**PHƯƠNG PHÁP ĐO LƯU LƯỢNG**

**GIỚI THIỆU**

 Cảm biến đo lưu lượng được sử dụng nhiều trong các lĩnh vực đo đạc chất lỏng, chất khí, dùng trong các môi trường có tính chất lý hoá cao, độc hại, ngoài ra nó còn làm nhiệm vụ giám sát và điều khiển tự động trong quá trình sản xuất.

**1.1. Đại cương**

**Mục tiêu:**

 - Trình bày được khái niệm về đo lưu lượng, các đặc trưng của lưu chất và trạng thái dòng chảy

 Các cảm biến đo lưu lượng được sử dụng để đo cả chất lỏng và chất khí trong nhiều ứng dụng giám sát và điều khiển, với chất lỏng, khối lượng riêng có thể coi là hằng số nên việc đo lưu lượng nhìn chung dễ thực hiện hơn. Một số kỹ thuật hoạt động với cả chất lỏng và chất khí, một số chỉ hoạt động với dạng lưu chất xác định. Việc đo lưu lượng thường bắt đầu bằng việc đo tốc độ dòng chảy.

 \* Khái niệm chung về đo lưu lượng:

 Một trong các tham số quan trọng của quá trình công nghệ là lưu lượng các chất chảy qua ống dẫn, muốn nâng cao chất lượng sản phẩm và hiệu quả của hệ thống điều khiển tự động các quá trình công nghệ cần phải đo chính xác thể tích và lưu lượng các chất. Môi trường đo khác nhau được đặc trưng bằng tính chất lý hoá và các yêu cầu công nghệ do đó ta có nhiều phương pháp đo dựa trên những nguyên lý khác nhau, số lượng vật chất được xác định bằng khối lượng và thể tích của nó tương ứng với các đơn vị đo (kg, tấn) hay đơn vị đo thể tích (m3, lít), lưu lượng vật chất là số lượng chất ấy chảy qua tiết diện ngang của ống dẫn trong một đơn vị thời gian.

* + Lưu lượng thể tích : Q (m3/s; m3/giờ ...vv.)
	+ Lưu lượng khối : G (kg/s; kg/giờ; tấn/giờ ...vv.

 Cần phải phân biệt sự khác nhau giữa lưu lượng tức thời và lưu lượng trung bình :

 - Lưu lượng trung bình trong khoảng thời gian  được xác định theo biểu thức :

 *(3-1)* hoặc  *(1-2)*

Trong đó :  - là thể tích và khối lượng chất lưu chảy qua ống trong thời gian khảo sát

 - Lưu lượng tức thời được xác định theo công thức:

 *(1-3)* hoặc  *(1-4)*

 Đối với chất khí, để kết quả đo không phụ thuộc vào điều kiện áp suất, nhiệt độ, ta quy đổi về điều kiện chuẩn (nhiệt độ 2000C, áp suất 760 mm thuỷ ngân).

 \* Đặc trưng của lưu chất:

 Mỗi lưu chất được đặc trưng bởi những yếu tố sau:

 - Khối lượng riêng: là khối lượng của 1 đơn vị thể tích lưu chất

 (kg/m3) *(1-5)*

Trong đó m là khối lượng của lưu chất, V là thể tích của khối lưu chất

 - Hệ số nhớt động lực và hệ số nhớt động học:

 Tính nhớt: là tính chống lại sự dịch chuyển, nó biểu hiện sức dính phân tử hay khả năng lưu động của lưu chất, đây là một tính chất quan trọng của lưu chất vì nó là nguyên nhân cơ bản gây ra sự tổn thất năng lượng khi lưu chất chuyển động, giữa chúng có sự chuyển động tương đối, nảy sinh ma sát tạo nên sự biến đổi một phần cơ năng thành nhiệt năng và mất đi, tính nhớt được đặc trưng bởi tính nhớt động lực, hệ số này phụ thuộc vào từng loại lưu chất.

 Có nhiều cách để đo độ nhớt, cách thức đơn giản thường được các phòng thí nghiệm ở các trường đại học sử dụng để chứng minh sự tồn tại độ nhớt và xác định giá trị là: Cho một quả càu rơi trong chất lỏng dưới tác dụng của trọng lực, đo khoảng cách (d) và thời gian (t) quả cầu rơi, tính vận tốc u.

Hệ số nhớt động lực sẽ tính theo phương trình sau:

 *(1-6)*

Trong đó :  - hệ số nhớt động lực (Pa.s) (1 Pa.s = 1 N.s/m2 = 103 cP (centiPoise) = 10 P (Poise))

g - là gia tốc trọng trường = 9,81 m/s2

 r - là bán kính quả cầu (m)

 u - là vận tốc rơi của quả cầu: u = d/t (m/s)

 Để nhấn mạnh mối quan hệ giữa tính nhớt và khối lượng riêng của lưu chất người ta đưa ra hệ số nhớt động học :

 *(1-7)*

Trong đó :  - hệ số nhớt động học (stoke) (1 stoke = 10-4 m2/s)

  - hệ số nhớt động lực (Pa.s)

  - khối lượng riêng của lưu chất (kg/m3)

 - Trị số Reynold (Re): Tất cả các yếu tố đã kể trên đều có ảnh hưởng đến dòng chảy của lưu chất trong ống dẫn, người ta kết hợp chúng với nhau tạo ra 1 đại lượng duy nhất thể hiện đặc trưng của lưu chất là số Reynolds thường được kí hiệu là *Re* và được tính theo công thức:

 *(1-8)*

Trong đó : ρ - là khối lượng riêng của chất lưu ([kg](http://vi.wikipedia.org/wiki/Kilogram)/[*m*3](http://vi.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9t_kh%E1%BB%91i))

 u - là vận tốc đặc trưng của dòng chảy (m/s)

 l - là quy mô tuyến tính (độ dài) đặc trưng của dòng chảy (m)

 μ - là độ nhớt động lực học của môi trường (Pa.s)

 ν - là độ nhớt động học của môi trường (stoke)

 \* Trạng thái dòng chảy:

 Nếu bỏ đi ảnh hưởng của độ nhớt và sự ma sát với thành ống dẫn thì vận tốc dòng chảy sẽ như nhau ở mọi vị trí trên mặt cắt ngang của ống dẫn (hình 1.1)

 Tuy nhiên đó chỉ là trường hợp lý tưởng, trong thực tế độ nhớt ảnh hưởng đến tốc độ dòng chảy, cùng với sự ma sát của ống dẫn làm giảm vận tốc của lưu chất ở vị trí gần thành ống (hình 1.2)



 *Hình 1.1 Vận tốc dòng chảy Hình 1.2 Vận tốc dòng chảy với*

 *(trường hợp lý tưởng) ảnh hưởng của tính nhớt và lực ma sát*



 *Hình 1.3 Vận tốc dòng chảy với Hình 1.4 Vận tốc dòng chảy với*

 * *

 Với trị số Reynold nhỏ (**), chất chuyển động thành lớp (chảy tầng). Tất cả các chuyển động xuất hiện theo dọc trục của ống dẫn, dưới ảnh hưởng của tính nhớt và lực ma sát với thành ống dẫn, tốc độ lưu chất lớn nhất ở vị trí trung tâm ống dẫn (hình 1.3).

 Khi tốc độ tăng và trị số Reynold vượt quá 2.300, dòng chảy tăng dần hỗn loạn với càng lúc càng nhiều các dòng xoáy (trạng thái quá độ) (hình 1.4). Với Re từ 10.000 trở lên, dòng chảy hoàn toàn hỗn loạn (trạng thái chảy rối).

 Các khí (ở trạng thái bão hoà) và hầu hết các chất lỏng thường được vận chuyển bằng ống dẫn ở trạng thái dòng chảy rối.

**1.2. Phương pháp đo lưu lượng theo nguyên tắc chênh lệch áp suất**

**Mục tiêu:**

 - Trình bày được phương pháp đo lưu lượng theo nguyên tắc chênh lệch áp suất

 Để dùng cảm biến áp suất đo lưu lượng, người ta đo sự chênh lệch áp suất (hiệu áp) giữa 2 vị trí ống có tiết diện dòng chảy khác nhau, các lưu lượng kế đo dựa trên hiệu áp (differential pressure flowmeter) được sử dụng rất phổ biến, đặc biệt là dùng với các chất lỏng, các thiết bị này cũng như hầu hết các lưu lượng kế khác gồm 2 thành phần cơ bản:

 - Thành phần 1: Là nguyên nhân gây lên sự thay đổi trong năng lượng động học, tạo nên sự thay đổi áp suất trong ống, thành phần này phải phù hợp với kích thước của đường ống, điều kiện dòng chảy, tính chất của lưu chất

 - Thành phần 2: Đo sự chênh lệch áp và tín hiệu đầu ra được chuyển đổi thành giá trị lưu lượng

 \* Định nghĩa áp suất: là lực tác dụng trên một đơn vị diện tích

p = F/S *(1-9)*

Trong đó: p – áp suất

 F – lực tác dụng (N)

 S – diện tích chịu tác dụng (m2)

 Đơn vị áp suất : Pascal (Pa) (1 Pa = 1 N/m2 )

Ngoài ra còn sử dụng các đơn vị khác : bar , at , mmHg , ….

 \* Bộ phận tạo nên sự chênh lệch áp suất :

 Dù hiện nay đã có nhiều phương pháp đo lưu lượng được phát triển, song phương pháp đo lưu lượng bằng ống co vẫn được ứng dụng rất rộng rãi trong công nghiệp và các lĩnh vực khác, ống co dùng để tạo sự chênh lệch áp suất giữa vị trí ống chưa co và ống đã co, nên ống co phải dùng các linh kiện cơ học rất bền bỉ, cấu trúc đơn giản và không có các phần tử di động để chịu được những điều kiện vô cùng khắc nghiệt trong công nghiệp. Phương pháp đo sử dụng Pitottube cũng dựa trên sự chênh lệch áp suất nhưng không tạo sự co trực tiếp trên dòng chảy

 \* Ống co Venturi:

 Nguyên tắc: Phương pháp đo lưu lượng bằng ống co dựa trên định luật liên tục và phương trình năng lượng của Bernoulli

 Phương trình liên tục :  hay  *(1-10)*

Phương trình Bernoulli:

* hay  (1-11)*

 Áp dụng cho ống co Venturi:  *(1-12)*

 Trong đó: A1 - là diện tích trước co

A2 - là diện tích ở vị trí co

u1 - là vận tốc trước vị trí co

u2 - là vận tốc ở vị trí co

p1 - là áp suất trước vị trí co

P2 - là áp suất ở vị trí co

 ρ - là khối lượng riêng

h1 - là độ cao ở vị trí trước co

h2 - là độ cao ở vị trí sau co

 Ở nơi ống có diện tích bị thu nhỏ, vận tốc dòng chảy gia tăng, với phương trình năng lượng của Bernoulli, năng lượng của dòng chảy là tổng năng lượng áp suất tĩnh và động năng (vận tốc) là một hằng số



*Hình 1.5 Ống Venturi*

 *(1-13)*

 *(1-14)*

Đặt  *(1-15)* gọi là hằng số dòng chảy,

ta có :  *(1-16)*

Từ đó ta có lưu lượng tính theo thể tích và khối lượng như sau:

 *(1-17)*

 *(1-18)*

Trong đó :  và  *(1-19)*

Như vậy lưu lượng tỉ lệ với căn bậc 2 của hiệu áp khi khối lượng riêng là hằng số

 \* Oriffice plate: Oriffice plate (hình 1.7) là một trong các cách thức đơn giản nhất và kinh tế nhất để tác động đến dòng chảy, để từ đó có thể tính được lưu lượng. Tấm “Oriffice” được đặt trong dòng chảy quá trình giữa hai mặt bích nằm trên các ống nằm ngang hay thẳng đứng. Dòng chảy sẽ bị giới hạn khi đi qua tấm “Oriffice” có lỗ hở 1,345 inch (bề dày khoảng 1/16 đến 1/4 inch)

 Thường có 3 loại Oriffice plate đó là Concentric (đồng tâm); Eccentric (lệch tâm); Segmental (hình cung) như hình vẽ 3.6



 Concentric Eccentric Segmental

*Hình 1.6: Các dạng ống co Oriffice plate*



*Hình 1.7 Tấm “Oriffice”*

 **\*** Cảm biến áp suất kiểu điện trở áp điện:

 - Cảm biến áp suất kiểu điện trở:

 Cảm biến áp suất kiểu điện trở có cấu tạo gồm 1 strain gauge được dán cố định trên màng mỏng (phân cách phần áp suất cao và phần áp suất thấp) biến dạng như hình hình 1.8. Khi áp suất chất lưu tác động lên cảm biến ở phần áp suất cao, màng phân cách bị biến dạng làm cho Strain gauge bị biến dạng theo. Khi strain gauge bị biến dạng, điện trở của nó sẽ thay đổi.



*Hình 1.8 Cấu tạo và một số hình dạng của cảm biến áp suất kiểu điện trở*

Mạch đo:



*Hình 1.9 Mạch đo dùng cảm biến áp suất kiểu biến trở*

 - Cảm biến áp suất kiểu áp điện:



*Hình 1.10 Cấu tạo và hình dạng cảm biến áp suất kiểu áp điện*

 Trong cấu tạo của cảm biến, phần tử nhạy cảm chính là các chất áp điện như: các tinh thể thạch anh, Titan, Bari …. Khi áp suất của chất lưu tác động lên cảm biến sẽ làm các tinh thể áp điện bị biến dạng (bị nén) thì trên bề mặt của chất áp điện sẽ xuất hiện điện tích Q phụ thuộc vào áp suất nén.

Q = K.P *(1-20)*

 Với K là hệ số phụ thuộc vào kích thước và bản chất của chất áp điện.

***Nguyễn Thanh Thủy - XTH***