

KỸ THUẬT ĐO ĐỘ NHỚT

Từ những năm 1820, nhà vật lý học người Pháp Jean Poiseuille đã tiến hành các thí nghiệm liên quan đến dòng chảy của máu qua các ống thủy tinh nhỏ. Poiseuille phát hiện ra rằng các loại máu khác nhau chảy với tốc độ khác nhau qua các ống thủy tinh với cùng một lực. Điều này khiến ông kết luận rằng các chất lỏng khác nhau có ma sát bên trong phải được khắc phục bằng ngoại lực để có thể chảy được.

Cũng trong khoảng thời gian Poise thực hiện các thí nghiệm của mình, một người Ireland tên là George Stokes thực hiện thả các hạt vào chất lỏng và đo xem chúng rơi xuống đáy nhanh như thế nào. Ông phát hiện ra rằng cùng một hạt chìm với tốc độ khác nhau trong các chất lỏng khác nhau.

Stokes phỏng đoán rằng có một số loại ma sát bên trong chất lỏng gây ra các tốc độ rơi khác nhau. Ông đã thử nghiệm lý thuyết này bằng cách cho chất lỏng vào một ống thủy tinh và đo xem mất bao lâu để chất lỏng chảy được một quãng đường nhất định. Những thử nghiệm này dẫn đến định luật Stokes và một hình thức đo độ nhớt khác, phép đo độ nhớt này được gọi là độ nhớt động học.

Việc phát minh ra thuật ngữ “phương tiện đo độ nhớt” được cho là của Charles Dollfuss, một nhà công nghiệp trong lĩnh vực dệt may vào thời điểm diễn ra cuộc cách mạng công nghiệp đầu tiên. Năm 1831, ông đã mô tả một thiết bị đo lường so sánh chỉ số chất lỏng (liquidity index) của thuốc nhuộm dệt. Đó là một thùng chứa bị thủng ở đáy, được đổ đầy và qua đó chất lỏng được phép chảy qua trọng lực. Phép đo thời gian chảy qua được chuyển thành chỉ số chất lỏng (liquidity index).

Những năm 1890 xuất hiện nhớt kế dòng chảy, sử dụng cho ngành công nghiệp dầu nhờn và dầu mỏ, theo nguyên tắc giống như thiết bị Dollfuss: phép đo thời gian chảy của một sản phẩm chảy theo trọng lực.

Mỗi quốc gia công nghiệp đều chứng kiến sự ra đời máy đo độ nhớt của mình: Saybolt ở Mỹ, Engler ở Đức, Rochwood ở Anh hay Barbey ở Pháp. Mỗi thiết bị có đơn vị đo lường riêng: giây Saybolt, độ Engler, v.v. .

Vào những năm 1840, Stoke đã phát triển một loại thiết bị khác (falling ball viscometer) liên quan đến sự rơi của một quả bóng trong chất lỏng, cho phép ông mô hình hóa các lực ma sát tác dụng lên một vật thể hình cầu trong chất lỏng. Các công thức của Stokes như của Hagen-Poiseuille phát huy mối quan hệ giữa độ nhớt tuyệt đối và tỷ trọng, được gọi là độ nhớt động học - cũng được sử dụng để định tính loại độ nhớt được đo trong cốc đo độ nhớt hoặc nhớt kế dòng chảy.

Trong những năm 1880-1890, trong khi ngành công nghiệp dầu mỏ, chất bôi trơn và thuốc nhuộm được trang bị phương tiện đo độ nhớt ống mao quản hoặc dòng chảy để kiểm soát vật liệu, các nhà khoa học vẫn tiếp tục cải tiến phương tiện nghiên cứu của họ, đặc biệt là để đạt được độ chính xác trong phép đo độ nhớt của nước và trải nghiệm các định luật cơ học chất lỏng. Các thiết bị khác nhau dựa trên dòng chảy giữa hai hình trụ đồng tâm sẽ được phát triển độc lập bởi một số người tiên phong (Mallock, Schwedoff, Perry và Couette). Hậu thế sẽ bảo tồn tên của máy đo độ nhớt Quilt.

Không giống như các thiết bị hiện có, nhớt kế kiểu xi lanh đồng tâm cho phép kiểm soát (thông qua một trong các xi lanh) ứng suất tác động lên chất lỏng, cả về cường độ và thời lượng của nó, đồng thời định lượng chất lỏng thông qua xi lanh kia.

Schwedoff sẽ kết luận ngay từ năm 1889 từ công trình của ông về dung dịch keo gelatin rằng “độ nhớt không phải là hằng số, như người ta thường tin: nó phụ thuộc vào tốc độ cắt” và biết rằng độ nhớt tuyệt đối phụ thuộc vào nhiệt độ; nó có thể phụ thuộc vào các điều kiện thực hiện chất lỏng.

Một thế hệ máy đo độ nhớt quay (Searle, Stormer, Mac Michael) đã được công nghiệp hóa vào những năm 1910. Các hệ thống trọng lượng cho phép áp đặt một giới hạn có thể điều chỉnh đối với chất lỏng trên một trong các xi lanh và xác định tốc độ trượt thu được bằng cách đo tốc độ quay của xi lanh. Trên nguyên tắc này, nhưng với hình dạng đơn giản hóa, máy đo độ nhớt của Donald Brookfield ra mắt vào năm 1934. Tất cả các thiết bị này sẽ dần được hiện đại hóa trong quá trình tiên bộ công nghệ trong kỹ thuật điện, điện tử, công nghệ kỹ thuật số, nhưng các nguyên tắc đo lường sẽ vẫn được giữ nguyên giống nhau.

Vào những năm 1970, một thế hệ thiết bị thương mại mới xuất hiện, với các công ty như Rheometrics hoặc Bohlin: máy đo lưu biến (rheometer), không chỉ có khả năng đo các đặc tính độ nhớt mà còn cả các đặc tính nhớt đàn hồi. Kể từ đó, các nguyên tắc đo lưu biến khác đã được phát triển, bao gồm máy đo lưu biến quang học, siêu âm, kéo sợi, mở rộng, các kỹ thuật kết hợp phép đo lưu biến với các nguyên tắc đo lường khác (kính hiển vi, quang phổ Raman, v.v.).

Tổng quan lịch sử này, rõ ràng là không đầy đủ, thoát nhìn có vẻ như minh họa cho bước tiến không ngừng của sự tiên bộ, với các kỹ thuật, khái niệm khoa học và kiến thức của nó không ngừng được cải thiện. Các kỹ thuật thu được từ nghiên cứu dẫn đến các giải pháp thương mại, được ngành công nghiệp tích hợp, tiêu chuẩn hóa một số trong số chúng, trong khi các kỹ thuật khác được phát triển, v.v.

Tất cả các dòng thiết bị chính được đề cập vẫn tồn tại trên thị trường và vẫn được sử dụng (nguyên tắc của kỹ thuật phổ biến nhất, máy đo độ nhớt Brookfield, có từ những năm 1930; cốc đo độ nhớt được "phát minh lại" vào những năm 1950). Phần lớn phải tuân theo các tiêu chuẩn được cập nhật thường xuyên. Tên khoa học lịch sử liên quan đến các kỹ thuật này vẫn đang được sử dụng.

Độ nhớt rất quan trọng đối với nhiều loại sản phẩm; không có độ nhớt phù hợp, chúng ta có nguy cơ lãng phí sản phẩm.

Nghiên cứu về độ nhớt cho phép phân biệt giữa các chất lỏng và nó có một số ứng dụng trong lĩnh vực sản xuất, các công ty thương mại sử dụng độ nhớt để có các sản phẩm có đặc tính chính xác đạt được mục tiêu thương mại của họ. Giữ vật liệu ở độ nhớt phù hợp đòi hỏi phải tính toán đúng và quản lý các điều kiện bảo quản, chẳng hạn như nhiệt độ. Độ nhớt là một đặc tính được sử dụng để đo lưu lượng của chất lỏng. Cơ học Newton đưa ra một số phương pháp để tính toán độ nhớt này và có thể đưa ra các giá trị chính xác.

Bước đột phá của Pouiseuille đã mở đường cho sự phát triển của y học hiện đại khi đo độ nhớt trở thành một khía cạnh quan trọng của nhiều ngành công nghiệp – bao gồm dược phẩm sinh học, mực, thực phẩm và dầu. Đo độ nhớt bắt đầu kết hợp các ứng dụng khác nhau khi các khái niệm bắt đầu tính đến những thay đổi trong các mẫu phụ thuộc vào tốc độ cắt.

Trong ma sát học và nghiên cứu về bôi trơn, độ nhớt thường được coi là đặc tính quan trọng nhất của dầu gốc. Tại sao độ nhớt rất quan trọng trong việc bôi trơn máy móc? Vì độ nhớt quá thấp sẽ cho phép tiếp xúc giữa các bề mặt giữa các bộ phận bên trong chuyển động tạo ra mài mòn. Mặt khác, độ nhớt quá cao sẽ buộc máy phải làm việc nhiều hơn để vượt qua lực cản bên trong của chất bôi trơn đối với dòng chảy. Vì lý do này, điều quan trọng là phải hiểu không chỉ độ nhớt của dầu gốc mà còn hiểu nó có thể thay đổi như thế nào do các điều kiện môi trường hoặc hoạt động không ổn định.

Độ nhớt của chất lỏng cũng rất quan trọng trong việc tính toán các yêu cầu về năng lượng cho các hoạt động của thiết bị như trộn, thiết kế đường ống, đặc tính của máy bơm, nguyên tử hóa (giọt chất lỏng), lưu trữ, phun và vận chuyển.

Từ tầm quan trọng và ứng dụng của phép đo độ nhớt, tài liệu “Kỹ thuật đo độ nhớt” được biên soạn giúp người sử dụng phương tiện đo độ nhớt một số kiến thức về các khái niệm cơ bản về kỹ thuật đo lường, cấu tạo và nguyên lý vận hành của một số phương tiện đo độ nhớt thông dụng đang được sử dụng rộng rãi. Nội dung chính giới thiệu về đại lượng, đơn vị đo, những khái niệm cơ bản cũng như

ứng dụng của phép đo độ nhớt, cấu tạo và nguyên lý hoạt động, bảo trì và bảo quản đối với phương tiện đo độ nhớt thông dụng và được sử dụng phổ biến nhất.

Tài liệu được biên soạn dựa trên quá trình nghiên cứu, xây dựng, duy trì hệ thống chuẩn đo lường về lĩnh vực đo Hóa lý và các tài liệu tham khảo liên quan đến lĩnh vực đo độ nhớt của các hãng sản xuất, các đồng nghiệp hoạt động trong lĩnh vực đo lường trong nước và nước ngoài. Tài liệu có thể sử dụng làm tài liệu giảng dạy và học tập trong các lớp đào tạo chuyên môn về hiệu chuẩn, kiểm định, đo thử nghiệm cũng như làm tài liệu tham khảo cho các cán bộ cần tìm hiểu về lĩnh vực đo độ nhớt.

Nội dung của tài liệu bao gồm các mục chính sau:

Chương 1: Tổng quan về lĩnh vực đo độ nhớt

1.1 Khái quát về quá trình phát triển của lĩnh vực đo độ nhớt

Trình bày khái quát về định nghĩa và quá trình phát minh, phát triển thang đo độ nhớt.

1.2 Đại lượng và đơn vị đo độ nhớt

Giới thiệu độ nhớt là gì. Thế nào là độ nhớt động lực và độ nhớt động học.

1.3 Tầm quan trọng và Ứng dụng của phép đo độ nhớt

Giới thiệu tầm quan trọng, ý nghĩa và ứng dụng của phép đo độ nhớt sử dụng trong các lĩnh vực của cuộc sống.

1.4 Phương pháp đo độ nhớt

Giới thiệu về các phương pháp sử dụng để tiến hành đo, xác định giá trị độ nhớt của chất lỏng:

- Phương pháp mao quản trọng lượng (Gravimetric Capillaries) và cốc dòng chảy (Flow cups);

- Phương pháp đo độ nhớt quay;

- Phương pháp bi rơi.

Chương 2: Các phương tiện đo độ nhớt

- Giới thiệu về cấu tạo cũng như nguyên lý hoạt động đối với phương tiện đo độ nhớt đặc trưng nhất và phổ biến nhất hiện nay, được sử dụng trong đo lường độ nhớt đối với môi trường chất lỏng

- Mô tả chung và Phân loại phương tiện đo độ nhớt:

+ Nhớt kế mao quản (Capillary viscometer)

Trình bày về Cấu tạo, nguyên lý hoạt động và đặc trưng đo lường cơ bản của các nhớt kế sử dụng theo phương pháp mao quản: bao gồm nhớt kế Ubbelohde, cannon, bán vi lượng, pinkevich,

+ Cốc đo độ nhớt (Orifice viscometers)

Trình bày về Cấu tạo, nguyên lý hoạt động và đặc trưng đo lường cơ bản của các cốc đo độ nhớt phổ biến hay sử dụng như: Forrd, Zahn, shell,

- Máy đo độ nhớt quay (Rotational viscometers)

Trình bày về Cấu tạo, nguyên lý hoạt động của PTĐ đo độ nhớt thuộc loại này.

- Máy đo độ nhớt bi rơi (Falling ball viscometer)

Trình bày về Cấu tạo, nguyên lý hoạt động của PTĐ đo độ nhớt thuộc loại này.

Chương 3: Chuẩn đo lường và liên kết chuẩn (phương pháp dẫn xuất chuẩn) về lĩnh vực đo độ nhớt;

Chương này trình bày về sơ đồ liên kết và chuẩn đo lường

3.1 Sơ đồ liên kết chuẩn

Chương này sẽ giới thiệu về sơ đồ liên kết chuẩn cũng như các kỹ thuật và công cụ được sử dụng để thiết lập liên kết chuẩn đo lường đối với các phép đo độ nhớt, cũng như cách xác định khả năng đo lường hiệu chuẩn của hệ thống chuẩn độ nhớt.

3.2 Chuẩn độ nhớt

Giới thiệu về chuẩn đầu, chuẩn thứ và chuẩn công tác và giới thiệu Chuẩn quốc gia về độ nhớt đang được duy trì tại Việt Nam.

Chương 4: Hiệu chuẩn phương tiện đo độ nhớt

Trình bày về khái niệm và yêu cầu cũng như nội dung công việc đối với việc hiệu chuẩn phương tiện đo độ nhớt.

Tài liệu kỹ thuật này được biên soạn sẽ giúp các đơn vị, tổ chức, doanh nghiệp hoạt động trong lĩnh vực đo lường hóa lý có một bộ tài liệu tham khảo, hướng dẫn về phương pháp, kỹ thuật đo độ nhớt chi tiết bằng tiếng Việt, phù hợp với các tài liệu quốc tế hiện hành, giúp thuận tiện cho việc tra cứu.

Phép đo độ nhớt ngày càng được sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu và sản xuất. Nó đóng một vai trò quan trọng trong việc kiểm soát chất lượng và các giai đoạn nghiên cứu và phát triển khác nhau trong phòng thí nghiệm, quy trình và môi trường nghiên cứu cũng như một loạt các ngành công nghiệp và ứng dụng

bao gồm Thực phẩm, Hóa chất, Dược phẩm, Hóa dầu, Mỹ phẩm, Sơn, Mực, Lốp phủ, Dầu và Ô tô.

Nhóm biên soạn hy vọng rằng bộ tài liệu này sẽ mang đến cho độc giả một số kiến thức về kỹ thuật đo lường, cấu tạo, nguyên lý vận hành và ứng dụng của một số phương tiện đo độ nhớt thông dụng đang được sử dụng rộng rãi và phổ biến nhất. Tài liệu này cũng có thể được sử dụng làm tài liệu tham khảo, giảng dạy trong các lớp đào tạo chuyên môn về hiệu chuẩn, kiểm định, đo thử nghiệm về lĩnh vực đo độ nhớt.

Hà Nội, tháng 3/2024

Phòng đo lường Hóa lý – Mẫu chuẩn, Viện Đo lường Việt Nam

Phạm Anh Tuấn, Nguyễn Trường Chinh và cộng sự

(Lưu ý: Nếu Quý độc giả quan tâm bản đầy đủ tài liệu kỹ thuật đo xin liên hệ theo số điện thoại 0913562133)