

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC
BÁCH KHOA ĐÀ NẴNG**



CÔNG NGHỆ SỢI HOÁ HỌC

ĐÀ NẴNG 2006

Giáo trình môn công nghệ sợi hoá học

MỤC ĐÍCH MÔN HỌC:

Nghiên cứu những lý thuyết về: Đặc điểm, tính chất của nguyên liệu tạo sợi; các đặc trưng cơ bản của sợi hóa học; các phương pháp tạo sợi. Lý thuyết về đặc điểm, tính chất và công nghệ sản xuất các loại sợi hóa học điển hình như : sợi vitxco, sợi axetat, sợi polyamit6, sợi polyamit66, sợi polyeste, sợi clorophip, sợi acrylonitryl.

Chương 1

MỞ ĐẦU

1.1. Lịch sử phát triển của sợi hóa học

Từ thời thượng cổ, con người đã biết dùng vỏ cây, da thú... để che thân. Cùng với sự phát triển về trí tuệ của con người, xã hội cũng dần văn minh hơn thì vấn đề mặc của con người ngày càng được chú trọng. Lúc này con người đã phát hiện các loại cây có sợi, để từ đó đã khai thác chế tạo thành vải sợi, tuy còn thô sơ nhưng hồi đó đã thỏa mãn được nhu cầu mặc không cao lắm của họ. Do vậy, mà từ chỗ chỉ mọc hoang dại trong thiên nhiên các loại cây có sợi đã được thuần hóa và trồng trọt có tổ chức như đay, gai, đừn dại... và cuối cùng là bông. Chúng đã trở thành những nguyên liệu quan trọng để đáp ứng nhu cầu mặc được xếp là quan trọng thứ hai sau nhu cầu ăn của con người. Tiến lên một bước nữa con người đã biết nuôi cừ, lạc đà, thỏ... để cắt lông làm len, biết nuôi tằm để lấy kén kéo sợi dệt thành những tấm vải lụa mềm mại, bóng mượt. Như vậy, trong một thời gian rất dài thiên nhiên là nguồn nguyên liệu duy nhất giải quyết nhu cầu mặc cho con người. Thế nhưng, nếu chỉ dựa vào nguồn nguyên liệu này thì không thể đáp ứng và theo kịp sự phát triển của xã hội cả về số lượng và chất lượng. Đồng thời nguồn nguyên liệu này lại phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố khách quan: thời tiết, khí hậu, đất đai, thổ nhưỡng, giống... nên rất bị động và không đáp ứng cho tất cả các vùng miền, địa phương. Một bất lợi nữa của nguồn nguyên liệu thiên nhiên là tiêu tốn quá nhiều nguyên liệu để sản xuất ra vải, ví dụ để sản xuất 1000 bộ quần áo bằng vải bông cần toàn bộ số bông thu hoạch trên 1 hecta; 1000 chiếc áo len từ lông cừu cần số lông của một đàn khoảng trên 50 con thu hoạch trong 1 năm... Do vậy để đáp ứng về số lượng cho cả thế giới ngày càng tăng đến nay đã hơn 6 tỷ dân thì phải trồng bao nhiêu bông, nuôi bao cừu thì đủ đây? Bên

cạnh đó với mức sống tăng không ngừng của xã hội, dẫn đến nhu cầu mặc còn đòi hỏi cao hơn, phức tạp hơn: bền, đẹp, duyên dáng, tiện dụng (dễ giặt, mau khô, không nhàu khi giặt gấp...).

Tất cả những nguyên nhân đó đã thôi thúc các nhà khoa học phải nghiên cứu, tìm kiếm những loại nguyên liệu mới khắc phục được các khuyết điểm của nguyên liệu thiên nhiên và đáp ứng được các yêu cầu của con người. Cũng từ đó lần lượt các loại sợi hóa học ra đời với sự tiến triển và thăng trầm theo từng thời kỳ. Có thể nói rằng sự xuất hiện của sợi hóa học là loại sợi tạo ra từ các hợp chất cao phân tử thiên nhiên (xenlulozaza, protein) và các hợp chất cao phân tử tổng hợp (polyamit 6, polyamit66, polyeste, polyacrylonitryl... đã đánh dấu một giai đoạn mới mẻ và cực kỳ quan trọng, đóng góp ngày càng to lớn và hiệu quả, phát huy tác dụng một cách kịp thời khi xã hội loài người đang lâm vào một cuộc khủng hoảng trầm trọng trong việc giải quyết vấn đề ăn mặc. Từ chỗ chỉ để bổ sung vào lượng thiếu hụt của sợi thiên nhiên, sợi hóa học ngày càng trở thành loại vật liệu "không thể thay thế được" trong may mặc cũng như trong các ngành kỹ thuật khác.

Chính vì vậy mà công nghiệp sản xuất sợi hóa học là một ngành công nghiệp nằm trong cơ cấu của nền công nghiệp bất cứ nước nào, một ngành có vai trò to lớn và đang được phát triển mạnh mẽ.

1.2. Phân loại sợi dệt

Nguồn nguyên liệu của công nghiệp dệt hiện nay rất phong phú, bao gồm không chỉ sợi có sẵn trong thiên nhiên có trong thành phần của một số bộ phận của thực vật (lá, thân cây...) mà còn gồm các loại sợi được con người chế tạo từ các loại nguyên liệu tổng hợp như polyme thiên nhiên (xenlulozaza, protein...), polyme tổng hợp (polyamit, polyeste, PVC...). Dựa vào nguồn gốc nguyên liệu ban đầu để sản xuất sợi người ta chia sợi dệt ra làm 2 nhóm chính là sợi thiên nhiên và sợi hóa học. Sợi hóa học lại chia thành 2 nhóm chính: sợi nhân tạo và sợi tổng hợp.

1.2.1. Sợi thiên nhiên

Sợi thiên nhiên là sợi mà loài người biết từ lâu, chúng có thể đã có sẵn ở dạng xơ, sợi như: xơ bông, len, tơ tằm... hoặc nằm lẫn với các tạp chất khác trong vỏ cây,

thân cây, lá cây như sợi, lanh, sợi đay, gai, dừa dại... Theo thành phần hóa học sợi thiên nhiên được chia làm 2 nhóm:

+ Sợi thực vật

+ Sợi động vật

Sợi thực vật được cấu tạo chủ yếu từ xenluloza. Trong đó bao gồm bông là loại xơ đầu tiên mà loài người biết đến và sử dụng nó vào công nghiệp dệt, cho đến nay nó vẫn chiếm tỷ lệ khá lớn (52-60%) so với tổng số các loại xơ sợi dùng trong công nghiệp dệt. Sau bông là sợi libe (hay còn gọi là sợi cứng) được tách ra từ một số bộ phận của cây như vỏ, thân (đau, gai, lanh...), lá cây (dừa, dừa dại...). Loại sợi này nằm dưới dạng xen kẽ với các tạp chất thực vật khác như lignin, pectin, tectin, protein..., vì vậy để tách riêng chúng ra người ta phải dùng kết hợp quá trình gia công cơ học, sinh học, hóa học...

Sợi động vật thiên nhiên gồm có len, tơ tằm. Len thu được chủ yếu từ lông cừu, một phần từ lông dê, lông lạc đà, lông vịt. Hiện nay len vẫn chiếm 6-9% so với tổng số các loại xơ sợi dùng trong công nghiệp dệt thế giới. Tơ tằm tuy vẫn còn được duy trì ở một vài nước, trong đó có nước ta, nhưng giá thành sản xuất cao, nên hiện nay nó chỉ chiếm khoảng 0,2% tổng số các loại xơ sợi dùng trong công nghiệp dệt thế giới.

1.2.2. Sợi hóa học

Sợi hóa học là loại sợi không có sẵn trong thiên nhiên và do con người chế tạo bằng các quá trình vật lý, cơ học và hóa học. Dựa vào nguồn gốc của nguyên liệu chế tạo sợi mà chúng được chia làm 2 nhóm: sợi nhân tạo và sợi tổng hợp.

Sợi nhân tạo là loại sợi được sản xuất từ các hợp chất cao phân tử sẵn có trong thiên nhiên, được tách ra khỏi hỗn hợp nguyên liệu thô ban đầu bằng các quá trình vật lý, hóa học, chuyển dạng rồi tái sinh lại dạng ban đầu hoặc được biến tính thích hợp để gia công dễ dàng hoặc để tạo ra một số tính chất mới cho sản phẩm. Các hợp chất cao phân tử thiên nhiên sử dụng để chế tạo sợi chủ yếu là: xenluloza (gỗ, tre, nứa...) và protein động thực vật (sữa, ngô, lạc, đậu nành...). Trong số các sợi nhân tạo đi từ xenluloza có các loại: sợi vitxco, sợi polino, sợi axetat, sợi triaxetat, sợi đồng-amoniac, sợi nitratxenluloza... còn sợi đi từ protein có các loại: sợi casein (đi từ sữa),

sợi acdin (lạc), sợi zein (ngô)... Song vì nguyên liệu để sản xuất sợi nhân tạo từ protein là các thực phẩm quý nên hiện nay hầu như không sản xuất nữa.

Sợi tổng hợp là loại sợi được sản xuất từ các hợp chất cao phân tử tổng hợp. Nguyên liệu ban đầu để tổng hợp chúng là những đơn phân tử (monome) thu được trong công nghiệp luyện than cốc, chế biến dầu mỏ, khí thiên nhiên. Theo cấu tạo hóa học của nguyên liệu tạo sợi, sợi tổng hợp cũng được chia làm 2 nhóm: sợi mạch dị thể và sợi mạch cacbon.

Sợi mạch dị thể là loại sợi trong mạch chính của mạch đại phân tử của nó ngoài nguyên tử cacbon ra còn chứa các nguyên tố khác như oxy, nitơ... Nhóm này gồm các loại như: sợi polyamit6, polyamit66, sợi polyeste.

Sợi mạch cacbon là loại sợi trong mạch chính mạch đại phân tử chỉ có nguyên tử cacbon. Tiêu biểu của nhóm này là sợi nitron, vinilon, oclon, clorin-teflon, sợi polypropylen, polyetylen...

Có thể biểu diễn phân loại sợi dệt trên sơ đồ 1.1.

Chương 2 ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN CỦA SỢI HÓA HỌC

2.1. Tính ưu việt của sợi hóa học so với sợi thiên nhiên

Mặc dù, ra đời trong một thời gian không lâu, nhưng sợi hóa học đã nhanh chóng thu hút sự chú ý của tất cả mọi người và có những bước đột phá trong quá trình phát triển cả về số lượng và chất lượng. Để có được sự chinh phục đối với con người, đáp ứng được các yêu cầu khắt khe và phức tạp trong vấn đề mặc của con người ngày càng cao trước tiên sợi hóa học đã bộc lộ các tính chất quý báu ưu việt hơn sợi thiên nhiên.

- *Về ngoại quan*: sợi hóa học đẹp, óng mượt, mịn màng, bóng, láng... Có thể tạo ra loại vải với vẻ đẹp phong phú, đa dạng đáp ứng nhu cầu mặc đẹp, thời trang góp phần làm phong phú vẻ đẹp cho xã hội.

- *Tính tiện dụng*: Ít thấm dầu mỡ, mồ hôi, nên dễ giặt, sạch lâu, ít hút ẩm nên mau khô. Đặc biệt là tính bền hình dạng, nhất là sợi tổng hợp nên không bị co khi giặt, không nhàu nát, giữ nếp tốt nên không cần là ủi.

- *Độ bền*: So với sợi thiên nhiên thì độ bền của sợi hóa học cao hơn nhiều, so với sợi thiên nhiên thì sợi hóa học dai hơn, lâu rách hơn, thời gian sử dụng lớn hơn gấp 2 - 3 lần. Các tính năng kỹ thuật như độ bền đứt, độ bền mài mòn và độ chịu uốn gấp lớn. Có thể thay đổi tính chất của sợi hóa học trong phạm vi khá rộng bằng cách điều chỉnh thành phần và cấu tạo hóa học của sợi hoặc thay đổi các điều kiện kỹ thuật. Hiện nay người ta đã chế tạo được các loại sợi hóa học tuyệt đối về mặt hóa học, chịu được ánh sáng và nhiệt độ, bền với tác dụng của nước, côn trùng, vi sinh vật...là những tính chất không có được ở sợi thiên nhiên. Do vậy mà sợi hóa học được sử dụng nhiều trong lĩnh vực kỹ thuật, đáp ứng được các yêu cầu vốn khát khe của kỹ thuật và đóng góp tích cực vào việc thúc đẩy những tiến bộ của cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật đang diễn ra sôi động trong thời đại chúng ta.

- *Tiềm năng và sản lượng*: Năng suất sản xuất sợi hóa học so với sợi thiên nhiên rất cao. Khác với sợi thiên nhiên là sản phẩm của nông nghiệp, còn sợi hóa học là con đẻ của công nghiệp nên chúng mang những thế mạnh của ngành sản xuất công nghiệp.

Nếu như để có 1 tấn bông trong điều kiện thâm canh và cơ khí hóa sản xuất vẫn cần tới 150 ngày công, để có 1 tấn len cần 1000 ngày công, hoặc 1 tấn tơ tằm thì cần tới 6000 ngày công. Trong lúc đó để sản xuất 1 tấn sợi vitxco (sợi nhân tạo) chỉ cần 30 - 50 ngày công, 1 tấn sợi nylon hoặc 1 tấn sợi polyeste chỉ cần khoảng 30 - 40 ngày, thậm chí có thể thấp hơn nhiều tùy thuộc vào mức độ hiện đại của quy trình công nghệ. Có thể áp dụng những thành tựu mới nhất của khoa học kỹ thuật để cải tiến quy trình công nghệ nhằm nâng cao năng suất sản xuất, cải thiện tính chất của sản phẩm đáp ứng các yêu cầu thị hiếu của người sử dụng, giảm nhân công lao động, hạ giá thành sản phẩm.

Do có độ bền cao, độ bền đứt lớn nên người ta có thể đưa công suất máy tới tối đa. Trên cùng một máy dệt, năng suất dệt vải hóa học có thể cao hơn năng suất dệt sợi bông từ 1,4 - 1,6 lần.

Nguồn nguyên liệu để sản xuất sợi hóa học, đặc biệt là sợi tổng hợp bao gồm: dầu mỏ, than đá, khí thiên nhiên và các khoáng sản khác là vô tận.

So với nguyên liệu để sản xuất sợi thiên nhiên thì rất hạn chế, không đáp ứng được nhu cầu sử dụng ngày càng tăng của con người. Do vậy việc sản xuất sợi hóa học hoàn toàn chủ động, không phụ thuộc vào thời tiết, khí hậu, thổ nhưỡng, hay vùng địa lý như đối với sợi thiên nhiên.

- *Hiệu suất sử dụng nguyên liệu*: So với sợi thiên nhiên thì hiệu suất sử dụng nguyên liệu trong sản xuất sợi hóa học rất cao. Từ 1m³ gỗ có thể chế tạo được 160 kg tơ để gia công 1500 m lưho tương đương 75 vạn kén tằm, 30 con cừu hay 0,75 ha cây lanh, 0,35 ha cây bông. Trong khi đó từ 1 tấn dầu mỏ có thể sản xuất được 1500 m vải từ sợi tổng hợp. Một nhà máy sợi năng suất 40000 tấn/năm có thể thay thế 50000 hecta đất tốt tại vùng khí hậu thuận lợi để chuyên canh bông hoặc trên 10 vạn hecta cây lanh.

Do tỷ trọng của sợi hóa học thấp cho nên cùng một khối lượng sợi thì chiều dài tấm vải dệt từ sợi hóa học luôn luôn lớn hơn dệt từ sợi thiên nhiên.

- *Giá thành*: Giá thành vải dệt từ sợi hóa học thấp hơn nhiều so với sợi thiên nhiên.

- *Lĩnh vực ứng dụng*: Sợi hóa học có những tính chất đặc biệt được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực đời sống và kỹ thuật như may mặc, y tế, chữa bệnh, chống cháy, chống chất phóng xạ...

Sợi hóa học được xem như là một tặng phẩm vô giá mà khoa học kỹ thuật đã mang lại cho con người.

2.2. Các dạng của sợi

Sợi được sản xuất ra dưới hai dạng chính: xơ và tơ

- *Xơ* còn gọi là sợi cắt ngắn hay còn gọi là xơ xtapen, có chiều dài từ 30-150 mm tùy theo mục đích sử dụng mà có độ dài và độ mảnh khác nhau, có hình dạng giống như xơ bông, xơ len... Để tạo xơ thì sợi tạo ra sau khi qua các quá trình xử lý cho qua qua thiết bị để cắt ngắn sợi theo độ dài định trước. Xơ xtapen được dùng để kéo sợi dạng nguyên chất hoặc để pha với với các loại xơ sợi khác (thiên nhiên...).

- *Tơ* hay còn gọi là sợi vô tận - có độ dài không hạn chế. Tơ gồm có 2 dạng: tơ đơn và tơ phức.

Tơ đơn (filament): được sản xuất ở dạng sợi dài vô tận, chỉ gồm một xơ cơ bản.

Tơ phức: gồm nhiều tơ đơn chập lại với nhau, tơ phức dùng cho công nghiệp dệt thường có số tơ đơn từ vài chục đến vài chục vạn.

Với hình dạng khác nhau như vậy nên cách sản xuất ra chúng cũng khác nhau. Đối với dạng xơ cắt ngắn thì phải xe thành chỉ trước khi dệt thành vải, để thuận tiện trong quá trình gia công xơ phải được tạo xoắn, đập sóng bằng cách cho qua công đoạn được gọi là quá trình textua. Đối với tơ thì không cần đập sóng như xơ. Nhưng để dễ thao tác trên máy dệt thì thường xoắn tơ về phía phải hay phía trái (quá trình textua, quá trình kéo căng).

2.3. Các chỉ số đặc trưng của sợi

Để đánh giá và so sánh các loại sợi, trên cơ sở đánh giá đó ta có thể lựa chọn sợi cho thích hợp với mục đích sử dụng thì người ta dựa trên các chỉ số đặc trưng cho sợi như sau:

a/ Độ mảnh

Độ mảnh cho ta biết sợi dày mỏng ra sao.

Đơn vị: Đennie (viết tắt là den) được tính bằng trọng lượng sợi có chiều dài là 9000 m.

+ *Cách xác định:* Đo chính xác 9 m sợi, cân chính xác trên cân phân tích rồi nhân lên 1000 lần.

Sau này người ta dùng hệ đơn vị có tính quy chuẩn hơn đó là tex được tính bằng 1/9 den; tức là trọng lượng đo bằng gam của 1000 m sợi.

Căn cứ vào độ mảnh người ta chia xơ hoá học thành 3 loại:

- Loại mảnh nhất: có độ mảnh là $160 \div 190$ mtex; độ dài tương ứng của xơ là 38 - 40 mm, gọi là “hệ bông” (dùng để pha trộn với bông và các sợi cùng hệ)

- Loại có độ mảnh là $3,3 \div 6,6$ dtex và độ dài là $65 \div 100$ mm thuộc hệ len.

- Loại thô hơn và dài hơn thuộc hệ gai.

b/ Độ bền đứt

Độ bền đứt phản ánh một đặc trưng cơ lý chủ yếu của sợi, đo bằng lực làm đứt sợi. Độ bền đứt càng cao thì sợi càng dai, vải càng bền và lâu rách, thời gian sử dụng kéo dài.

Đơn vị đo: kg/mm^2 hay g/tex ; g/đơn

Yếu tố xác định độ bền đứt, ngoài bản chất hoá học của sợi là trọng lượng phân tử polyme, độ định hướng cũng như độ kết tinh của sợi.

Ngoài độ bền của sợi đơn, người ta còn đo độ bền nút và độ bền móc của sợi.

Độ bền đứt của nhiều loại sợi ở trạng thái ướt và khô thường khác nhau, đặc biệt đối với sợi nhân tạo, là loại sợi mà những phân tử nước dễ dàng len lỏi vào giữa các đại phân tử polyme, làm liên kết giữa chúng yếu đi.

c/ Độ dẫn dài khi đứt

Độ dẫn dài khi đứt cho biết sợi có thể căng ra được bao nhiêu so với chiều dài ban đầu khi sợi đứt, đo bằng phần trăm (%).

Độ dẫn dài càng cao sợi càng mềm mại. Độ dẫn dài thích hợp nhất để dệt vải may mặc nằm trong khoảng $10 \div 20\%$.

Độ bền đứt và độ dẫn dài đứt có mối tương quan tỷ lệ nghịch với nhau. Các biện pháp kỹ thuật làm tăng độ bền thường làm giảm độ dẫn.

Để có loại sợi phù hợp với yêu cầu của người tiêu dùng, phải nắm các thông số kỹ thuật khi sản xuất sợi, sao cho thoả mãn được 2 chỉ tiêu quan trọng này nhằm thu được sợi vừa có độ bền cao, vừa có độ dẫn dài khi đứt không quá thấp.

d/ Đường cong làm việc

Đường cong làm việc diễn tả sự thay đổi của ngoại lực tác dụng lên sợi (biểu diễn trên trục tung) và độ dẫn dài tương ứng (%) của sợi (ghi trên trục hoành).

Mỗi loại sợi đặc trưng bởi một đường cong, từ đó các nhà chuyên môn đánh giá được giá trị của sợi. Ban đầu đường biểu diễn thường là đoạn thẳng $\rightarrow$ tính chất sợi tuân theo định luật Húc. Đoạn thẳng càng dài sợi càng đàn hồi. Sau đó độ dẫn dài tăng khá nhanh $\rightarrow$ sợi bước vào giai đoạn chảy dẻo, độ

đàn hồi thực sự đã mất đi. Điểm uốn của đường biểu diễn là điểm tới hạn của sợi, thường xuất hiện rất sớm ở đa số các sợi.

Sợi tốt nhất là sợi hầu như không bị dãn trên máy dệt.

e/ Độ đàn hồi

Độ đàn hồi là khả năng hồi phục trở lại kích thước ban đầu sau khi kéo căng bằng ngoại lực. Nếu sau khi kéo dãn 10% rồi giải phóng lực tác dụng, sợi hoàn toàn trở lại độ dài ban đầu, thì độ đàn hồi của sợi bằng 100%. Nếu sợi bị dãn, chiều dài sau khi hồi phục sẽ tăng lên, giả sử là 2% thì độ đàn hồi là 80%. Độ đàn hồi càng nhỏ thì chất lượng sợi càng cao.

f/ Độ uốn gấp

Độ uốn gấp nhằm xác định số lần gấp cho tới khi sợi bị đứt có ý nghĩa đặc trưng cho tính bền của vải khi chịu những tác động tương tự trong thực tế như giặt, vò... Trong đó sợi poliamit có độ bền uốn gấp rất lớn (> sợi vitxco 70 - 80 lần).

g/ Độ mài mòn

Độ mài mòn được xác định trên máy mài mòn có đĩa mài bằng bột oxyt nhôm cho ta thấy khả năng chịu đựng của sợi khi có ma sát liên tục.

h/ Độ hút ẩm

Độ hút ẩm được xác định bằng lượng nước (%) mà sợi hấp thụ khi nhiệt độ của không khí là 20 °C và độ ẩm là 60%.

Về tính chất này người ta chia sợi có hoá học ra làm 3 nhóm:

- Nhóm ưa nước: là những sợi có cấu tạo hoá học chứa những nhóm định chức - OH, hút ẩm rất tốt (> 20%) → sợi nhân tạo như vitxco, moden...

- Nhóm trung bình: độ hút ẩm từ 3 - 4% → sợi poliamit

- Nhóm kỵ nước: độ hút ẩm $\leq 1\%$ → phần lớn sợi tổng hợp.

Độ hút ẩm càng cao sợi càng thoáng mát, dễ chịu. Độ hút ẩm thấp, sợi thường bí, gây cảm giác nóng bức khó chịu nhất là đối với quần áo mùa hè, quần áo lót...

i/ Trọng lượng riêng