng dụng Smart App, giúp kỹ thuật viên dễ dàng nhận diện quy luật bất thường của áp suất và nhiệt độ.

4. Hệ sinh thái kỹ thuật số: Testo Smart App và quản lý dữ liệu tập trung

Giá trị thực sự của Testo Digital Manifold không chỉ nằm ở phần cứng mà còn ở khả năng kết nối và quản lý dữ liệu thông qua ứng dụng Testo Smart App.

4.1 Quản lý quy trình làm việc (Workflow Management)

Testo Smart App biến điện thoại thông minh hoặc máy tính bảng thành một trung tâm điều hành di động. Kỹ thuật viên có thể cấu hình thiết bị, lựa chọn loại môi chất lạnh (trong danh mục hơn 90 loại có sẵn và liên tục được cập nhật) và theo dõi các giá trị đo lường từ xa. Điều này cực kỳ hữu ích khi làm việc trên các hệ thống lớn, nơi dàn nóng và dàn lạnh nằm ở hai khu vực cách xa nhau.

Ứng dụng hỗ trợ ghi lại toàn bộ tiến trình làm việc dưới dạng đồ thị thời gian thực, cho phép phân tích sâu các giai đoạn khởi động, ổn định và ngắt tải của hệ thống. Các thông số như Delta T (chênh lệch nhiệt độ), Delta P (chênh lệch áp suất) được tính toán tức thì, cung cấp cái nhìn toàn diện về hiệu quả trao đổi nhiệt của hệ thống.

4.2 Số hóa báo cáo và nâng cao tính chuyên nghiệp

Trong môi trường kinh doanh hiện đại, việc minh bạch dữ liệu với khách hàng là yếu tố then chốt để xây dựng niềm tin. Thay vì các báo cáo viết tay dễ bị tẩy xóa hoặc thất lạc, Testo Smart App cho phép tạo các báo cáo kỹ thuật định dạng PDF hoặc CSV ngay tại công trường.

Báo cáo bao gồm:

- + Thông tin khách hàng và vị trí dự án.
- + Hình ảnh hiện trường và các điểm đo.
- + Bảng dữ liệu chi tiết áp suất, nhiệt độ, Superheat, Subcooling.
- + Biểu đồ xu hướng của quá trình hút chân không hoặc thử kín.
- + Chữ ký số của kỹ thuật viên và khách hàng.

Báo cáo này có thể được gửi email trực tiếp cho khách hàng hoặc văn phòng công ty ngay lập tức, rút ngắn đáng kể quy trình hành chính và nâng cao vị thế chuyên nghiệp của đơn vị dịch vụ.

5. Ứng dụng trong bối cảnh chuyển đổi môi chất lạnh và an toàn kỹ thuật

Ngành lạnh thế giới đang trải qua giai đoạn chuyển đổi sang các loại môi chất lạnh có chỉ số GWP thấp để bảo vệ tầng ozone và giảm hiệu ứng nhà kính. Nhiều môi chất mới thuộc nhóm A2L (cháy nhẹ) hoặc A3 (dễ cháy) như R32, R1234yf, và R290 (Propane).

5.1 Tương thích với môi chất lạnh thế hệ mới

Các thiết bị Testo Digital Manifold được thiết kế để tương thích hoàn toàn với các môi chất lạnh dễ cháy. Các cảm biến áp suất và cơ cấu van được chế tạo để đảm bảo độ kín tuyệt đối, giảm thiểu nguy cơ rò rỉ tia lửa điện hoặc môi chất ra môi trường.

Việc cập nhật danh mục môi chất lạnh thường xuyên thông qua ứng dụng đảm bảo rằng các tính toán nhiệt động (điểm sương, điểm bão hòa) luôn chính xác đối với các loại gas hỗn hợp có hiện tượng trượt nhiệt độ (Temperature Glide) cao như R407C hay R448A. Đây là điều mà các đồng hồ cơ truyền thống gần như không thể thực hiện chính xác do các thang đo chồng chéo và phức tạp.

5.2 Bảo trì và hiệu chuẩn thiết bị

Để duy trì độ chính xác cao nhất, Testo khuyến nghị các quy trình bảo trì thiết bị nghiêm ngặt:

- + Vệ sinh cổng cảm biến: tránh để dầu bẩn hoặc hóa chất đóng cặn trong cổng áp suất, vì điều này có thể làm sai lệch giá trị đo.
- + Kiểm tra gioăng cao su: các gioăng tại đầu dây nẹp cần được thay thế định kỳ để đảm bảo độ kín chân không.
- + Hiệu chuẩn (Zeroing): trước mỗi lần đo, kỹ thuật viên nên thực hiện chức năng "Zero" trên thiết bị để bù trừ các biến động của áp suất khí quyển địa phương, đảm bảo kết quả đo là áp suất tương đối chính xác.
- + Cập nhật Firmware: thường xuyên kết nối thiết bị với Smart App để cập nhật các thuật toán mới nhất và danh mục môi chất lạnh bổ sung.

6. Kết luận: Giá trị cốt lõi của việc số hóa trong kỹ thuật nhiệt lạnh

Việc chuyển đổi từ đồng hồ nạp môi chất lạnh cơ học sang các hệ thống Manifold kỹ thuật số của Testo không đơn thuần là một sự thay đổi về công cụ, mà là một bước tiến về tư duy quản lý kỹ thuật. Trong một hệ thống lạnh phức tạp, một sai số nhỏ trong việc tính toán Superheat hoặc Subcooling có thể dẫn đến sự gia tăng hàng nghìn kWh điện tiêu thụ mỗi năm hoặc gây ra những hỏng hóc máy nén tốn kém. Bằng cách tích hợp độ chính xác của cảm biến điện tử, sự linh hoạt của kết nối không dây, Testo đã thiết lập một tiêu chuẩn mới cho ngành HVAC&R. Những thiết bị này giúp kỹ thuật viên làm việc thông minh hơn, nhanh hơn và chính xác hơn, đồng thời mang lại cho khách hàng sự an tâm tuyệt đối thông qua những báo cáo dữ liệu minh bạch và chuyên nghiệp.

Trong tương lai, khi tiêu chuẩn đo lường cho các hệ thống lạnh ngày càng được nâng cao và trở nên phổ biến, việc sở hữu những thiết bị đo lường có khả năng kết nối và độ chính xác cao như Testo Digital Manifold sẽ là điều kiện tiên quyết đối với mọi chuyên gia trong lĩnh vực nhiệt lạnh. Đầu tư vào công nghệ kỹ thuật số chính là đầu tư cho hiệu quả vận hành bền vững và sự phát triển chuyên môn trong kỷ nguyên kỹ thuật mới.



DIGI TECHNOLOGIES

Đại diện Testo tại Việt Nam

TESTO - THIẾT BỊ CHUYÊN NGHIỆP TRONG LĨNH VỰC HVACR



Giải pháp ĐO LƯỜNG CHÍNH XÁC

Cho kỹ sư, nhà thầu và các đơn vị bảo trì điều hòa, hệ thống lạnh

**TỰ VẤN
GIẢI PHÁP
ĐO LƯỜNG**



**PHÂN PHỐI
CHÍNH HÃNG**

0909.870.350



Scan me

CÔNG TY TNHH CÔNG NGHỆ DIGI
 Tầng 4, tòa nhà Kingston Residence,
 146 Nguyễn Văn Trỗi, phường Phú Nhuận, TPHCM.

www.digivn.com |
 www.testoshop.vn |
 www.testo.vn