

4. CÁC QUI TRÌNH SẢN XUẤT

Trong phần này, chúng tôi sẽ mô tả ngắn gọn các bước và công nghệ liên quan đến sản xuất hàng dệt. Trường hợp thông tin có sẵn, chúng tôi sẽ cung cấp một số dữ liệu về tiêu thụ tài nguyên (nước, năng lượng nhiệt, điện, v.v...) có liên quan đến các quy trình.

4.1 Sản xuất sợi

Hầu như tất cả các sản phẩm quần áo dệt được làm từ sợi kéo của 100% sợi tự nhiên, 100% xơ stapen nhân tạo hoặc các hỗn hợp. Chỉ có một vài sản phẩm quần áo (ví dụ như quần áo thể thao mềm mại) được làm bằng sợi filament.

Hai loại tổng thể của sợi quan trọng nhất các là sợi đơn và sợi xoắn. Xoắn sợi thu được bằng cách xoắn hai hoặc nhiều sợi đơn lại với nhau.

4.2 Kéo sợi len

kéo sợi là quá trình mà qua đó xơ này được chuyển thành sợi phù hợp cho ngành công nghiệp dệt. Kéo sợi chỉ cần có điện cho các máy móc dệt, nhưng một số doanh nghiệp cài đặt một hệ thống điều hòa không khí để tăng hiệu suất máy móc và nâng cao chất lượng của sợi, qua đó làm tăng điện năng tiêu thụ.

Các loại dầu và chất bôi trơn dùng cho kéo sợi được sử dụng để bảo vệ sợi và xơ trong quá trình xử lý, và các chất như vậy hiện diện trên xơ sau khi xử lý; hơn nữa chúng tạo ra sương dầu trong môi trường làm việc.

Các phần tử xơ phân tán trong khí quyển trong các hoạt động quá trình mở, chải kỹ, chải, luồn, xoắn và kéo sợi. Vấn đề chất xơ bụi được giảm thiểu bằng cách sử dụng máy hút và bộ lọc. Trong quá trình chải thường và các hệ thống kéo sợi len, khoảng 15% - 35% trọng lượng ban đầu của len bị loại ra như là chất thải. Thêm vào đó, trong hệ thống chải kỹ len, khoảng 6,5% - 11% các sợi len bị loại ra như len xơ vụn trong giai đoạn chải.

4.2.1 Kéo sợi len chải kỹ và nửa chải kỹ

Trong kéo sợi chải kỹ, sợi chất lượng cao hơn và dài hơn (nói chung) được chế biến thành một sợi mảnh. Đầu tiên các sợi được đặt song song trong một máy chải và sau đó chúng luồn và kéo. Trong lĩnh vực len, kéo sợi kiểu nôi khuyên được sử dụng rộng rãi.

Kéo sợi chải kỹ có thể được chia thành các tiểu giai đoạn sau đây:

- Trộn
- Bôi dầu
- Chải thường (gỡ rối và pha trộn các xơ)
- Chải kỹ (đặt song song các xơ và tách những xơ ngắn ra khỏi những sợi khác; những xơ ngắn được loại ra như xơ vụn, trong khi những xơ dài được chải để thành cú len)

- Hoàn thiện cúi (không phải luôn luôn được thực hiện; các qui trình hoàn thiện cúi là pha trộn và nhuộm)
- Chuốt (làm đều và giảm độ dày của nguyên liệu)
- Kéo (tạo thành sợi có độ dày theo yêu cầu và số lần xoắn, máy kéo kiểu nôi khuyên hoặc máy kéo rôto được sử dụng)
- Xoắn (nếu được yêu cầu; xem mô tả dưới đây)
- Quán (chuyển sợi đơn hoặc sợi xoắn thành búp sợi để dệt hoặc đan)

Hai công nghệ kéo sợi khác nhau đang tồn tại: kéo sợi kiểu nôi khuyên và kéo sợi đầu hờ (rôto)

- Trong kéo sợi kiểu nôi khuyên, một máy xoắn được chèn trong trong sợi bằng cách sử dụng một trục lăn xoay revolving traveler; sợi được cuốn vào trong một ống vì tốc độ xoay của package thì lớn hơn tốc độ xoay của traveler.
- Trong kéo sợi bằng rô to, một rô to tốc độ cao để thu thập và xoắn xơ riêng lẻ vào sợi; khi được đưa vào rô to đang quay nhanh, các sợi được phân phối xung quanh chu vi của nó và tạm thời được giữ ở đó do lực ly tâm.

Tài nguyên	Số lượng	Đơn vị
Nước	1,2 – 3,2	l/kg
Điện	~ 1,7	kWh/kg
Năng lượng nhiệt	~ 3,7	MJ/kg
Dầu và chất bôi trơn	10 – 15	g/kg

Trong hệ thống kéo sợi len, xơ được chế biến là quá ngắn cho hệ thống kéo sợi chải kỹ. Kéo sợi len phụ thuộc vào ba công nghệ kéo sợi khác nhau: tự động, kiểu nôi khuyên và hờ. Kéo sợi kiểu nôi khuyên có hiệu suất cao hơn, trong khi kéo sợi tự động thì linh hoạt hơn.

Hệ thống kéo sợi len có thể được chia thành các giai đoạn sau đây:

- Trộn
- Bôi dầu
- Chải
- Kéo sợi (tạo thành một sợi có độ dày cần thiết và số vòng xoắn; máy kéo sợi kiểu nôi khuyên hoặc máy kéo sợi rô to được sử dụng)
- Xoắn (nếu có yêu cầu, xem mô tả dưới đây)
- Cuộn (chuyển sợi đơn hoặc xoắn trên nón dệt, đan)

Bảng 4.2: Tiêu thụ tài nguyên trong kéo sợi len

Tài nguyên	Số lượng	Đơn vị
Nước	~ 0,14	l/kg
Điện	~ 0,6	kWh/kg
Năng lượng nhiệt	~ 0,015	MJ/kg
Dầu và chất bôi trơn	~ 40	g/kg

4.2.2 Kéo sợi bông

Các hệ thống kéo sợi bông thường được sử dụng cho xơ bông và xơ nhân tạo, có thể được pha trộn trong quá trình kéo sợi. Chiều dài trung bình của xơ được chế biến trong kéo sợi bông là 40 mm hoặc ngắn hơn.

Hệ thống kéo sợi bông có thể được chia thành các tiểu giai đoạn sau đây:

- Làm tơi (búi)
- Pha trộn (búi, làm sạch bông)
- Làm sạch (loại bỏ thrash và bụi)
- Chải (trộn lẫn xơ để tạo ra một mạng liên tục, tạo thành vào một sợi xơ như sợi dây thừng được gọi là cú)
- Kéo dài (lấy một số cú và kéo chúng thành một sợi xơ nhỏ hơn và một số vào một sợi nhỏ hơn sợi được gọi là cú kéo)
- Kéo sợi thô (chỉ dành kéo sợi kiểu nôi khuyên – cú kéo được kéo thêm thành một sợi xơ nhỏ hơn và một số sợi xoắn được chèn vào)
- Kéo sợi (tạo thành một sợi có độ dày cần thiết và số vòng xoắn; máy kéo sợi kiểu nôi khuyên hoặc máy kéo sợi rô to được sử dụng)
- xoắn (nếu có yêu cầu, xem mô tả dưới đây)
- Cuộn (chuyển sợi đơn hoặc sợi xoắn vào các búp côn để dệt thoi hoặc dệt kim)

Bảng 4.3: Tiêu thụ tài nguyên trong kéo sợi bông (Điện)

Quy trình	Số lượng	Đơn vị tính
Làm tơi	~ 0,3	kWh /kg sợi
Pha trộn và chải kỹ	~ 0,1	kWh/kg yarn
Chải	0,2 – 0,3	kWh/kg sợi
Kéo giãn	< 0,1	kWh/kg sợi
Kéo sợi thô (chỉ cho kéo sợi kiểu nôi khuyên)	0,2 – 0,3	kWh/kg sợi
Kéo sợi	0,6 – 2,8	kWh/kg sợi
Cuộn	0,2 – 0,6	kWh/kg sợi
Tổng tiêu thụ cho quy trình	1,7 – 4,5	kWh/kg sợi
Tiêu thụ cho điều hoàn không khí và chiếu sáng	0,2 – 0,7	kWh/kg sợi
Tổng điện năng tiêu thụ	1,9 – 5,2	kWh/kg sợi

Các tác động môi trường liên quan đến kéo sợi bông là không đáng kể khi so sánh với qui trình dệt khác, tuy nhiên có thiệt hại vật liệu đáng kể trong kéo sợi bông như được báo cáo trong bảng sau.

Bảng 4.4: Tổn thất vật liệu trung bình trong kéo sợi bông		
Qui trình	Số lượng	Đơn vị tính
Làm sợi	~ 50	g/kg bông thô
Chải thường	~ 40	g/kg bông thô
Chải kỹ	~ 150	g/kg bông thô
Linh tinh	~ 100	g/kg bông thô
Tổng tổn thất	~ 340	g/kg bông thô

4.2.3 Sợi filament tổng hợp liên tục

Sợi filament là sợi đơn filament hoặc sợi đa filament. Bởi vì các sợi filament là vô tận, không cần thiết phải là để chèn một vòng xoắn để giữ cho các xơ không bị đứt. Sợi filament thường được sản xuất bởi các nhà sản xuất xơ nhân tạo. Sợi filament của hầu hết xơ tổng hợp có thể là phẳng hoặc được làm dún.

4.2.3.1 Làm dún

Chỉ những xơ tổng hợp nhiệt dẻo có thể được tạo kết cấu bề mặt (xơ polyacrylonitrile không thuộc loại nhiệt dẻo). Việc làm dún làm tăng khả năng che phủ hoặc thể tích biểu kiến của các sợi filament liên tục (sợi nhân tạo), để bề ngoài của chúng giống với bề ngoài của sợi được kéo tự nhiên. Việc làm dún làm tăng thể tích của sợi filament ở mức 200-300%. Một số quy trình có thể được sử dụng cho việc làm dún sợi, bao gồm uốn xoắn, uốn cạnh, uốn ép và làm dún bằng khí. Làm dún là một quá trình cơ nhiệt, tiêu thụ năng lượng điện và nhiệt. Trong hầu hết trường hợp, làm dún được thực hiện bởi các nhà sản xuất xơ, mặc dù một số nhà sản xuất sợi tự thực hiện qui trình này.

Phát thải từ các phân đoạn phân tử thấp của polymer hoặc máy hoàn thiện kéo sợi, dầu nhờn và các chất phụ gia khác có thể là một vấn đề sức khỏe nghề nghiệp và môi trường quan trọng nếu các máy làm dún không được che kín đầy đủ.

Bảng 4.5: Tiêu thụ tài nguyên trong việc tạo dún		
Tài nguyên	Số lượng	Đơn vị tính
Điện	N.A.	kWh/kg
Năng lượng nhiệt	3,2 – 7,6	MJ/kg sợi

4.2.3.2 Se sợi

Se sợi là một qui trình hoàn toàn cơ khí, trong đó hai hoặc nhiều sợi chỉ được ghép lại bằng cách chèn thanh xoắn vào sợi và cuộn nó trên các búp sợi hoặc các giá khác. Bằng

cách bện, hiệu suất cơ học của sợi được tăng lên, và những hiệu ứng đặc biệt được tạo ra. Quy trình này chỉ cần có năng lượng điện nhỏ và tác động môi trường của nó là không đáng kể, ngoại trừ khi các loại dầu se sợi được sử dụng.

4.3 Sản xuất vải

Sản xuất vải bao gồm một loạt các quy trình chuyển đổi sợi thành một cấu trúc hai chiều. Phương pháp sản xuất vải phổ biến nhất là dệt thoi và dệt kim, nhưng các kỹ thuật khác đã được phát triển, chẳng hạn như ngành sản xuất vải không dệt.

Trong dệt, một loạt các sợi được quấn trên một trục mắc (mắc sợi dọc), và sau đó được kết hợp lại với một sợi được mang bởi một con thoi trong khung cửi. Trong các khung cửi hiện đại, để tăng tốc độ và năng suất, các con thoi đã được thay thế bằng các vòi phun khí, dệt kiểm, thoi kẹp và vòi phun nước.

Trong dệt kim, vải được sản xuất bằng cách di chuyển kim bện lần lượt các sợi mà chúng được quấn trên các búp sợi. Hiện có một số loại máy dệt kim tồn tại (dệt kim tròn, phẳng, sợi dọc và sợi ngang).

Sản phẩm không dệt là những sản phẩm dệt không được sản xuất theo phương pháp dệt truyền thống (kéo sợi, dệt thoi, hoặc dệt kim). Chúng bao gồm một lớp xơ được lắp ráp với nhau bằng nhiều kỹ thuật khác nhau.

4.3.1 Hàng dệt thoi

4.3.1.1 Mắc sợi dọc

Mắc sợi dọc là một quy trình qua đó sợi được chuẩn bị để dệt. Sợi ở dạng các bó búp sợi được đặt trong một thứ tự được xác định trước, để cạnh nhau trên một trục mắc. Không có nước và cũng không có năng lượng nhiệt được tiêu thụ, việc tiêu thụ điện phụ thuộc vào máy móc cụ thể được sử dụng và loại xơ. Những số lượng bụi xơ nhỏ được thải ra do quy trình này. Tác động môi trường do mắc sợi dọc là không đáng kể khi so sánh với các quy trình dệt khác.

Bảng 4.6: Tiêu thụ tài nguyên trong mắc sợi dọc (điện)

Tài nguyên	Số lượng	Đơn vị tính
Điện	5 – 10	kWh/t

4.3.1.2 Hồ

Sợi thường được hồ sau khi được mắc, để bôi trơn và bảo vệ nó trong quá trình dệt thoi. Quy trình hồ tự thân nó tạo ra chất thải dưới hình thức các giọt dung dịch cuối quy trình và nước rửa thải (nước sau khi sử dụng để làm sạch). Quá trình này cũng tiêu thụ nước, hơi và điện. Nó có thể phát ra dấu vết của một số hóa chất được sử dụng, hoặc các sản phẩm hư hỏng, và xơ ngắn hoặc tro bay. Một số tác động môi trường đến nước thải sẽ

xảy ra khi máy hồ được làm sạch định kỳ. Tuy nhiên, tác động thực sự lên nước thải có liên quan đến các chất hồ xảy ra trong chế biến ướt sau đó, nhất là trong rũ hồ.

Tài nguyên	Số lượng	Đơn vị tính
Nước	2 – 3	l/kg
Điện	0,1 – 0,2	kWh/kg
Năng lượng nhiệt	2 – 15	MJ/kg

4.3.1.3 Dệt thoi

Dệt thoi là qui trình mà theo đó sợi được lắp ráp thành một tấm vải. Các qui trình khác (chẳng hạn như mắc sợi dọc, luồn chỉ và hồ) được thực hiện trước khi dệt; những qui trình này nói chung có thể được gọi là "chuẩn bị cho dệt" (xem các tiểu mục trước).

Công nghệ dệt thoi có tác động lớn đến hiệu suất của qui trình. Điện được chỉ cần thiết cho chính qui trình này; năng lượng nhiệt được sử dụng để sưởi ấm trong mùa lạnh. Chất bôi trơn và các loại dầu được sử dụng để bôi trơn các máy dệt, nhưng trong những trường hợp đặc biệt, chúng cũng có thể gây nhiễm bẩn vải. Tác động môi trường liên quan đến dệt thoi là không đáng kể (ngoại trừ tiếng ồn và rung) khi so sánh với các qui trình dệt khác.

Tài nguyên	Số lượng	Đơn vị tính
Điện	0,6 – 3,3	kWh/kg
Năng lượng nhiệt	0,1 – 0,6	MJ/kg

Lưu ý rằng phạm vi rộng của các ước tính tiêu thụ là do các máy móc khác nhau, vật liệu khác nhau được chế biến, và các yếu tố khác.

4.3.2 Dệt kim

4.3.2.1 Chuốt sáp

Tất cả các sợi được xử lý trên máy dệt kim phải được chuốt sáp trong quá trình quấn co để giảm sự ma sát của sợi với các bộ phận cơ khí của máy trong các qui trình tiếp theo. Vì vậy, máy quấn có một thiết bị tích hợp để phân bố sáp đồng bộ trên sợi. Việc lạm dụng số lượng lớn sáp có thể làm tăng hệ số ma sát và cũng có thể gây hại cho máy dệt kim.

4.3.2.2 Dệt kim

Giống như dệt thoi, dệt kim là một qui trình cơ khí và liên quan đến việc nối sợi cùng với một loạt các kim. Dầu khoáng thường được dùng để bôi trơn các kim này và các bộ phận khác của máy móc dệt kim. Số lượng các loại dầu được sử dụng phụ thuộc vào công

nghệ của máy và các tốc độ của kim, và phạm vi giá trị từ 0,5% và 0,1% trọng lượng của vải.

Các tác động môi trường liên quan đến dệt kim bao gồm phát thải bụi sợi, hàm lượng dầu và sáp trên vải thành phẩm, và chất thải của phụ phẩm (tồn thất).

Bảng 4.9: Tiêu thụ tài nguyên trong dệt kim (điện)		
Tài nguyên	Số lượng	Đơn vị tính
Điện	~ 1	kWh/kg

4.3.3 Vải không dệt

Vải không dệt thoi có thể được coi như các loại vải được tạo thành bởi các sợi được giữ với nhau bằng sự liên kết hoặc lồng vào nhau của các xơ hoặc cả hai hình thức này, được thực hiện bằng các phương tiện cơ khí, hóa học, nhiệt và/hoặc dung môi. Lịch sử của sản phẩm không dệt bắt đầu vào những năm 1930, và các nguyên liệu được sử dụng chủ yếu là xơ bông thải. Sự phát triển của sợi nhân tạo và các tác nhân liên kết làm tăng tầm quan trọng của phân khúc này của ngành công nghiệp dệt.

Việc chế biến và sản xuất các loại vải không dệt thì khác nhau với các loại xơ, phương pháp bố trí xơ, và các tác nhân liên kết được sử dụng. Xơ bao gồm bông, len, acetate, viscose, polyamide, polyester, polyacrylonitrile, polypropylene, polyethylene và xơ kết hợp. Xơ dưới hình thức stепен, và thường không bao gồm vật liệu phục hồi. Xơ thô được xử lý thông qua một loạt các công đoạn làm tơ, điều hòa và pha trộn. Các lớp mạng xơ sau đó được hình thành. Sự kết dính xơ được thực hiện bằng sự ma sát xơ, xử lý nhiệt, và sự thêm vào các tác nhân liên kết.

Vải không dệt được phân biệt tùy thuộc vào công nghệ được sử dụng để tạo thành các màng xơ và liên kết chúng. Bởi vì mỗi phương pháp liên kết tạo ra những đặc tính riêng biệt cho sản phẩm, mục đích sử dụng của vải phải được biết đến trước khi chế biến.

Do đó, vải không dệt thoi có thể được phân loại như:

- **Vải không dệt liên kết cơ học.** Trong trường hợp này, xơ được bện vào nhau bằng một loạt các kim qua lớp xơ một cách vuông góc. Bằng cách khác, xơ có thể được khâu bằng cách sử dụng một loại chỉ khâu sợi.
- **Vải không dệt liên kết hóa học.** Một số hóa chất có thể được sử dụng, như polyme tan trong nước, polyme tổng hợp và nhựa. Sau khi ngâm tẩm với các tác nhân hóa chất, các lớp xơ phải được sấy khô.
- **Vải không dệt liên kết nhiệt.** Nếu xơ nhựa nhiệt dẻo có mặt trong lớp xơ, xơ được liên kết với nhau bằng nhiệt và nén. Nhiệt độ cao phải đạt được để làm mềm sợi nhựa nhiệt dẻo.

4.4 Các qui trình tiền xử lý

Các qui trình tiền xử lý và nhuộm có thể được thực hiện ở các giai đoạn khác nhau của sản xuất hàng dệt - ví dụ, khi vật liệu ở dạng xơ (trước khi kéo), như sợi đã được kéo, sau khi vật liệu đã được dệt thoi hoặc dệt kim, hoặc, trong trường hợp quần áo, dưới hình thức hàng may mặc sau khi cắt và may.

Hầu hết các loại vải mà chúng sẽ được nhuộm, in hoặc hoàn thiện trước tiên phải được chế biến; denim và một số vải nhuộm sợi là những ngoại lệ của quy tắc này. Tiền xử lý là một qui trình rất quan trọng đối với tất cả các xử lý tiếp theo trong nhà máy dệt, cả về chất lượng và hiệu quả về môi trường. Một qui trình tiền xử lý kém sẽ tạo ra lỗi mà chúng chỉ được phát hiện trong các hoạt động tiếp theo, gây ra chất lượng sản xuất, hoàn thiện và chỉnh sửa nhuộm không đạt chất lượng, và cuối cùng là sự ô nhiễm quá mức. Người ta thường tin rằng một tỷ lệ cao của các lỗi trong tạo màu hàng dệt có nguyên nhân từ khâu tiền xử lý có sai sót. Do đó, tiền xử lý là một nhân tố quan trọng đối với sản xuất ngay từ khi bắt đầu.

Những mục tiêu chính của qui trình tiền xử lý là:

- Loại bỏ khỏi vật liệu tất cả các chất được cố định lên xơ trong quá trình tăng trưởng tự nhiên của cây trồng hoặc trong các qui trình biến đổi (đặc biệt là kéo sợi, quần sợi, dệt thoi, dệt kim, v.v...)
- Cải thiện khả năng hấp thụ và tính thấm nước của xơ để thực hiện các ứng dụng của thuốc nhuộm, trợ chất, và các hóa chất khác.
- Cải thiện độ dún và xử lý vải
- Làm giảm sức căng không đồng đều trong vật liệu xơ
- Tạo ra một mức độ trắng chấp nhận được để sử dụng như vải không nhuộm và độ sáng cần thiết sắc thái màu của vải được nhuộm sau đó.

Hầu hết các nhà máy có thể sử dụng đồng bộ các quy trình tiền xử lý cho toàn bộ các sản phẩm mà họ sản xuất. Do đó tiền xử lý cấu thành một qui trình có khối lượng cao nhất trong một nhà máy.

Tiền xử lý có thể được thực hiện theo đợt hoặc liên tục, dưới dạng vải mở khổ rộng hoặc dạng dây. Sự lựa chọn tùy thuộc vào chất lượng vải và khối lượng sẽ được xử lý. Mặc dù tiền xử lý liên tục thường có lợi về kinh tế và môi trường (tạo ra sự chia tách tốt hơn để tái sử dụng nước, một số nhà máy vẫn thích xơ được tiền xử lý theo đợt trên các máy nhuộm hơn là trên các qui trình liên tục, bao gồm:

- Tính phức tạp trong việc lập kế hoạch và xử lý (đặc biệt là sự phối hợp giữa tiền xử lý và nhuộm để tránh tình trạng hàng cứ bị ầm trong một thời gian dài)
- chi phí vốn cao
- Công suất cần có cho năng suất cao của thiết bị tiền xử lý trước khi dệt kim, trong khi hoạt động dệt kim thường có một khối lượng thấp

Tất cả hoặc chỉ một số các qui trình tiền xử lý khác nhau có thể được yêu cầu và chúng có thể được áp dụng hoặc như là những giai đoạn riêng biệt hoặc đôi khi là những giai đoạn kết hợp - đặc biệt là giữ hồ và cọ rửa, hoặc cọ rửa và tẩy trắng.

Trong những mục sau đây, các bước tiền xử lý khác nhau được mô tả chi tiết vật liệu tổng hợp, len, bông, lanh và tơ tằm.

4.4.1 Tiền xử lý vật liệu tổng hợp

Hầu hết các tác động môi trường trong hoàn thiện dệt là kết quả của các bước xử lý xảy ra trước đó trong dây chuyền dệt. Các chế phẩm được sử dụng trong dây chuyền dệt vẫn còn lưu lại trên xơ, sợi, và vải - ở những số lượng và các công thức hóa học mà nhà hoàn thiện có thể chưa biết. Vì lý do này, các phần sau đây được dành cho các loại khí thải có khả năng liên quan đến sợi tổng hợp.

4.4.1.1 Phát thải khí đặc trưng từ xơ

Các chất có liên quan đến phát thải khí từ xơ nhân tạo xuất phát từ polyamide 6 và polyacrylonitrile: **ϵ -caprolactam** và **dimethylformamide (DMF)**.

ϵ -caprolactam là đơn phân được sử dụng để sản xuất PA 6. Phần ngưng tụ cân bằng chứa khoảng 8,5% **ϵ -caprolactam** và khoảng 2,5%- 4% các amit mạch vòng tùy thuộc vào hàm lượng nước.

Các nghiên cứu về việc phóng thích **caprolactam** bởi công đoạn xử lý nhiệt cho thấy rằng tùy thuộc vào độ mịn xơ, hàm lượng **caprolactam** trong xơ là khoảng 0,2% - 0,8%. Trong quá trình xử lý nhiệt ở 190°C (nhiệt độ cài đặt nhiệt cho PA 6), khoảng 50% sẽ được phát tán vào không khí, với các yếu tố phát thải tương ứng là:

- 2 g – 4 g **caprolactam**/kg vải dệt = 100 mg - 200 mg caprolactam/m³= 50 mg - 100 mg C

(Tỷ suất không khí/vải dệt: 20 m³/kg vải dệt).

Polyacrylonitrile chứa dư lượng **DMF** (khoảng < 0.5 %), mà nó có thể được thải ra trong xử lý nhiệt với các yếu tố phát thải tương ứng là:

- 1.4 g C hữu cơ /kg textile = 70 mg C hữu cơ /m³ (Tỷ suất không khí/vải dệt: 20 m³/kg vải dệt)

Cả hai chất mang tính đặc trưng của xơ này có thể được làm giảm ở mức 10 % - 20 % bằng cách rửa và nhuộm.

4.4.1.2 Phát thải khí do các hệ thống xử lý

Ngoài khí thải mang tính đặc trưng của xơ, có lượng khí thải từ các hệ thống chuẩn bị được sử dụng cho chế biến. PA 6, cũng như xơ PAC sợi chỉ chiếm <20% sản lượng xơ nhân tạo. Số lượng ứng dụng của các phụ liệu này cho tất cả lượng sợi nhân tạo là khoảng 2%. Mỗi quan hệ này cho thấy chính các sản phẩm này là nguồn phát thải chính.

Khoảng 80% được phóng thích vào nước thải. Nhưng cần phải giảm thêm lượng không khí thải có thể nhìn thấy và có mùi (20% được thải vào không khí).

Đặc biệt, quá trình cài đặt nhiệt cho vải dệt có nghĩa là dẫn đến chi phí cao của không khí thải trong ngành công nghiệp hoàn tất dệt. Thiết lập nhiệt cho các loại vải dệt dẫn đến chi phí cao của không khí thải trong ngành dệt. Thiết lập nhiệt cho các loại vải dệt có nghĩa là xử lý nhiệt cho vải trong một máy sấy văng không có rửa thêm. không có rửa thêm. Vì lý do kỹ thuật một số loại vải có thể không được xử lý mà không cần cài đặt nhiệt thêm - đặc biệt là vải dệt kim mắc sợi dọc các loại hoặc vải rất mịn. Nếu không thì các loại vải không có được sự ổn định kích thước theo yêu cầu. Một khía cạnh khác để thiết lập nhiệt cho vải dệt mịn là yếu tố chi phí. Đặc biệt là đối với những loại vải này, quá trình rửa phải được thực hiện rất cẩn thận và từ từ, mà nó rất tốn kém.

4.4.1.3 Phóng thích các chế phẩm bởi việc thiết lập nhiệt cho vải dệt

Trong quá trình cài đặt nhiệt, những tính chất sợi cụ thể được cố định vĩnh viễn. Chúng ta phải phân biệt giữa các thời gian dừng lâu ở các nhiệt độ thấp hơn trong sự hiện diện của tác nhân nở (ví dụ như, hơi nước ở 100° - 135°C) và những nhiệt độ gần điểm mềm của xơ. Trong trường hợp này chỉ những thời gian dừng ngắn (5 giây - 30 giây) được cho phép. Các tính chất đàn hồi và sự ổn định kích thước bị ảnh hưởng đặc biệt bởi việc thiết lập nhiệt.

Cài đặt nhiệt đầu tiên xảy ra bởi sản xuất sơ và cuối cùng trong khâu hoàn thiện cách sản xuất sợi và cuối cùng trong making up. Xử lý nhiệt sơ nhân tạo được thực hiện theo điều kiện cụ thể trong suốt tất cả các bước xử lý. Thiết lập nhiệt cho vải được thực hiện trong lò sấy văng. Vải dệt thoi và dệt kim mịn phải được thiết lập nhiệt trước khi kết thúc để ngăn chặn việc kéo dài và xoắn biến vải. Hàng dệt kim phải được thiết lập nhiệt trước khi hoàn thiện để đạt được sự ổn định kích thước và ảnh hưởng không nhăn.

Ngoài những lợi thế công nghệ của thiết lập nhiệt vải dệt này, còn có những lợi thế kinh tế. Giặt hoặc sử dụng các công nghệ cuối đường ống thì rất tốn kém.

Mức thêm vào trung bình của các hệ thống chuẩn bị là khoảng 2%. Dựa trên giả định này, kết quả cho các loại dầu khoáng được sử dụng chủ yếu trong phát thải không khí thải cho thiết lập nhiệt vải dệt là:

- Khoảng 8 g organic C/kg vải dệt = 400 mg C/m³

(Tỷ suất không khí/vải dệt: 20 m³/kg textile)

Tương tự, cho ester axit béo, ước tính là:

- Khoảng 4 g organic C/kg vải dệt = 200 mg C/m³

(Tỷ suất không khí/vải dệt: 20 m³/kg vải dệt).

4.4.1.4 Loại bỏ các chế phẩm bằng cách giặt

Tiền xử lý chuẩn bị vải màu xám sau các quy trình nhuộm/hoàn thiện. Nó đảm bảo rằng tất cả các chất phụ gia được sử dụng cho xơ/sợi/vải trong suốt quá trình sản xuất được loại bỏ.

Các chế phẩm, dầu trộn, v.v... cho sợi nhân tạo nói chung là dễ dàng để nhũ hóa và có

thể được loại bỏ trong nước lạnh. Người hoàn thiện hầu như không biết chất lượng và số lượng của các chất nhũ hoá. Do lực ma sát hoặc đồ bền cất tăng lên, các chất nhũ tương thường phá vỡ, mất tác dụng nhũ hoá của chúng và để lại các thành phần dầu trên bề mặt xơ. Vì lý do này, người hoàn thiện phải thử nghiệm để có được một hiệu quả giặt tối ưu.

Hiệu quả giặt bị ảnh hưởng bởi các yếu tố sau đây:

- Nhiệt độ
- Thời gian dừng
- Chất hoạt động bề mặt
- Rượu trao đổi / lưu lượng nước sạch
- Số lượng ngăn giặt
- Trọng lượng vải và mật độ vải

Máy giặt hiện nay được tối ưu hóa về hiệu quả giặt và nước tiêu thụ. Các thông số xử lý có thể dễ dàng được quy định và tính liên tục được đảm bảo.

4.4.1.5 Ví dụ về các phát thải khí và chất thải trong nước thải từ các chế phẩm

Sự trao đổi thông tin đầy đủ, chính xác và triệt để trong dây chuyền dệt may là rất quan trọng để đạt được kết quả tốt vào cuối dây chuyền. Các tác động môi trường của tiền xử lý, về phương diện nước thải, là cao vì số lượng lớn các chế phẩm được áp dụng, như các ví dụ sau đây cho thấy.

Thiết lập nhiệt của vải mộc/thải vào không khí thải:

Giả định: Các chế phẩm chứa 50 % - 80 % dầu khoáng. Dư lượng chủ yếu là các ethoxylate béo.

Lượng thêm vào: 5 % => 50 g chế phẩm/kg vải dệt => 40 g dầu khoáng/kg vải dệt

70 % sẽ thải vào không khí => 28 g dầu khoáng/kg vải dệt

=> 23 g C hữu cơ/kg vải dệt

=> 1,150 mg C/m³ (tỉ lệ không

khí/vải dệt: 20m³/kg vải dệt

Quy trình giặt/lượng thải vào nước thải:

Lượng thêm vào: 5 % => 50 g chế phẩm/kg vải dệt

Hiệu quả giặt 65% => 33 g chế phẩm/kg vải dệt

=> 26 g C dầu khoáng/kg vải dệt

+7 g ethoxylate béo/kg vải dệt

COD trung bình: 100g/kg vải dệt

4.4.2 Tiền xử lý len

4.4.2.1 Tẩy rửa len thô

Lưu ý: Thông tin chi tiết về tẩy rửa len thô được cung cấp trong một tài liệu về ngành công nghiệp len của tác giả T. Shaw (1999).

Len thô phải được tẩy rửa để loại bỏ đất, dầu mỡ, và mỡ lông cừu. Thông thường, điều này được thực hiện bằng cách sử dụng nước, chất tẩy rửa, và kiềm, nhưng tẩy rửa bằng dung môi cũng có thể được thực hiện để loại bỏ các loại dầu không tan trong nước (xem Phần 4.4.2.2 sau đây).

Nước thải từ công đoạn tẩy rửa có tính kiềm mạnh, và một phần đáng kể lượng BOD và COD trong nước thải sản xuất dệt chất thải phát sinh từ các quy trình tẩy rửa. Kiềm phá vỡ các chất dầu tự nhiên và chất hoạt động bề mặt và tạo huyền phù các tạp chất trong dung dịch. Nếu một APEO đã được sử dụng (ví dụ, OPEO, NPEO) như là một chất hoạt động bề mặt (xem Phần 3.x), nó phân hủy trong nước thải để tạo ra các chất chuyển hóa thậm chí còn độc hại hơn: alkylphenol, được công nhận là một chất gây rối loạn nội tiết yếu ở người và các động vật khác; và polyethoxylates. APEO nên được thay thế với ethoxylates rượu hoặc các chất hoạt động bề mặt không độc hại và dễ phân hủy sinh học.

4.4.2.2 Làm sạch dung môi len thô

Tẩy rửa bằng dung môi (hoặc "giặt khô") có một số lợi thế kỹ thuật so với tẩy rửa len thô bằng nước. Việc loại bỏ các chất kỵ nước từ vải dễ dàng hơn, tiêu thụ năng lượng ít hơn và không cần sử dụng nước.

Giặt khô có thể được thực hiện liên tục trong toàn bộ chiều rộng (cho vải dệt thoi và dệt kim) hoặc không liên tục ở dạng dây (nói chung cho các loại vải dệt kim).

Các tạp chất được loại bỏ bởi dung môi được thanh lọc và tái chế trong một mạch kín. Tổng lượng dung môi tiêu thụ ở vào khoảng từ 1% đến 4% trọng lượng xơ, tùy thuộc vào công nghệ được sử dụng. Việc tiêu thụ không nhất thiết phải bằng phát thải khí vì sự hiện diện của các bộ lọc mà chúng loại bỏ dung môi từ khí thải. Trong nhiều trường hợp, các xử lý hoàn thiện (ví dụ, làm mềm) cũng có thể được thực hiện, trong cùng các nhà máy và sử dụng cùng các máy móc. Trong trường hợp này, nước và hóa chất dựa trên chất hoạt động bề mặt được thêm vào các dung môi.

Các nhà máy dung môi có hệ thống xử lý và phục hồi dung môi gắn liền, chúng loại bỏ tạp chất và bụi bẩn thông qua hệ thống chưng cất dung môi. Bùn cặn còn lại phải được loại bỏ. Trong trường hợp dung môi có nồng độ cao, bùn cặn phải được xử lý như là một chất thải nguy hại.

Sau khi chưng cất, dung môi phải được làm mát, đòi hỏi số lượng lớn của nước làm mát. Lưu ý rằng nước nóng không bao giờ bị ô nhiễm bởi dung môi và có thể được tái sử dụng, ví dụ, cho việc rửa bằng nước trong các nhà máy trong đó có cả hai hệ thống rửa bằng nước và bằng dung môi. Dung môi được sử dụng rộng rãi nhất là perchloroethylene.

Nhưng methylene chloride cũng có thể được sử dụng. Những rủi ro gây ra bởi chất perchloroethylene cho con người vẫn chưa được hiểu rõ. Nó đã được chứng minh là gây ung thư cho chuột ở những hàm lượng cao. Những phát thải có thể có trong vận hành phát sinh từ những thất thoát qua các bộ phận máy (có thể được loại bỏ hoặc làm giảm bằng cách niêm phong kín máy móc) và vận chuyển dung môi thuộc về vải len được khô (1000 ppm). Hầu hết các máy móc hiện đại có hệ thống điều khiển gắn liền nên không thể mở cửa trước của máy nếu nồng độ dung môi trong máy lớn hơn giá trị được thiết lập theo quy định quốc gia.

Những nguồn có thể của phát thải dung môi thể nằm trong bùn cặn còn lại, phát thải khí và dư lượng dung môi trên vải.

Các nhà máy lớn đòi hỏi cả năng lượng nhiệt và điện, trong khi ở các đơn vị nhỏ, nhiệt cần thiết cho việc chưng cất dung môi được cung cấp bởi điện.

Máy giặt khô có thể được phân loại như máy mạch hở hoặc máy mạch kín, tùy thuộc vào đường đi của luồng không khí được sử dụng để sấy vải và việc loại bỏ dung môi từ vải ở cuối qui trình giặt.

Cần lưu ý rằng các mạch dung môi luôn luôn là một mạch kín. Dung môi được tái chế và thu hồi liên tục, và được sử dụng cho quá trình giặt tiếp theo.

4.4.2.3 Các bon hóa len mềm

Đôi khi len được tẩy rửa có chứa các tạp chất như các hạt thực vật, mà chúng phải được loại bỏ trước khi xử lý dệt. Chất thực vật bị phá hủy và loại bỏ trong quá trình các bon hóa bằng axit sulfuric. Xơ len có gốc protein, và do đó không bị phá hủy bởi acid khoáng. Những mảnh thừa sót lại từ các qui trình chải kỹ và kéo sợi rất thường được các bon hóa trước khi chế biến. Tùy thuộc vào loại hàng hoá nguyên liệu, năng lượng, nước và hóa chất thải có thể khác nhau đáng kể.

Qui trình này bao gồm việc ngâm xơ trong một dung dịch có chứa axit sulfuric. Xơ sau đó được sấy khô và ép sao cho các mẫu thực vật được các bon hóa được nghiền nát và loại bỏ. Tiếp theo, độ pH được điều chỉnh trong một dung dịch trung hòa có chứa các chất kiềm (thông thường là natri cacbonat), và cuối cùng là xơ được sấy khô một lần nữa. Hiệu quả của việc các bon hóa là từ 90% đến 95%.

Bảng 4.10: Tiêu thụ tài nguyên trong các bon hóa len mềm		
Tài nguyên	Số lượng	Đơn vị tính
Nước	12 – 93	m ³ /t
Điện	170 – 380	kWh/t
Năng lượng nhiệt	15.700	MJ/t
Axit sunfuric	~ 30	kg/t

Chất thải	Số lượng	Đơn vị tính
BOD	~ 100	mg/l
COD	Không có sẵn	mg/l
Sulfate	~ 3.000	mg/l
TS	~ 4.000	mg/l
Độ pH	~ 4	

4.4.3 Tiền xử lý bông và lanh

4.4.3.1 Đốt đầu xơ

Đốt đầu xơ có thể được thực hiện trên sợi (dưới dạng nùi, đặc biệt là cho chỉ may, nhưng thường được thực hiện trên vải như bông, bông/ polyester và bông/chất nền polyamide. Các loại vải cotton cho thấy các đầu xơ nhô ra trên bề mặt vải; những đầu xơ này làm nhiễu loạn hình dáng bề mặt của vải dệt và trong quá trình nhuộm, chúng sản xuất một hiệu ứng được gọi là frosting. Đốt đầu xơ làm giảm xu hướng chùng lóp trong các loại vải tổng hợp. Nó là quá trình loại bỏ xơ trên bề mặt bằng cách đưa vải lướt qua nhanh (50 m phút - 300 m /phút) trên một hàng ngọn lửa khí và sau đó ngay lập tức đặt nó trong một dung dịch làm nguội để dập tắt các tia lửa và làm mát vải. Dung dịch làm nguội thường có chứa một dung dịch rửa hồ và do đó bước cuối cùng là một hoạt động kết hợp đốt đầu xơ và rửa hồ.

Nguồn lực	Số lượng	Đơn vị
Năng lượng nhiệt	0,4 – 1,2	MJ/kg

Đốt đầu xơ không ảnh hưởng đến nước thải, vì nó chỉ cần có nước làm mát.

Một mùi tương đối mạnh có thể được nhận thấy trong suốt quá trình này (khoảng 6.000 OU/kg). Hàm lượng VOC cụ thể trong không khí thải là khoảng 0,16 g C hữu cơ / kg vải dệt. Hàm lượng bụi trong không khí thải được đo đến 0,26 g /kg vải dệt.

Một thay thế cho đốt đầu xơ là một xử lý "đánh bóng" ướt được thực hiện với enzym cellulase (để loại bỏ đầu xơ nhô ra) và các tác nhân phân tán (giữ sản phẩm bị phân hủy trong dung dịch, do đó tránh tái lắng đọng trên vật liệu đã được xử lý).

4.4.3.2 Rửa hồ

Hồ sợi dệt là một hỗn hợp hóa chất được áp dụng cho xơ trước khi dệt hoạt động để cải thiện độ bền và khả năng uốn cong của sợi. Sợi xoắn dệt đã cho thấy một sức đề kháng tốt và thường không cần hồ, ngoại trừ đối với sợi rất mịn. Sợi lanh không được hồ nhưng chườm sáp, và do đó không cần phải được rửa hồ. Sáp được loại bỏ trong giai đoạn tẩy rửa.

Hồ phải được loại bỏ từ vải dệt khi hoạt động dệt hoàn tất. Rũ hồ hiệu quả là một yêu cầu hoàn toàn cần thiết cho việc chuẩn bị vải tốt. Nước thải từ rũ hồ chiếm 40% - 60% lượng COD trong nước thải của các nhà máy hoàn thiện bông.

COD trong nước thải rũ hồ phụ thuộc vào sự lựa chọn rũ hồ được thực hiện bởi thợ dệt. Sự thêm vào nhiều hơn chất hồ thường cải thiện quá trình dệt, do đó sợi đôi khi bị quá tải với hồ. Nếu quy trình hồ không được kiểm soát tốt, hồ có thể được phân bố theo một cách không đồng nhất trên sợi, có thể gây quá tải ở một số bộ phận. Sợi bị quá tải rõ ràng là gây ra nhiều vấn đề hơn trong giai đoạn rũ hồ. Các công ty không tích hợp nên tìm kiếm sự thỏa thuận về sự lựa chọn và số lượng của hồ được sử dụng trong các nhà máy dệt, và các nhà máy dệt nên tối ưu hóa tỷ suất hiệu quả dệt/hồ được thêm vào.

Bảng 4.13: Tiêu thụ tài nguyên trong rũ hồ

Tài nguyên	Số lượng	Đơn vị tính
Nước	12 – 35	l/kg
Năng lượng nhiệt	2 – 9	MJ/kg

Bảng 4.14: Chất thải vào nước từ công đoạn rũ hồ

Chất thải	Số lượng	Đơn vị tính
BOD	50 – 14	g O ₂ /kg vải dệt
COD	88 – 130	g O ₂ /kg vải dệt
Chất rắn lơ lửng (tinh bột – không tinh bột)	400 – 4000	mg/l
Độ pH	6 – 8	

Rũ hồ bằng enzyme

Xử lý bằng enzyme được sử dụng rộng rãi trên các loại vải bông được hồ bằng tinh bột; các amylase thì đặc biệt thích hợp. Enzym là hữu ích bởi vì chúng phản ứng đặc thù với tinh bột. Ví dụ, amylase phân hủy tinh bột, nhưng không phân hủy cellulose. Chất chiết xuất từ lúa mạch đã từng được sử dụng rộng rãi, nhưng hiện nay các amylase có vi khuẩn được ưa thích hơn. Khi các thành phần hồ không hoàn toàn được biết, một hỗn hợp của các enzym có thể là một lựa chọn rũ hồ hữu ích (cellulase, lipase, amylases). Sự ổn định và hoạt tính của các enzym phụ thuộc vào nhiều yếu tố, bao gồm pH, nhiệt độ, sự hiện diện của chất kích hoạt (đặc biệt là các ion kim loại) và các tác nhân làm ứ đọng.

Việc rũ hồ có thể được thực hiện trong một quy trình theo từng đợt, nhưng thường được thực hiện bằng cách sử dụng hệ thống bán liên tục hoặc liên tục hơn. Trong điều kiện số lượng lớn vải được ngâm ép trong chế phẩm enzyme và được tạo mẻ, nhưng nói chung nhiệt độ của dung dịch enzyme trên vật liệu dệt thì thấp hơn mức tối ưu nhiều. Vì sự phân hủy hồ tinh bột bằng enzyme là một phản ứng tùy thuộc vào nhiệt độ và thời gian, trong thực tế một giai đoạn nung nóng hoặc một thời gian chờ thích hợp trong môi trường lạnh

sẽ là cần thiết. Việc nở, phân hủy và tan các sản phẩm phân hủy chất hồ là những phản ứng cần đến 20 giờ để sản xuất một dung dịch nước đồng nhất của các sản phẩm phân hủy tinh bột trên vải có thể được loại bỏ dễ dàng. Việc sử dụng enzyme ổn định ở nhiệt độ cao tạo ra một qui trình rũ hồ dễ dàng hơn và nhanh hơn, có ngâm ép-chưng hấp liên tục.

Sau khi phân hủy bằng enzyme, một số dư lượng tinh bột sẽ hòa tan trong nước, nhưng một số dư lượng có chuỗi tương đối dài hoặc phần nhánh cần được xử lý bằng chất kiềm để trở nên hòa tan. Việc loại bỏ các sản phẩm phân hủy tinh bột hòa tan bằng cách rửa phải được thực hiện triệt để, vì bất kỳ dư lượng tinh bột bị phân hủy nào cũng có thể gây khó khăn trong qui trình nhuộm. Tùy thuộc vào loại và cấu trúc vải, vải được giặt ở dạng dây hoặc căng rộng trên máy giặt liên tục. Ngoài ra, việc giặt bằng hơi hoặc sàng là có thể, mặc dù chậm hơn so với việc xử lý liên tục.

Rũ hồ bằng oxy hóa

Sự phân hủy tinh bột bằng oxy hóa, như là một thay thế cho các enzym hoặc axit, đã được biết đến trong nhiều năm. Trước khi tẩy trắng trong thùng chuỗi vải bằng hydrogen peroxide, các dung dịch hypochlorite pha loãng đã được sử dụng để rũ hồ bằng cách xử lý ngâm ép. Gần đây, hydrogen peroxide hoặc persulfates nói chung có liên quan đến việc rũ hồ oxy hóa.

Rũ hồ oxy hóa đặc biệt hữu ích khi các thành phần hồ không hoàn toàn được biết đến, hoặc khi tinh bột có khả năng phân hủy sinh học thấp (đặc biệt là tinh bột khoai mì) hoặc chất hồ có chứa dầu hiện diện. Rũ hồ oxy hóa là phù hợp trong những tình huống này bởi vì nó không phải là chất nền cụ thể, tuy nhiên, nếu không được kiểm soát tốt, nó có thể tấn công xơ xenlulo. Rũ hồ oxy hóa với sodium persulfate, các trợ chất và kiềm là rất hữu ích với chất hồ bao gồm tinh bột và PVA.

Rũ hồ bằng axit

Xử lý bằng axit phân hủy hồ có gốc tinh bột và tạo thuận lợi cho việc loại bỏ canxi và muối magiê từ vải xenlulo. Nồng độ acid hydrochloric được sử dụng có thể cao tới 2% cho thời gian ngâm ngắn hoặc thấp ở mức 0,2% cho ngâm qua đêm. Việc chăm sóc phải được thực hiện để tránh bất kỳ rủi ro của việc khô kiệt cục bộ, nếu không thì sự thiệt hại do thủy phân cellulose có thể xảy ra.

Loại bỏ hồ tan trong nước

Các loại hồ tan trong nước được rũ bỏ trong một dung dịch có tính kiềm nhẹ có chứa một chất tẩy rửa hoặc không có bất kỳ phụ liệu nào (như với việc loại bỏ hồ bằng cách sử dụng công nghệ siêu lọc). Độ hòa tan trong nước của chất hồ tổng hợp được giảm bằng cách làm khô sợi đã hồ và đốt đầu sợi. Phải sử dụng đủ thời gian ngâm trong dung dịch rũ hồ để đảm bảo sự hấp thu tối đa của dung dịch và sự nở của hồ. Việc rửa kỹ bằng nước nóng là cần thiết để loại bỏ các chất hồ hòa tan.

Trong việc xử lý số lượng lớn, mà trong đó vải đã được đốt đầu sợi được đưa qua một dung dịch rũ hồ cùng một lúc với máy đốt đầu sợi, một qui trình nhúng đôi/kẹp đôi có

không khí đi ngang qua được ưa thích hơn. Quá trình bán liên tục cho phép chất hồ nở bằng cách giữ vải ngâm tẩm trong vài giờ thì rất hiệu quả. Việc giặt sau đó rửa trong trường hợp này chỉ được thực hiện để loại bỏ chất hồ đã được tách ra trước đó.

4.4.3.3 Kiểm hóa

Lưu ý: Việc kiểm hóa không được thực hiện trên các sản phẩm lanh, mà thay vào đó chúng được xử lý bằng xút ăn da có nồng độ thấp hơn.

Kiểm hóa bằng xút ăn da

Xử lý kiểm hóa bằng xút ăn da làm nở ra và tái định hướng cấu trúc cellulose, tạo ra nhiều vị trí hơn cho các liên kết hóa học và vật lý trong xơ bông chín, qua đó cải thiện sự hấp thu thuốc nhuộm, độ bền kéo, sự ổn định kích thước và độ bóng.

Kiểm hóa được thực hiện như sau:

- sợi được se sau khi đốt đầu sợi
- sợi được chuẩn bị cho may hoặc dệt kim (theo từng đợt cho các nùi hoặc liên tục cho sợi dọc)
- vải dệt thoi hoặc dệt kim, hoặc vải mộc, đã được đốt đầu sợi và rũ hồ, tẩy trắng hoặc nhuộm.

Vải có thể được kiểm hóa trên (a) máy kiểm hóa có chuỗi (cho vải dệt thoi), mà nó áp dụng sức căng trực tiếp vào sợi dọc và sợi ngang, hoặc (b) trên một máy kiểm hóa không chuỗi (cho vải dệt thoi và dệt kim), mà nó chỉ áp dụng sức căng gián tiếp qua sợi ngang. Việc xử lý theo sức căng là lựa chọn hiệu quả nhất, nhưng kiểm hóa không chuỗi thường được ưa thích hơn vì nó làm tăng năng suất.

Nồng độ xút ăn da thường được sử dụng là 270 g/l - 300 g/l (28°C - 30°C).

Một quy trình kiểm hóa nóng đã được áp dụng, bao gồm độ bão hòa có xút ăn da gần đến điểm sôi, kéo giãn bằng nhiệt và làm mát, tiếp theo là công đoạn giặt và rửa dưới sức căng.

Quy trình này đảm bảo những điều sau đây:

- Độ thấm thấu của dung dịch tốt hơn
- Tăng cường hiệu quả xử lý, cả về thời gian và hiệu suất
- Tác động tẩy rửa nhanh, tương đương với tẩy rửa bằng xút ăn da trước khi tẩy trắng bằng peroxit
- Tác dụng rũ hồ tốt

Các tác nhân làm ướt là quan trọng để cải thiện sự thấm thấu của dung dịch kiểm hóa vào trong vải, đặc biệt là trong xử lý ở nhiệt độ môi trường xung quanh. Các sulfonate thường được sử dụng như tác nhân làm ướt trong kiểm hóa, được pha trộn với các chất hoạt động bề mặt không ion và các phosphoric ester.

Việc sử dụng kiềm hóa có thể làm giảm 30% - 50% lượng thuốc nhuộm tiêu thụ, do sự tận trích gia tăng. Mặt khác, nước thải từ quá trình kiềm hóa có đặc trưng của độ pH cao.

Bảng 4.15: Tiêu thụ tài nguyên trong công đoạn kiềm hóa		
Tài nguyên	Số lượng	Đơn vị tính
Nước	23-95	l/kg
Điện	Không sẵn có	KWh/kg
Năng lượng nhiệt (bao gồm sấy khô)	5-11	MJ/kg
Các hóa chất	Không sẵn có	g/kg

Bảng 4.16: Chất thải trong nước từ công đoạn kiềm hóa		
Chất được loại bỏ	Số lượng	Đơn vị tính
BOD	10 - 14	g O ₂ /kg vải dệt
COD	Không áp dụng	g O ₂ /kg vải dệt
Các chất rắn lơ lửng	~ 1	g/kg vải dệt
Độ pH	5,5-9,5	

Kiểm hóa bằng amoniac

Amoniacc lỏng khan có thể được sử dụng để đạt được những hiệu ứng tương tự với những hiệu ứng của kiềm hóa bằng xút ăn da và để cải thiện sự phục hồi nếp nhăn, mặc dù sự nở bên trong thớ thì không hiệu quả bằng và cấp độ sáng bóng thì kém hơn. Các dấu vết của amoniacc phải được loại bỏ, tốt hơn là bằng xử lý nhiệt khô và tiếp theo là bằng hơi nước.

4.4.3.4 Xử lý bằng xút ăn da

Việc xử lý bằng xút ăn da đôi khi được thực hiện theo các điều kiện sau đây để kích thích co rút vải, do đó làm cho chúng vững chắc và cải thiện hiệu suất kiềm hóa:

- ở nồng độ kiềm thấp hơn (145 g/l-190 g / l = 18°C -22°C) hơn cho công đoạn kiềm hóa,
- ở nhiệt độ giữa 20°C và 30°C, và
- không có sức căng.

Việc xử lý này thường được thực hiện trên bông không kiềm hóa và trên lanh (mà trên đó công đoạn kiềm hóa không bao giờ được thực hiện).

4.4.3.5 Tẩy rửa

Tẩy rửa bằng kiềm (sodium hydroxide, natri cacbonat; T: 90 ° C-102 ° C) để xà phòng hóa các dầu tự nhiên, và các chất hoạt động bề mặt để nhũ tương hóa và tạo huyền phù các

tạp chất không thể được xà phòng hóa trong dung dịch tẩy rửa. Với sáp, việc tẩy rửa có thể giúp loại bỏ những sáp đã được sử dụng trước khi thực hiện quy trình dệt thoi. Các phần tử vôi (trong bông) hoặc phần tử rơm (trong lanh) trở nên mềm hơn và sau đó được xả kiềm thông qua tẩy trắng. Điều này làm cho sợi dễ thấm hút hơn, cùng với những đặc điểm về độ thấm ướt được tăng cường mạnh mẽ.

Việc tẩy sạch có thể được thực hiện trên vải dệt thoi được hồ hoặc giữ hồ, vải dệt kim hoặc sợi. Các chu kỳ tẩy sạch cụ thể thì khác nhau, tùy thuộc loại cấu trúc xơ, sợi, và vải. Vải bông và vải lanh có thể được tẩy sạch theo nhiều cách khác nhau. Mức độ loại bỏ các tạp chất từ vải tùy thuộc vào thời gian, nhiệt độ và nồng độ kiềm (caustic soda). Phạm vi của các điều kiện hoạt động cho tẩy rửa thì rất rộng, từ việc xử lý bằng nhiệt độ thấp kéo dài đến nhiệt độ cao trong thời gian ngắn. Những yếu tố này lại liên quan trực tiếp đến chi phí về phương diện thời gian, hóa chất và năng lượng. Tẩy rửa ở những điều kiện khắc nghiệt (nhiệt độ cao, độ pH cao) có thể dẫn đến viết mất đi một trọng lượng lên đến 14% - 18%. Giai đoạn cọ rửa cũng tất yếu dẫn đến một số thiệt hại do hóa chất đối với xơ bông.

Hai nguồn ô nhiễm chính trong quy trình này là các chất gây nhiễm bản vải mộc (đặc biệt là các phụ phẩm bông tự nhiên: pectin, sáp, kim loại và thuốc trừ sâu) và những chất hoạt động bề mặt không dễ phân hủy sinh học.

Chất hoạt động bề mặt được sử dụng để cọ rửa thường là những hỗn hợp của:

- Chất hoạt động bề mặt không ion: alcoholethoxylates, ethoxylates alkylphenol (xem mục 3.3.1)
- Chất hoạt động bề mặt mang điện tích âm: sulfonates, phốt phát, cacboxylat

Các chất tạo phức được sử dụng để loại bỏ các tạp chất kim loại (sắt, đồng, v.v...) mà chúng có thể gây hại cho vải trong quá trình tẩy trắng bằng hydrogen peroxide (tức các chất xúc tác), hoặc dẫn đến các vết bản trong quá trình nhuộm (tức là các ion kiềm thổ). Nước phải được làm mềm để đảm bảo loại bỏ các kim loại kiềm thổ.

Bảng 4.17: Chất thải vào nước thải từ quy trình cọ rửa

Chất thải	Số lượng	Đơn vị tính
BOD	~ 23	g O2/kg vải dệt
COD	~ 94	g O2/kg vải dệt
Chất rắn lơ lửng	2.200 – 17.400	mg/l
Độ pH	10 – 13	

4.4.4 Tiền xử lý tơ tằm

4.4.4.1 Cọ rửa

Để chuẩn bị sợi tơ tằm cho công đoạn nhuộm và vải tơ tằm cho các công đoạn nhuộm và in, cần thiết phải loại bỏ một phần hoặc hoàn toàn sericine, các loại dầu tự nhiên, và các tạp chất hữu cơ. Theo số lượng cụ thể của sericine bị loại bỏ thông qua tẩy rửa, việc xử lý

có thể được xác định theo hình thức không được tẩy rửa, làm mềm, khử keo. Xử lý không cọ rửa chỉ được thực hiện trên vải.

Việc cọ rửa để loại bỏ sericine sẽ đồng bộ hơn khi thực hiện trên bản thân các sợi, nhưng quá trình này thường được thực hiện trên vải để khai thác đặc tính bảo vệ của sericine như là một "chất hồ tự nhiên" chống lại những hư hại có thể có trong quá trình dệt thoi.

Sự phân hủy của các đại phân tử protein sericin do thủy phân đạt được bằng cách đơn giản là sử dụng xà phòng, chất hoạt động bề mặt tổng hợp, và các hỗn hợp giữa xà phòng và các chất hoạt động bề mặt tổng hợp trong một qui trình có enzyme, trong nước, ở nhiệt độ cao và có áp suất.

Việc cọ rửa có thể được thực hiện trong một dung dịch trung tính, axit hoặc kiềm, tùy theo kết quả được mong muốn.

4.4.4.2 Xử lý không cọ rửa

Xử lý không cọ rửa loại bỏ tất cả các chất khác nhau có nguồn gốc từ các hoạt động trước đây từ các loại vải tơ tằm thô, ở mức loại bỏ sericine tối thiểu (1% -2%), để thứ vải giữ được đặc tính cứng. Hoạt động này được thực hiện trong một dung dịch xà phòng có tính kiềm nhẹ ở nhiệt độ thấp.

4.4.4.3 Khử keo

Phương pháp xử lý này được thực hiện trên sợi và vải và đảm bảo loại bỏ hoàn toàn sericine (hiện diện trong tơ tằm thô theo tỷ lệ từ 20% đến 25%), cũng như các sản phẩm được thêm vào trong các hoạt động trước đó, mà không điều chỉnh tơ huyết. Việc xử lý có thể được thực hiện trong một dung dịch trung tính, acid, hoặc kiềm (phổ biến nhất). Việc kiểm soát nhiệt độ là cực kỳ quan trọng.

Khử keo bằng xà phòng

Sợi và vải được nhúng vào trong hai dung dịch (các dung dịch khử keo). Mỗi dung dịch chứa xà phòng màu xanh lá cây ở các nồng độ khác nhau. Sợi hoặc vải sau đó giặt với amoniac và giữ sạch.

Nhiệt độ quá trình thay đổi từ 95°C và 98°C, và nồng độ xà phòng trong dung dịch thay đổi từ 10 g/l và 15 g/l. Tính trung bình, toàn bộ việc xử lý kéo dài trong 2 giờ. Có thể tái sử dụng dung dịch đã sử dụng sau khi bổ sung xà phòng thích hợp.

Khử keo bằng các chất tẩy rửa tổng hợp

Qui trình khử keo sử dụng các chất hoạt động bề mặt không ion tổng hợp (ví dụ, rượu béo ethoxylate) để thay thế một phần hoặc hoàn toàn xà phòng.

Có thể kết hợp khử keo với oxy hóa hoặc khử tẩy trắng và trong một số trường hợp ngay cả với nhuộm, qua đó bảo tồn nước và năng lượng. Nói chung, hỗn hợp kiềm và chất tẩy được sử dụng ở nhiệt độ khoảng 95°C - 98°C. Việc xử lý như vậy là phù hợp cho việc xử lý liên tục.

Khử keo dưới áp suất ở nhiệt độ cao

Khử keo dưới áp suất ở nhiệt độ cao là một phương pháp xử lý đặc thù được sử dụng để khử keo sợi. Nó đòi hỏi một dung dịch nước không có chất hoạt động bề mặt và có nhiệt độ dao động giữa 110°C và 140°C. Giặt sau xử lý là cần thiết để loại bỏ các chất được sử dụng trong các quá trình trước.

4.4.4.4 Làm tăng trọng lượng sợi tơ tằm

Việc làm tăng trọng lượng được thực hiện chủ yếu trên sợi để giúp sợi khôi phục lại trọng lượng bị mất đi do việc loại bỏ sericine. Việc xử lý bao gồm sự lắng đọng muối thiếc hoặc ghép các chuỗi polyme vào các nhóm chức của các chuỗi protein tơ huyết. Việc làm tăng trọng lượng được xác định là "cân bằng" nếu trọng lượng chất nền cuối cùng bằng với trọng lượng của nó trước khi khử keo, là "cao hơn" nếu trọng lượng chất nền cuối cùng cao hơn. Tơ tằm đã được làm tăng trọng lượng tạo cảm giác khác nhau khi tiếp xúc và khi xếp nếp.

Phương pháp làm tăng trọng lượng thường được áp dụng nhất là làm tăng trọng lượng kết hợp.

Làm tăng trọng lượng bằng khoáng chất

Sợi tơ tằm được xử lý bằng cách sử dụng **tetrachloride thiếc** trong các dung dịch có các nồng độ khác nhau (dung dịch mạnh hoặc yếu) trong một môi trường acid. Trong một dung dịch mạnh, trọng lượng tơ tằm có thể được tăng lên khoảng 10% đơn giản bằng cách hấp thụ muối. Công đoạn này được tiếp theo bằng các chu kỳ rửa để loại bỏ muối không cố định và để thủy phân muối hiện diện trên sợi. Các hoạt động này có thể được lặp đi lặp lại để tăng thêm trọng lượng tơ tằm. Để đảm bảo cố định của các muối thiếc, việc tăng trọng lượng được hoàn thành đầu tiên bằng cách xử lý trong dung dịch sodium phosphate bibasic và sau đó bằng sodium silicate.

Nhược điểm của phương pháp này là (a) thời gian xử lý dài, (b) tiêu thụ nhiều năng lượng và nước, và (c) tác động môi trường liên quan đến hàm lượng thiếc cao trong nước thải.

Tăng trọng lượng bằng các đơn phân vinyl

Ghép các đơn phân vinyl lên lụa tơ tằm là một cách thay thế cho việc tăng trọng bằng khoáng chất truyền thống. Một phương pháp như vậy không chỉ cho phép vải lụa để đạt được sự gia tăng trọng lượng mong muốn, mà còn cải thiện đặc tính và hiệu suất của tơ tằm. Việc đồng trùng hợp bằng các đơn phân vinyl được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp kích hoạt gốc (các hệ thống oxy hóa khử, tia cực tím, các tia γ và tương tự). Công đoạn nhuộm tơ tằm có thể được điều chỉnh bằng cách tăng trọng lượng.

Methacrylamide (MAA) là một trong các đơn phân thường được áp dụng nhất ở cấp độ công nghiệp.

Tăng trọng lượng tơ tằm bằng Methacrylamide (MAA)

Tăng trọng lượng bằng MAA là một ứng dụng đơn giản. Kích hoạt gốc đạt được thông qua ammonia persulfate hoặc potassium persulfate. Các kích hoạt gốc khác, bao gồm các hệ thống oxy hóa khử được mô tả trong các tài liệu, hiện không được áp dụng ở cấp độ công nghiệp.

Tăng trọng lượng kết hợp

Tăng trọng lượng kết hợp bằng **thiếc/MAA** được thực hiện khá thường xuyên ở cấp độ công nghiệp để điều hòa các đặc tính cuối cùng của các hợp chất đã trải qua tăng trọng lượng bằng khoáng chất hoặc bằng MAA.

4.4.5 Tẩy trắng

Tẩy trắng là cần thiết cho tất cả các loại vải mộc (bông, len, sợi tổng hợp) khi màu sắc tự nhiên của vải có thể ảnh hưởng đến kết quả tạo màu. Tuy vậy, thông thường thì khi nhuộm màu tối được dự kiến, việc tẩy trắng có thể tránh thực hiện. Chất tẩy trắng oxy hóa chủ yếu là hydrogen peroxide, sodium hypochlorite, và sodium chlorite. Các qui trình oxy hóa có gốc Clo gây ra vấn đề tạo thành AOX. Một quan tâm đặc biệt là sự phát triển **trichloromethane** nghi (**chloroform**) gây ung thư trong quá trình xử lý bằng hypochlorite và, trong số lượng tăng lên, trong quá trình tẩy trắng kết hợp peroxide/hypochlorite.

Các chất tẩy trắng khử chủ yếu là sulfur dioxide, các sulfite, disulfite và dithionite.

Chất tẩy trắng oxy hóa được sử dụng trên các sợi cellulose; cả hai chất tẩy trắng khử và oxy hóa được sử dụng trên các sợi protein.

Bởi vì nồng độ clo trong chất thải trong nước thải phải tùy thuộc vào các giới hạn pháp lý, hydrogen peroxide đang trở thành sự lựa chọn phổ biến nhất để tẩy trắng. Lanh và bông vẫn được tẩy trắng bằng sodium chlorite khi cần có một mức độ trắng cao theo yêu cầu, hoặc để tẩy sạch màu tạo ra bị lỗi. Lanh thường được tẩy trắng ở xơ, trong trường hợp này, các nhà máy xử lý lanh không cần thực hiện một bước tẩy trắng triệt để trên chúng.

4.4.5.1 Tẩy trắng bằng hydrogen peroxide

Hydrogen peroxide là chất tẩy trắng phổ biến nhất cho bông. Tẩy trắng bằng peroxide có thể được thực hiện trên vải mộc hoặc xơ đã được cọ rửa.

Tẩy trắng bằng hydrogen peroxide được thực hiện trong điều kiện kiềm (pH 12 - 12,5) thường được tạo ra bởi xút ăn da. Nhiệt độ hoạt động có thể thay đổi trong một phạm vi rộng, từ môi trường xung quanh đến nhiệt độ cao. Một tác dụng tẩy trắng tốt xảy ra trong khoảng từ 60°C - 80°C.

Không giống như xử lý bằng hypochlorite, tẩy trắng bằng hydrogen peroxide cùng với xút ăn da ở nhiệt độ cao làm thoái hóa các mẫu vò. Việc cọ rửa trong nồi hấp trở nên không cần thiết. Nếu các chất phân tán thích hợp và các chất tẩy được sử dụng, việc cọ rửa có

thể được loại bỏ hoàn toàn. Các hóa chất tạo ổn định (sodium silicate, tripolyphosphate, sodium pyrophosphate, borate, các polyme polyacrylic, và các **phosphonate**) cũng được sử dụng, bởi vì peroxide thì cực kỳ không ổn định trong các điều kiện kiềm và nhiệt độ cao.

Các tạp chất có chứa sắt phải được loại bỏ bởi vì chúng gây xúc tác cho sự phân hủy của peroxide gây ra thiệt hại sau đó đối với cellulose và sự mất đi đặc tính tẩy trắng của dung dịch. Nhựa acrylic là những chất tạo phức, và các phosphonate cũng vậy. Các tác nhân khử khí như tributyl phosphate và tributoxyethyl phosphate thường được thêm vào.

Các khí thải phát sinh từ tẩy trắng là không đáng kể (0,04 g C hữu cơ/kg vải dệt), vì chúng được thải từ qui trình làm khô sau khi tẩy trắng (0,02 g C hữu cơ/kg vải dệt).

Tài nguyên	Số lượng	Đơn vị tính
Nước xử lý	14 – 24	l/kg
Nước làm mát	~ 6	l/kg
Điện	0,10 – 0,13	kWh/kg
Năng lượng nhiệt	3 – 5	MJ/kg
Các trợ chất	15 – 25	g/kg
Các hóa chất (H ₂ O ₂)	50 – 60	g/kg

Chất thải	Số lượng	Đơn vị tính
BOD	~ 2	g O ₂ /kg vải dệt
COD	~ 20	g O ₂ /kg vải dệt
Chất rắn lơ lửng	~ 900	mg/l
Độ pH	~ 6	

Chất thải	Số lượng	Đơn vị tính
BOD	90 – 1,700	mg/l
COD	3.500 – 13.500	mg/l
Chất rắn lơ lửng	800 – 15.000	mg/l
Độ pH	6 – 9	

4.4.5.2 Tẩy trắng bằng sodium hypochlorite

Hypochlorite có thể được cung cấp như là một dung dịch của sodium hypochlorite hoặc ở dạng bột như calcium hypochlorite hoặc sodium dichloroisocyanurate. Trong điều kiện kiềm, oxy hoạt tính phát triển và thực hiện tác dụng tẩy trắng của nó. Phải tránh việc hình thành quá nhiều oxy hoạt tính bằng cách cho thêm tro soda để giữ được độ pH khoảng 9 - 11, và nhiệt độ tẩy trắng nên được duy trì khoảng 20°C - 25°C.

Tẩy trắng bằng hypochlorite có thể được thực hiện theo đợt (ống thoát, máy sàng, máy tời, vòi phun) bán liên tục (ngắm ép theo đợt) và liên tục (các hệ thống U-Box, J-Box, băng tải và ngâm).

Giặt và xử lý chống clo bằng các chất khử (đặc biệt là dithionite, thiosulfate) ở nhiệt độ phòng phải được thực hiện để loại bỏ hypochlorite và các chlorine amine được tạo ra bởi công đoạn tẩy trắng. Hydrogen peroxide cũng có thể được sử dụng để đạt được một mức độ độ trắng cao hơn (tẩy trắng bằng sự kết hợp chlorine-peroxide).

4.4.5.3 Tẩy trắng bằng sodium chlorite

Tẩy trắng bằng chlorite tạo ra kết quả tối ưu trên các xơ cellulose và đặc biệt là nó đảm bảo một mức độ trắng cao. Nó đặc biệt thích hợp cho tẩy trắng lạnh. Khi các loại vải được hồ bằng tinh bột, xơ có thể được xử lý như xơ mộc ngay cả khi không rũ hồ. Các mảnh vụn được loại bỏ khi chúng được tẩy trắng bằng peroxide. Tẩy trắng bằng sodium chlorite được thực hiện theo các điều kiện có tính acid (pH 3 - 5 để cho phép tốc độ phản ứng tối đa), thêm các chất đệm như các muối của phosphoric, formic, hoặc acetic acid ở nhiệt độ 70°C - 95°C. Sodium nitrate được thêm vào như là một chất ức chế ăn mòn để bảo vệ bề mặt bằng thép không gỉ. Các công nghệ làm lạnh đã được phát triển để làm giảm các vấn đề độc tính và ăn mòn, bằng cách sử dụng formaldehyde như là một chất kích hoạt.

Một chất hoạt động bề mặt cation là cần thiết cho sự thẩm thấu và loại bỏ đất. Thứ tự mà trong đó các trợ chất khác nhau được áp dụng phải được kiểm soát để tránh sự tiếp xúc trực tiếp giữa dung dịch sodium chlorite cô đặc và các acid.

Sodium chlorite phải được xử lý và lưu trữ cẩn thận vì các rủi ro độc tính và ăn mòn. Các hỗn hợp sodium chlorite với các chất dễ bắt lửa hay các chất khử có thể tạo ra mối nguy hiểm, đặc biệt là khi bị tác động bởi ma sát, nhiệt hoặc sự va chạm. **Chlorine dioxide** được thải ra khi tiếp xúc với các acid và sự phân hủy sodium chlorite tạo ra oxy hỗ trợ quá trình đốt cháy.

Sodium chlorite ăn mòn rất mạnh và bất kỳ lượng bị đổ ra nào cũng cần phải được rửa sạch với một lượng lớn nước.

4.4.5.4 Tẩy trắng kết hợp

Đôi khi tẩy trắng được thực hiện trong hai giai đoạn: một tác nhân oxy hóa được sử dụng, và tiếp theo là một hệ thống tẩy trắng để cải thiện độ trắng. Sự kết hợp phổ biến nhất bao gồm việc xử lý bằng hypochlorite tiếp theo bằng dung dịch hydrogen peroxide có các tác

nhân tẩy trắng quang học được thêm vào.

4.4.5.5 Tẩy trắng quang học

Ngoài ra các chất tẩy trắng thông thường, các nhà máy sử dụng chất tẩy trắng quang học. Chất tẩy trắng quang học không phải là chất tẩy trắng thực sự, nhưng các hóa chất huỳnh quang phát ra một ánh sáng xanh, do đó che giấu màu vàng nhạt. Các chất được áp dụng bằng cách sử dụng cùng các quá trình giống nhau được sử dụng cho thuốc nhuộm. Những chất làm sáng này thường là các hợp chất stilbene và hoạt động như là một thuốc nhuộm trực tiếp vô hình. Lưu ý rằng việc tẩy trắng quang học cũng có thể được thực hiện trong bước hoàn thiện.

4.4.6 Giặt vải

4.4.6.1 Giặt bằng nước

Thông thường, nước nóng (40°C-60°C) được sử dụng với các chất tẩy cụ thể. Các loại vải mềm đôi khi được giặt trong dung môi thay vì nước, và đôi khi cả bằng nước và giặt khô.

Yếu tố quan trọng trong việc giặt là:

- Đặc tính nước
- Lựa chọn xà phòng và chất tẩy rửa
- Tác động cơ học
- Nhiệt độ và độ pH
- Giữ sạch

Giặt sử dụng một sự kết hợp chất tạo ẩm và chất tẩy rửa, bởi vì điều quan trọng là làm cho tất cả không khí bị đẩy ra khỏi vải để các chất tẩy rửa có thể hoạt động hiệu quả. Thông thường một sự kết hợp các chất hoạt động bề mặt anion và không ion được sử dụng. Sự lựa chọn các chất hoạt động bề mặt là quan trọng vì chúng phải có hiệu quả trong chất kiềm mạnh. Các chất tẩy rửa gây nhũ hóa các dầu khoáng và phân tán các chất màu không hòa tan. Sự lựa chọn chất hoạt động bề mặt cũng thay đổi với các loại xơ nguyên liệu.

Cần có các lượng nước lớn để giặt và giữ. Qui trình giặt cũng tiêu thụ một lượng năng lượng nhiệt cao, trước hết bởi vì việc giặt được thực hiện ở 40°C - 60°C, và kế đó bởi vì việc sấy khô là cần thiết. Việc tiêu thụ điện là khá thấp. Bảng 4.21 cho thấy các mức độ tiêu thụ và phát thải trong quá trình giặt (đối với việc cọ rửa bông, xem Bảng 4.17). Để biết thêm thông tin về sự phát thải cụ thể của các vật liệu tổng hợp trong quá trình tiền xử lý/giặt, xem Mục 4.4.1.

Bảng 4.21: Tiêu thụ tài nguyên trong giặt bằng nước		
Tài nguyên	Số lượng	Đơn vị tính
Nước	6 – 20	l/kg
Điện	0,02 – 0,120	kWh/kg

Năng lượng nhiệt	1,3 – 3,4	MJ/kg
Các hóa chất	10 – 30	g/kg

Bảng 4.22: Chất thải trong nước từ giặt len

Chất thải	Số lượng	Đơn vị tính
BOD	~ 47	g O ₂ /kg vải dệt
COD	~ 113	g O ₂ /kg vải dệt
Chất rắn lơ lửng	Không áp dụng	g/kg vải dệt
Độ pH	Không áp dụng	

Bảng 4.23: Chất thải trong nước từ giặt bằng các chất tổng hợp

Chất thải	Số lượng	Đơn vị tính
BOD	~ 14	g O ₂ /kg vải dệt
COD	~ 86	g O ₂ /kg vải dệt
Chất rắn lơ lửng	5 – 60	g/kg vải dệt
Độ pH	8 – 10	

4.4.7 Giặt khô

Giặt khô công nghiệp đôi khi là cần thiết. Cọ rửa bằng dung môi có một số ưu điểm kỹ thuật so với cọ rửa bằng nước; việc loại bỏ các chất kỵ nước từ vải dễ dàng hơn, tiêu thụ năng lượng thấp hơn và không cần sử dụng nước.

Giặt khô có thể được thực hiện liên tục trong toàn bộ chiều rộng (cho vải dệt thoi và dệt kim) hoặc không liên tục ở dạng dây (thường cho các loại vải dệt kim).

Các tạp chất được loại bỏ bởi dung môi, rồi sau đó được tinh lọc và tái chế trong một mạch kín. Mức tiêu thụ dung môi tổng cộng khoảng từ 1% đến 4% tính theo trọng lượng xơ, tùy thuộc vào công nghệ được sử dụng. Mức tiêu thụ không nhất thiết phải bằng mức khí thải, vì sự hiện diện của các bộ lọc giúp loại bỏ dung môi từ khí thải. Trong nhiều trường hợp, các công đoạn xử lý hoàn thiện (ví dụ, làm mềm) có thể được thực hiện trong cùng các nhà máy và sử dụng cùng các máy móc giống nhau. Trong trường hợp này, nước và các hóa chất có gốc từ chất hoạt động bề mặt được thêm vào các dung môi giặt.

Các nhà máy dung môi có hệ thống xử lý và phục hồi dung môi ngay trong nhà máy, loại bỏ tạp chất và bụi bẩn bằng cách chưng cất dung môi. Bùn cặn còn lại phải được xử lý và tùy thuộc vào nồng độ dung môi, phải được xử lý như chất thải nguy hại.

Dung môi phải được làm lạnh sau khi chưng cất, đòi hỏi một lượng lớn nước làm mát. Lưu ý rằng nước nóng là không bao giờ bị ô nhiễm bởi các dung môi và có thể được tái sử dụng, ví dụ, để làm nước giặt trong các nhà máy có cả 2 hệ thống giặt bằng dung môi và bằng nước. Dung môi được sử dụng rộng rãi nhất là **perchloroethylene**. Phát thải có thể có trong hoạt động giặt khô phát sinh từ việc thất thoát qua các bộ phận máy (mà

chúng có thể được loại bỏ hoặc giảm bằng cách bịt kín các máy móc) và sự vận chuyển của dung môi gắn liền với vải len đã được làm khô (10 ppm). Hầu hết các máy móc hiện đại có một hệ thống kiểm soát gắn liền khiến cho không thể mở cửa trước của máy nếu nồng độ dung môi trong máy lớn hơn giá trị được thiết lập theo quy định của quốc gia. Các nguồn phát thải dung môi khác có thể có là dư lượng bùn cặn và dư lượng dung môi trên vải.

Các nhà máy lớn đòi hỏi cả năng lượng nhiệt và điện, trong khi ở các nhà máy nhỏ, nhiệt cần thiết cho việc chưng cất dung môi được cung cấp bởi điện.

Các máy giặt khô có thể được chia thành hai nhóm -- máy mạch hở và máy mạch kín -- tùy thuộc vào đường đi của luồng không khí được sử dụng để sấy vải và loại bỏ dung môi từ vải ở cuối qui trình giặt.

Mạch dung môi luôn luôn là một mạch kín; dung môi được liên tục tái chế và thu hồi, và được sử dụng cho qui trình giặt kế tiếp.

4.4.7.1 Máy mạch hở

Khi chu kỳ giặt kết thúc, các máy mạch hở máy nhận số lượng lớn không khí từ môi trường, làm ẩm không khí bằng một bộ trao đổi nhiệt hơi nước và đưa nó vào trong máy, qua đó làm bay hơi dung môi để nó được gán như loại bỏ hoàn toàn từ vải sạch. Những máy này sau đó đưa khí giàu dung môi vào một nhà máy lọc carbon hoạt tính tập trung. (Các bộ lọc cần được bảo dưỡng để duy trì hiệu suất làm sạch tối ưu). Hầu hết các nhà máy lọc hiện đại cho phép xả vào khí quyển dưới 3 - 4 ppm dung môi, thấp hơn nhiều so quy định hiện hành. Quá trình sấy là rất nhanh bởi vì trong mỗi chu kỳ, không khí trong lành được sử dụng.

4.4.7.2 Máy mạch kín

Trong khi đó, các máy mạch kín sử dụng cùng một khối lượng không khí để thực hiện quá trình sấy để làm giảm số lượng của dung môi thải vào khí quyển. Kết quả là quá trình này chậm hơn (lâu hơn khoảng 30% - 40%) và đòi hỏi một chương trình nhà máy tinh vi. Trong trường hợp này, không khí nghèo dung môi trước hết được làm nóng bởi một bộ trao đổi nhiệt và sau đó được đưa vào bên trong máy. Sau đó, thay vì được lọc và thải vào khí quyển, khí giàu dung môi được xử lý bên trong. Việc xử lý như vậy bao gồm sự thu hồi dung môi bằng cách ngưng tụ trong máy làm lạnh. Khi dung môi đã được loại bỏ từ không khí và được thu hồi, không khí nghèo dung môi được làm nóng và tái sử dụng liên tục. Một nhà máy làm lạnh do đó là cần thiết, làm tăng tiêu thụ điện năng tổng thể, mà một phần được bù đắp bởi việc dung môi giảm đi. Dung môi được thu hồi được gửi đến một nhà máy tập trung, nơi nó được chưng cất và tinh lọc.

Máy mạch kín không đòi hỏi bộ lọc carbon hoạt tính.

Ngay cả khi nước không được sử dụng trực tiếp trong quá trình này, vẫn cần có một số lượng lớn nước để làm mát. Nước này không bị ô nhiễm bởi dung môi và được lưu trữ trong các hồ chứa. Nếu có máy giặt bằng nước trong cùng một nhà máy, nước ấm từ nhà

máy làm mát có thể được sử dụng, cho phép tiết kiệm nước và năng lượng. Nước làm mát được thải ra mà không cần bất kỳ sự xử lý nào.

Bảng 4.24: Tiêu thụ tài nguyên trong giặt khô liên tục		
Tài nguyên	Số lượng	Đơn vị tính
Nước	6 – 14	l/kg
Điện	0,03 – 0,06	kWh/kg
Năng lượng nhiệt	0,7 – 1,7	MJ/kg
Dung môi	~ 20	g/kg

Bảng 4.25: Tiêu thụ tài nguyên trong giặt khô theo đợt (10 kg đơn vị trọng tải, mạch kín)		
Nguồn lực	Số lượng	Đơn vị tính
Nước	~ 30	l/kg
Điện	~ 0,3	kWh/kg
Dung môi	~ 15	g/kg

Bảng 4.26: Tiêu thụ hóa chất trong giặt khô		
Giặt khô – Mạch hở	Số lượng	Đơn vị tính
• Perchloroethylene	~ 35	g/kg
Giặt khô – Mạch kín	Số lượng	Đơn vị tính
• Perchloroethylene	~ 15	g/kg
Xử lý làm mềm – Mạch hở	Số lượng	Đơn vị tính
• Nước	~ 0,07	l/kg
• Perchloroethylene	~ 35	g/kg
• Các hóa chất khác	~ 22	g/kg
Xử lý làm mềm – Mạch kín	Số lượng	Đơn vị tính
• Nước	~ 0.07	l/kg
• Perchloroethylene	~ 15	g/kg
• Các hóa chất	~ 22	g/kg

4.5 Nhuộm

Nhuộm là một qui trình cần thiết trong dây chuyền dệt và làm tăng đáng kể giá trị kinh tế của sản phẩm. Xơ, sợi, vải, và thậm chí cả hàng may mặc có thể được nhuộm. Hai kỹ thuật chính được sử dụng để nhuộm là nhuộm tận trích và nhuộm ngấm ép. Trong nhuộm tận trích, vật liệu được đưa đến trạng thái cân bằng bằng một dung dịch chứa thuốc nhuộm trong khoảng thời gian vài phút đến vài giờ. Nhuộm tận trích là một qui trình không liên tục (theo đợt).

Các loại máy khác nhau được sử dụng trong nhuộm thải, tùy thuộc vào các chất nền được nhuộm và sản phẩm cuối của hàng dệt được nhuộm. Mỗi máy được đặc trưng bởi một tỷ lệ dung dịch điển hình (trọng lượng dệt (kg)/thể tích dung dịch nhuộm (l)).

Trong nhuộm ngấm ép, thuốc nhuộm được sử dụng cơ học cho các chất nền (mức độ tiếp nhận dung dịch khoảng từ 50% đến 100%, tùy thuộc vào chất nền và qui trình nhuộm) và sau đó được cố định trong một quá trình bán liên tục hoặc liên tục (thường là bằng cách chưng hấp). Thông thường, nhuộm diễn ra tại các cơ sở chuyên về các hoạt động như vậy và xử lý hàng thô mà chúng thuộc về khách hàng (các nhà hoàn thiện ăn hoa hồng), nhưng các nhà máy tích hợp có thể bao gồm một xưởng nhuộm để xử lý nguyên liệu riêng của họ.

Như đã đề cập trước đó, các thuốc nhuộm được thải một phần vào nước thải tùy thuộc vào mức độ cố định của chúng. Gần như tất cả các chất hữu cơ và vô cơ được sử dụng như các trợ chất trong qui trình nhuộm được thải ra như là chất thải trong nước thải. Đối với một số chất (ví dụ, hệ thống chất mang), việc phát thải khí (không khí nơi làm việc, khí thải trong xử lý nhiệt) phải được xem xét.

Thông thường, chất thải trong nước thải của qui trình nhuộm liên tục (đặc biệt là đối với các lô nhuộm lớn) thì thấp hơn so với nhuộm từng đợt (tận trích). Chất thải trong nước thải liên quan đến nhuộm liên tục được gây ra bởi các dư lượng từ máy nhuộm ngấm ép và rửa vải đã nhuộm.

Với nhuộm tận trích, chất thải trong nước thải có thể được ước tính nếu có các thông tin sau đây:

- công thức nhuộm (có sự nhận biết về nồng độ các hoạt chất COD, AOX, hàm lượng kim loại, v.v... trong thuốc nhuộm và các chất trợ nhuộm)
- mức độ cố định của các thuốc nhuộm
- Các trường hợp ngoại lệ có thể có (đặc biệt là các chất mang) như các chất mà chúng được cố định một phần trên các chất nền (thuốc nhuộm) hoặc các chất mà chúng phản ứng trong quá trình nhuộm (các chất khử, v.v...)

Nồng độ của thuốc nhuộm trong dung dịch trong nhuộm tận trích dao động từ 0,1 g/l và 1 g/l (tối đa 10 g/l); đối với các qui trình bán liên tục, nồng độ thuốc nhuộm trong dung dịch là giữa 1 g/l và 10 g/l (tối đa 100 g/l). Đối với nhuộm liên tục, nồng độ từ 10 g/l đến 100 g/l thường được sử dụng.

Việc tiêu thụ nước, năng lượng, thuốc nhuộm, và các chất trợ nhuộm thì khác nhau trong một phạm vi đáng kể tùy thuộc vào chất nền được nhuộm (loại xơ (PES, CO, PA, v.v...), cấu trúc (xơ mềm, sợi, vải), sản phẩm dệt cuối cùng, máy nhuộm khác nhau, trọng tải của máy, qui trình nhuộm được sử dụng, kích thước của lô nhuộm, yêu cầu chất lượng của khách hàng và các khía cạnh kinh tế, v.v... Hơn nữa, mức tiêu thụ thuốc nhuộm phụ thuộc vào sắc thái màu (bình thường các màu tối cần có nhiều thuốc nhuộm hơn các màu sáng).

Kết quả của một cuộc khảo sát về tiêu thụ nước trong qui trình hoàn thiện (bao gồm tiền xử lý) xơ mềm, sợi, hàng dệt kim và hàng dệt thoi được cung cấp dưới đây. Dữ liệu được thu thập từ 75% các công ty trong ngành hoàn thiện của Đức (1996). Theo kết quả khảo sát, mức tiêu thụ nước – trực tiếp liên quan đến việc tiêu thụ các trợ chất, hóa chất và thuốc nhuộm – có thể khác nhau trong một phạm vi rộng và đạt đến một mức tối đa cho giá trị trung bình trong các nhà máy in.

Bảng 4.27 Tiêu thụ nước trong ngành hoàn thiện dệt ở Đức (1996)		
	Trung bình	Phạm vi
Xơ mềm/sợi	69 l/kg	10 – 185 l/kg
Hàng dệt kim	97 l/kg	20 - 133 l/kg
Hàng dệt thoi	103 l/kg	38 – 280 l/kg
In	179 l/kg	70 – 229 l/kg
Tổng giá trị trung bình	111 l/kg	

Các mục sau đây mô tả việc nhuộm các chất nền khác nhau (bông, len, v.v...). Nhuộm xơ mềm, nhuộm kiện, nhuộm nùi và nhuộm mảnh (dạng dây hoặc toàn bộ chiều rộng) được giải thích và các mức độ tiêu thụ và phát thải được báo cáo.

4.5.1 Ứng dụng thuốc nhuộm

4.5.1.1 Len

Các thuốc nhuộm acid, thuốc nhuộm cầm màu, thuốc nhuộm phức hợp kim loại 1:1, thuốc nhuộm phức hợp kim loại 1:2, thuốc nhuộm hoạt tính và thuốc nhuộm hoàn nguyên hoặc este không màu của thuốc nhuộm hoàn nguyên có thể được sử dụng để nhuộm len; tuy nhiên khoảng 70% len được nhuộm hiện nay bằng cách sử dụng thuốc nhuộm có chứa kim loại. Khoảng 35% các thuốc nhuộm này là thuốc nhuộm cầm màu. Màu đen và màu xanh hải quân chỉ có thể đạt được bằng cách sử dụng các loại thuốc nhuộm và hiệu quả (tức tỷ lệ thuốc nhuộm cố định) là rất thấp.

Pha trộn len và bông

Thuốc nhuộm trực tiếp được sử dụng mà chúng có ái lực đối với cả len và bông; theo cách khác, thuốc nhuộm acid có thể được sử dụng cho len và thuốc nhuộm trực tiếp được sử dụng cho bông.

Pha trộn len và polyamide

Polyamide là hóa chất liên quan đến len. Vì vậy, các thuốc nhuộm giống nhau được sử dụng cho len thì phù hợp cho hỗn hợp len-polyamide.

Pha trộn len và polyacrylonitrile

Nhiều loại thuốc nhuộm có thể được sử dụng trên các hỗn hợp xơ, do cấu trúc tương tự của chúng. Ví dụ:

- Thuốc nhuộm phức hợp kim loại 1:1 cho len và thuốc nhuộm cation cho **acrylonitrile**
- Thuốc nhuộm phức hợp kim loại 1:2 cho len và thuốc nhuộm cation cho **acrylonitrile**
- Thuốc nhuộm cid cho len và thuốc nhuộm cation cho **acrylonitrile**

Nhuộm len và polyacrylonitrile được thực hiện bằng cách sử dụng một trong hai công nghệ chính: qui trình một dung dịch hoặc qui trình hai dung dịch. Trong mọi trường hợp, những thuốc nhuộm khác nhau phải được hòa tan và được thêm vào dung dịch một cách riêng rẽ để tránh sự kết tủa lẫn nhau.

- *Quy trình một dung dịch*

Phương pháp ứng dụng được đề nghị bằng cách sử dụng qui trình một dung dịch là để làm cho thuốc nhuộm được pha với 3% ammonium acetate, 1% acetic acid băng, 0,5% của một **ethylene oxide** béo ngưng tụ, và 1% của một chất làm chậm nhuộm cation. Vải được xử lý trong 10 đến 15 phút ở 50°C trong dung dịch có tất cả các trợ chất và độ pH được điều chỉnh đến 5,5. Thuốc nhuộm anion được hòa tan trước được thêm vào sau đó. Nhiệt độ được tăng lên đến 80°C trong khoảng thời gian 30 phút, khi hầu hết các thuốc nhuộm anion sẽ được hấp thụ hết và thuốc nhuộm cation được hòa tan trước có thể được thêm vào. Tiếp theo, nhiệt độ được tăng lên đến 95°C trong khoảng thời gian 15 phút và sau đó đến điểm sôi; nhiệt độ này được duy trì trong một giờ. Cuối cùng, dung dịch nhuộm được làm lạnh từ từ đến 70°C trước khi hàng nhuộm được đưa ra.

- *Quy trình hai dung dịch*

Trong quá trình hai dung dịch, xơ polyacrylonitrile được nhuộm trước tiên. Dung dịch nhuộm được tạo thành bởi thuốc nhuộm và acetic acid được thêm vào. Một tác nhân làm chậm cation được thêm vào để đưa độ pH đến 4,5 - 5. Nhiệt độ tăng lên đến điểm sôi. Nếu len bị xỉn màu nặng, nó có thể được làm sạch trong một dung dịch có chứa 3 g/l sodium dithionite ở 60°C, tiếp theo là rửa. Một dung dịch mới được tạo ra và len được nhuộm theo cách thông thường với các thuốc nhuộm. Sau khi làm mát dưới 70°C, hàng nhuộm được đưa ra.

Hỗn hợp len và polyester

Khi nhuộm hỗn hợp các loại xơ này, cách thuận tiện nhất là nhuộm các xơ riêng biệt trước khi trộn. Tuy nhiên, trong trường hợp xơ phải được nhuộm sau khi pha trộn, cách tốt nhất là nhuộm polyester với thuốc nhuộm phân tán trước và sau đó nhuộm len với thuốc

nhuộm len đặc trưng. Các chất mang thuốc nhuộm thường được sử dụng cho polyester.

4.5.1.2 Bông

Thuốc nhuộm trực tiếp

Thuốc nhuộm trực tiếp thường được áp dụng trong nhuộm theo đợt, nhưng chúng cũng có thể được sử dụng trong các quy trình nhuộm ngâm ép-cuốn, ngâm ép-cuộn ủ và ngâm ép-chưng hấp cho các màu sáng, trong trường hợp mà một tỷ lệ cố định kém hơn là ít quan trọng.

Nhuộm tận trích được thực hiện ở nhiệt độ sôi trong 45 - 60 phút với các chất làm đều màu và sodium sulfate. Thực hiện một công đoạn xử lý tiếp theo bằng các chất cố định cation sẽ cải thiện việc cố định thuốc nhuộm. Thuốc nhuộm trực tiếp không yêu cầu một số chu kỳ giặt sau nhuộm.

Thuốc nhuộm hoạt tính

Thuốc nhuộm hoạt tính thường được áp dụng nhất trong nhiều quy trình pad-batch cho vải dệt thoi và nhuộm từng đợt cho vải dệt kim vì nhuộm liên tục sẽ dẫn đến việc mất quá nhiều thuốc nhuộm. Quy trình nhuộm thì khác nhau theo chất hoạt tính. Ứng dụng thường được thực hiện ở 40°C cho các fluoropyrimidine, ở 50 - 60°C cho vinyl sulfone và ở 80°C cho chlorotriazine ở độ pH cao (9,5-11,5). Nhiệt độ và độ pH phải được kiểm soát cẩn thận để tránh thủy phân và mất liên tiếp hoạt tính của thuốc nhuộm. Giặt được thực hiện với chất hoạt động bề mặt anion và nước mềm để tránh làm cho các thuốc nhuộm và các chất tẩy không hòa tan được.

Sau khi ứng dụng thuốc nhuộm, vải được bồi xà phòng ở 100°C và rửa sạch để loại bỏ thuốc nhuộm không phản ứng. Việc giặt đòi hỏi một lượng nước đáng kể. Một lượng tương đối cao thuốc nhuộm được thủy phân, không cố định, và một lượng lớn muối được sử dụng là những tác động môi trường chính của thuốc nhuộm hoạt tính.

Thuốc nhuộm hoàn nguyên

Thuốc nhuộm hoàn nguyên được áp dụng trong các phương pháp nhuộm tận trích hoặc liên tục. Thuốc nhuộm hoàn nguyên oxy hóa không có ái lực với xơ và phải được khử (chủ yếu bằng kiềm và sodium dithionite) trước khi ứng dụng. Một khi thuốc nhuộm ở trên xơ, nó phải được oxy hóa một lần nữa (chủ yếu bằng peroxide). Quy trình thuốc nhuộm hoàn nguyên phổ biến nhất bao gồm ngâm ép vật liệu trong một dung dịch có dạng khử của thuốc nhuộm, làm khô để cải thiện độ thấm thấu của thuốc nhuộm, hiện hình (trong máy nhuộm theo đợt hoặc liên tục ở mức 50°C đến 60°C), oxy hóa trở lại dạng không hòa tan trong nước, rửa, ngâm xà phòng ở 100°, và rửa một lần nữa. Tác động môi trường chính của nhuộm hoàn nguyên là nước thải có chứa lưu huỳnh từ các chất khử (chủ yếu là sodium dithionite).

Thuốc nhuộm lưu huỳnh

Thuốc nhuộm lưu huỳnh thường được áp dụng trong tình trạng khử. Khử bằng sodium

sulfur và hòa tan trong kiềm mạnh tạo ra dạng không màu tan trong nước. Nhuộm lưu huỳnh thì tương tự như nhuộm hoàn nguyên (các qui trình liên tục thường được sử dụng) ngoại trừ giai đoạn sấy khô, mà nó không cần thiết trong trường hợp này. Một quá trình ngấm ép theo mẻ là không thể vì tính không ổn định của dạng khử. Việc hiện hình xảy ra ở nhiệt độ cao hơn (85°C đến 90°C) so với nhiệt độ trong nhuộm hoàn nguyên, trong khi việc oxy hóa (chủ yếu là với peroxide, bromate, và iodate) diễn ra ở 50°C. Tác động môi trường chính của nhuộm lưu huỳnh là phát thải khí và chất thải trong nước thải của các hợp chất lưu huỳnh (hydrogen sulfide, các polysulfides, lưu huỳnh, và dioxide lưu huỳnh) và AOX nếu bromate hoặc iodate được sử dụng như chất oxy hóa.

Thuốc nhuộm Naphtol

Thuốc nhuộm naphtol có thể được áp dụng trong các quá trình liên tục và theo đợt. Các bước qui trình: dán hợp chất naphtol (kiềm, rượu hoặc chất phân tán), đưa các hợp chất naphtol (+ sodium sulfate) vào vải, đưa một hợp chất diazo (+acetic acid) vào vải. Ngâm xà phòng được thực hiện ở 100 ° C để loại bỏ bất kỳ thuốc nhuộm nào không kết hợp.

Khi sự kết nối xảy ra trong dung dịch, phân tử mất đi ái lực đối với chất xơ và lưu lại trên vải thay vì trong nước thải. Việc sử dụng thuốc nhuộm naphtol đã giảm đi bởi vì chi phí ứng dụng và sự hiện diện có thể có của các arylamine trên vải và trong chất thải của nước thải. Khí phát thải có thể bao gồm rượu hiện diện trong các hợp chất thuốc nhuộm.

4.5.1.3 Xơ Polyacrylonitrile (PAN)

Xơ polyacrylonitrile có thể được nhuộm với thuốc nhuộm phân tán, thuốc nhuộm cation và thuốc nhuộm acid. Xơ được chuẩn bị để nhuộm được bằng cách bao gồm một đồng đơn phân dẻo trung tính (5 -10%) và một đồng đơn phân có tính acid (1%) tạo ra ái lực cho thuốc nhuộm cation, hoặc một đồng đơn phân cơ bản (6%) tạo ra ái lực cho thuốc nhuộm acid. Một số đơn phân có thể được sử dụng như các chất đồng trùng hợp để điều chỉnh ái lực của nhiều loại thuốc nhuộm khác nhau cho các polyacrylonitrile.

Xơ có cấu tạo 100% **acrylonitrile** mà không có các đồng đơn phân phù hợp có nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh cao và do đó thể hiện không đủ các tính chất nối kết của thuốc nhuộm. Xơ thuộc loại này chỉ có thể được nhuộm màu sáng với thuốc nhuộm phân tán hoặc với thuốc nhuộm acid bằng cách sử dụng quá trình ion đồng.

Thuốc nhuộm phân tán

Thuốc nhuộm được khuấy kết hợp với nước có trọng lượng cao hơn nó từ 10 đến 20 lần ở 50°C đến 60°C và để yên trong 10 phút. Trước khi thêm các thuốc nhuộm, khoảng 1 - 1,5 kg một chất phân tán tổng hợp trên 1.000 lít nên được hòa tan trong dung dịch. Khi dung dịch nhuộm được chuẩn bị, hàng vải được đặt bên trong nó trong khi vẫn còn mát và nhiệt độ được từ từ nâng lên đến 70°C và 85°C; qui trình nhuộm được tiếp tục sau đó ở nhiệt độ đó trong khoảng một giờ.

Thuốc nhuộm cation

Với thuốc nhuộm cation, độ pH của dung dịch nhuộm được điều chỉnh đến 4 - 5 với khoảng 1 g/l acetic acid và một lượng giống như vậy của sodium acetate. Cũng nên thêm 1 g/l chất phân tán không ion. Nhiệt độ được tăng lên nhanh chóng đến 75°C và sau đó dung dịch được đun sôi trong một giờ.

Thuốc nhuộm acid

Thuốc nhuộm axit được tạo ra bằng 2% (theo trọng lượng của hàng nhuộm) của sulfuric acid và các chất làm đều màu phù hợp. Hàng vải được thêm vào ở 40°C và dung dịch nhuộm vận hành trong 10 phút. Sau đó thuốc nhuộm bị hòa tan được thêm vào và nhiệt độ dung dịch được nâng lên điểm sôi trong khoảng thời gian 45 phút. Các thông số này được duy trì trong một giờ. Sau khi nhuộm, dung dịch được làm mát đến 70°C trong khi hàng nhuộm đang di chuyển trước khi dung dịch thuốc nhuộm được tháo bỏ.

4.5.1.4 Các polyamide

Polyamide 6 và PA 6.6 có thể được nhuộm dễ dàng bằng các loại thuốc nhuộm khác nhau, vì các chuỗi của chúng có chứa một nhiều nhóm ưa nước. Thuốc nhuộm được sử dụng phổ biến nhất là thuốc nhuộm phân tán, thuốc nhuộm acid thuốc nhuộm hoạt tính và thuốc nhuộm phức hợp kim loại 1: 2.

Các polyamide cũng có thể được điều chỉnh để hấp thụ các thuốc nhuộm bazơ bằng cách sử dụng các nhóm có tính acid mạnh như sulfonic acid (đặc biệt là 5-sulfoisophtalic acid với 1,6-diaminohexane).

Nhuộm bằng polyamide được thực hiện bằng cách sử dụng qui trình tận trích, và bằng cách nhuộm liên tục, nhuộm gel và nhuộm khối. Trong nhuộm khối, bột màu phải được ổn định trong điều kiện qui trình tan chảy. Bột màu vô cơ được sử dụng (đặc biệt là titanium dioxide, carbon đen, cadmium sulfide, phthalocyanine màu xanh lá cây, phthalocyanine màu xanh da trời và cadmium sulfoselenide).

Thuốc nhuộm acid

Thuốc nhuộm acid được sử dụng cho màu có các độ sẫm vừa phải trên các polyamide. Một chất làm đều màu được thêm vào dung dịch, và độ pH được điều chỉnh từ 3 đến 5 với một chất đệm, chẳng hạn như một hỗn hợp của mono hoặc disodium phosphate hoặc chỉ một mình mono-amoni phosphate. Sau đó, hàng vải được đặt trong dung dịch và nhiệt độ được tăng lên đến 40°C - 50°C, nơi nó được duy trì trong 10 phút. Sau đó, thuốc nhuộm được thêm vào và nhiệt độ được tăng đến điểm sôi trong một khoảng thời gian 20 phút; nhiệt độ này sau đó được duy trì trong 45 - 60 phút. Đối với các màu đậm, quá trình tận trích được hoàn thành bằng cách thêm acetic acid hoặc formic acid. Độ bền ướt của thuốc nhuộm acid có thể được cải thiện bằng cách xử lý tiếp theo bằng tannin hoặc các sản phẩm tổng hợp (các sản phẩm ngưng tụ cao phân tử của sulfonic acid thơm với **formaldehyde** hoặc các sản phẩm ngưng tụ của phenol, cresol, catechol và naphthol với

formaldehyde).

Thuốc nhuộm phân tán

Một chất phân tán (0,2 - 2 g/l) được thêm vào dung dịch, và độ pH được điều chỉnh đến 5 bằng acetic acid. Quy trình bắt đầu với hàng nhuộm ở 40°C và chất nhuộm được thêm vào sau 5 phút. Sau 5 phút nữa, hệ thống được đun nóng lên trong 30 phút, và cuối cùng quy trình nhuộm được thực hiện trong 60 phút ở gần nhiệt độ sôi.

Thuốc nhuộm phức hợp kim loại 1: 2

Thuốc nhuộm phức hợp kim loại được khuyến cáo sử dụng cho các màu tối và u buồn. Thuốc nhuộm và 0,5 - 1 g/l chất trợ nhuộm (chất trợ nhuộm tính và chất làm đều màu không ion) được thêm vào dung dịch. Sau đó nó được làm yếu tính acid bằng cách thêm 0,5 - 2 g/l ammonium sulfate và 0,5 - 1 g/l acetic acid. Quy trình này bắt đầu ở 30°C - 40°C, sau đó được làm nóng lên trong khoảng 30 - 60 phút, và các xơ cuối cùng được nhuộm ở nhiệt độ sôi trong 30 - 60 phút.

Thuốc nhuộm hoạt tính

Thuốc nhuộm hoạt tính thường được sử dụng cho các màu sắc rực rỡ. Các thuốc nhuộm hoạt tính được sử dụng cho len thì cũng thích hợp cho các polyamide. Quy trình này bắt đầu ở 20°C - 45°C với một dung dịch nhuộm có tính acid yếu (pH 4,5 - 5), sau đó bằng cách nung nóng và nhuộm trong 30 - 90 phút gần nhiệt độ sôi. Việc xử lý tiếp theo được thực hiện bằng 0,5 l/g chất hoạt động bề mặt không ion và 1g/l sodium bicarbonate hoặc ammonia ở 95°C trong 20 phút.

4.5.1.5 Hỗn hợp polyamide và polyacrylonitrile

Những hỗn hợp xơ này thường được sử dụng để sản xuất vớ và ống quần. Các polyamide được nhuộm với thuốc nhuộm acid, trong khi xơ polyacrylonitrile được nhuộm với thuốc nhuộm cation.

4.5.1.6 Polyester

Polyester thường được nhuộm bằng thuốc nhuộm phân tán. Bởi vì sự khuếch tán của thuốc nhuộm phân tán vào polyester là một quá trình rất chậm, quá trình nhuộm tận trích bình thường sẽ mất quá nhiều thời gian. Thay vào đó, nhuộm tận trích được thực hiện theo hai cách:

- Nhuộm chất mang (chủ yếu là cho hỗn hợp len/PES) ở 100°C
- Nhuộm ở nhiệt độ cao dưới áp suất ở nhiệt độ lên đến 130°C

Quá trình nhuộm được theo sau bởi các công đoạn rửa và xử lý tiếp theo bằng chất khử để tạo sắc thái sẫm.

Polyester thường được nhuộm theo phương thức liên tục (quy trình gia nhiệt khô). Thuốc

nhuộm được đưa vào vải dệt, cùng với một chất làm đặc (alginate). Một công đoạn sấy (100°C - 140°C) và qui trình gia nhiệt khô (200°C - 225°C; thời gian xử lý: 12 – 25 giây) tiếp theo sau. Các chất phân tán và chất làm đặc được rửa sạch. Xử lý tiếp theo bằng chất khử cũng thường được thực hiện.

4.5.2 Nhuộm xơ mềm

Máy nhuộm xơ mềm nói chung bao gồm các thùng nhuộm lớn có một trục thẳng đứng, trong đó xơ mềm được đưa vào sau khi được ép theo hình dạng tròn. Các máy nhuộm có thể làm việc dưới một áp suất nhất định hoặc dưới áp suất không khí, tùy thuộc vào nhiệt độ nhuộm. Dung dịch thuốc nhuộm luôn luôn chảy từ bên trong ra bên ngoài, vì tính đồng nhất màu sắc không phải là quan trọng hàng đầu trong nhuộm xơ mềm. (Tất cả các xơ sẽ được pha trộn với nhau trong các quá trình sau đây, chẳng hạn như chải, pha trộn hoặc chải kỹ).

Tỷ lệ dung dịch trong nhuộm xơ mềm có thể khác nhau từ 1:4 đến 1:12 (tùy thuộc vào loại máy, trọng tải máy, loại xơ, v.v...). Các bảng sau đây cung cấp một số ví dụ về các công thức nhuộm (Thu thập dữ liệu: Khu dệt Prato, Ý).

Bảng 4.28: Tiêu thụ tài nguyên trong dệt xơ mềm (năng lượng) (kiểm toán ở Prato, Khu dệt Ý)

Những giá trị cho sẵn ở đây là tiêu biểu cho các màu sáng và trung bình (cho các màu sẫm, lượng thuốc nhuộm tiêu thụ có thể trong phạm vi 100 g/kg vải dệt!). Dữ liệu tiêu thụ có thể khác nhau nhiều, tùy thuộc vào các thông số qui trình. Lưu ý rằng các chất trợ nhuộm và thuốc nhuộm và các công thức (dung dịch nước/các chất phân tán) và thành phần hoạt tính có thể khác nhau rất nhiều).

Tài nguyên	Số lượng	Đơn vị tính
Điện	0,1 – 0,4	KWh/kg
Năng lượng nhiệt	4 – 14	MJ/kg

Bảng 4.29: Vật liệu đầu vào cho qui trình nhuộm xơ len mềm (acid, chrome hoặc thuốc nhuộm phức hợp kim loại)

Vật liệu	Số lượng	Đơn vị tính
Nước để nhuộm	~ 8	l/kg
Nước để rửa	8 – 16	l/kg
Tổng lượng nước	16 – 24	l/kg
Thuốc nhuộm	0,5 – 25	g/kg
Chất trợ nhuộm	0 – 10	g/kg

Bảng 4.30: Vật liệu đầu vào để nhuộm PAN sợi mềm bằng thuốc nhuộm cation

Vật liệu	Số lượng	Đơn vị tính
Nước để nhuộm	~ 4	l/kg
Nước để rửa	4 – 16	l/kg
Tổng lượng nước	8 – 20	l/kg
Thuốc nhuộm	0.5 – 20	g/kg
Chất trợ nhuộm	0 – 10	g/kg

Bảng 4.31: Vật liệu đầu vào để nhuộm xơ Polyester mềm bằng thuốc nhuộm phân tán

Vật liệu	Số lượng	Đơn vị tính
Nước để nhuộm	~ 6	l/kg
Nước để rửa	~ 12	l/kg
Tổng lượng nước	~ 18	l/kg
Thuốc nhuộm	0,5 – 25	g/kg
Chất trợ nhuộm	0 – 10	g/kg

Bảng 4.32: Vật liệu đầu vào để nhuộm xơ bông mềm bằng thuốc nhuộm trực tiếp

Vật liệu	Số lượng	Đơn vị tính
Nước để nhuộm	~ 8	l/kg
Nước để rửa	8 – 32	l/kg
Tổng lượng nước	16 – 40	l/kg
Thuốc nhuộm	1 – 25	g/kg
Chất trợ nhuộm	0 – 10	g/kg

Table 4.33: Vật liệu đầu vào để nhuộm xơ bông mềm bằng thuốc nhuộm hoạt tính

Vật liệu	Số lượng	Đơn vị tính
Nước để nhuộm	~ 8	l/kg
Nước để rửa	8 – 32	l/kg
Tổng lượng nước	16 – 40	l/kg
Thuốc nhuộm	1 – 70	g/kg
Chất trợ nhuộm	0 – 10	g/kg

Vật liệu	Số lượng	Đơn vị tính
Nước để nhuộm	~ 6	l/kg
Nước để rửa	6 – 12	l/kg
Tổng lượng nước	12 – 18	l/kg
Thuốc nhuộm	0,5 – 25	g/kg
Chất trợ nhuộm	0 – 10	g/kg

4.5.3 Nhuộm kiện

Nhuộm sợi thường diễn ra với sợi được cuộn trên các búp sợi hoặc trực, hơn là ở dạng nùi, do tính cạnh tranh về chi phí. Các búp sợi được xếp thành chồng trên một khung kim loại, sau đó được đặt trong máy nhuộm. Các búp sợi và trực có những lỗ khoan trong chúng, và dung dịch nhuộm được bơm thông qua các lỗ khoan này từ bên trong ra bên ngoài và ngược lại, để đảm bảo nhuộm đồng nhất. Máy nhuộm bao gồm một nồi hấp hình trụ, có thể được đặt ở một vị trí nằm ngang hoặc thẳng đứng. Với sự bố trí thẳng đứng, các khung khác nhau có thể được sử dụng để cuối cùng các vật liệu khác nhau có thể được nhuộm (xơ mềm, cúi len chải kỹ hoặc cuộn xơ). Mặt khác, với sự bố trí nằm ngang cho phép các hệ thống tải tự động hoàn toàn, giúp tăng năng suất và giảm công lao động.

Tỷ lệ dung dịch điển hình cho nhuộm kiện là giữa 1:8 và 1:20.

Một ví dụ về tiêu thụ năng lượng cho một nồi hấp điển hình cho nhuộm sợi và tiêu thụ nước, thuốc nhuộm và chất trợ nhuộm cho nhuộm kiện các chất nền khác nhau được báo cáo trong bảng dưới đây. (Thu thập dữ liệu: Khu dệt Prato, Ý)

Tài nguyên	Số lượng	Đơn vị tính
Điện	0,8 – 1,1	KWh/kg
Năng lượng nhiệt	13 – 16	MJ/kg

Vật liệu	Số lượng	Đơn vị tính
Nước để nhuộm	~ 15	l/kg
Nước để rửa	~ 30	l/kg
Tổng lượng nước	~ 45	l/kg
Thuốc nhuộm	1 – 40	g/kg
Acetic acid	20 – 25	g/kg
Chất hoạt động bề mặt	~ 20	g/kg

Bảng 4.37: Vật liệu đầu vào để nhuộm sợi PAN

Vật liệu	Số lượng	Đơn vị tính
Nước để nhuộm	~ 15	l/kg
Nước để rửa	~ 30	l/kg
Tổng lượng nước	~ 45	l/kg
Thuốc nhuộm	1 – 20	g/kg
Acetic acid	20 – 25	g/kg
Chất hoạt động bề mặt	~ 20	g/kg
Chất trợ nhuộm	~ 30	g/kg

Bảng 4.38: Vật liệu đầu vào để nhuộm sợi lanh và bông bằng thuốc nhuộm trực tiếp

Vật liệu	Số lượng	Đơn vị tính
Nước để nhuộm	~ 15	l/kg
Nước để rửa	~ 45	l/kg
Tổng lượng nước	~ 60	l/kg
Thuốc nhuộm trực tiếp	5 – 15	g/kg
NaCl	50 – 200	g/kg
Chất trợ nhuộm	~ 45	g/kg

Bảng 4.39: Vật liệu đầu vào để nhuộm sợi lanh và bông bằng thuốc nhuộm hoạt tính

Vật liệu	Số lượng	Đơn vị tính
Nước để nhuộm	~ 15	l/kg
Nước để giặt	~ 15	l/kg
Nước để rửa	~ 45	l/kg
Tổng lượng nước	~ 75	l/kg
Thuốc nhuộm hoạt tính	20 – 90	g/kg
NaCl	600 – 1,350	g/kg
NaCO ₃	~ 450	g/kg
Xút ăn da	~ 38	g/kg
Chất trợ nhuộm	~ 10	g/kg
Chất hoạt động bề mặt	~ 30	g/kg

Bảng 4.40: Vật liệu đầu vào để nhuộm sợi lanh và bông bằng thuốc nhuộm lưu huỳnh

Vật liệu	Số lượng	Đơn vị tính
Tổng lượng nước	~ 100	l/kg
Thuốc nhuộm lưu huỳnh	~ 80	g/kg
Dextrin	~ 120	g/kg
Xút ăn da	~ 110	g/kg
Chất hoạt động bề mặt	~ 30	g/kg
NaCl	~ 300	g/kg
H ₂ O ₂	~ 20	g/kg

4.5.4 Nhuộm con sợi

Nhuộm sợi dưới dạng con sợi thì rất phổ biến trong quá khứ, nhưng gần đây công nghệ này phần lớn đã được thay thế bằng việc sử dụng cúi do có chi phí thấp hơn. Nhuộm dạng con sợi hiện đang được sử dụng, tuy nhiên, để có sợi chất lượng cao và mịn màng và trong trường hợp trạng thái thể tích cao, đồng nhất, và các đặc tính cơ học tốt được yêu cầu (đặc biệt là đối với lĩnh vực đan tay và thảm).

4.5.5 Nhuộm mảnh

4.5.5.1 Nhuộm dạng dây

Các qui trình theo đợt

- Nhuộm dòng (Nhuộm tời)

Máy nhuộm dòng thường được sử dụng cho các loại vải nhẹ ở dạng dây và vải dệt kim dạng ống. Với loại vải mà không phải ở dạng hình ống, biên vải phải được khâu trước khi nhuộm để tránh nhuộm không đồng nhất. Trong các máy nhuộm dòng, vải được giữ chuyển động bằng một cái guồng và dung dịch đứng yên. Vải được ngâm vào một bể nhuộm, được luân chuyển bởi một guồng ở tốc độ 0,3 - 0,6 m/s và sau đó ngâm một lần nữa. Một bộ trao đổi làm nóng dung dịch nhuộm và giữ nó ở nhiệt độ nhuộm. Thuốc nhuộm khử và có ái lực thấp không thường được sử dụng bởi vì tỷ lệ dung dịch cao (1:20 - 1:50). Thuốc nhuộm có ái lực cao cũng không thể được sử dụng, do nguy cơ không đồng nhất màu vải.

Một trong những thuận lợi chính của phương pháp này là nó tạo ra trong một sự đồng nhất thuốc nhuộm tốt trong các hướng sợi dọc và sợi ngang vì không có sức căng trên vải. Sự phát triển của sợi tổng hợp (đặc biệt là polyester) đã dẫn đến việc sản xuất máy nhuộm áp lực, để (a) nhuộm ở nhiệt độ cao, (b) tránh sử dụng các chất mang, và (c) làm giảm thời gian nhuộm. Máy nhiệt độ cao rất giống với các máy bình thường và có thể đạt đến 130°C - 140°C.

- Nhuộm phun

Máy nhuộm phun đã được thiết kế để loại bỏ một số trong những vấn đề thường ảnh hưởng đến các máy dệt guồng. Đặc biệt, guồng bị loại bỏ và vải được giữ trong chuyển động (200 - 300 m/phút) bằng một máy phun mạnh của chính bể nhuộm, được bơm qua một miệng vòi. Sự tuần hoàn khép kín và nhiễu động cao của dung dịch nhuộm hỗ trợ sự cố định thuốc nhuộm trên vải. Máy này có những ưu điểm là tiêu thụ nước thấp và thời gian nhuộm ngắn, nhưng nó gây ra ứng suất cơ học trên vải, do đó nó không thể được sử dụng cho một số loại vải mềm.

- Nhuộm tràn

Trong nhiều trường hợp, sự tuần hoàn nhanh chóng và nhiễu động cao của dung dịch nhuộm trong một máy nhuộm phun không phù hợp với hàng dệt kim và dệt thoi mềm. Với công nghệ nhuộm tràn, dung dịch nhuộm không được phun lên vải mà vải, ở dạng dây, được đưa qua ống nhuộm bởi các luồng dung dịch nhuộm. Vải được ngâm trong bể nhuộm không có bất kỳ sức căng nào và cuối cùng được vận chuyển vào phần cao hơn của máy bằng 1 guồng, nơi bắt đầu một chu kỳ mới. Những máy như vậy đã được thiết kế cho các mặt hàng dệt kim và dệt thoi làm bằng xơ tự nhiên và tổng hợp. Máy nhuộm tràn HT thì rất giống với các máy tràn bình thường, ngoại trừ việc chúng có áp suất cao và do đó có nhiệt độ cao hơn.

- Nhuộm phun khí

Máy nhuộm phun khí thì rất giống với máy dệt phun, nhưng thay vì di chuyển vải bằng một vòi phun nước, máy dệt phun dùng một vòi phun khí. Một máy nén khí được thay thế cho máy bơm nước. Không khí di chuyển qua một cái vòi và làm cho vải lưu thông trong máy. Ưu điểm chính của công nghệ phun khí là giảm tiêu thụ nước, năng lượng và hóa chất.

- Nhuộm liên tục ở dạng dây

Qui trình này sử dụng một thiết bị ngấm ép cho vải ở dạng dây, một ngăn phản ứng, và thiết bị rửa. Thiết bị ngấm ép bao gồm của một chậu dài chứa dung dịch nhuộm và một vài con lăn đặt ra ở đầu vào và đầu ra. Vải được ép bởi hai con lăn quay ở đầu vào để đạt được sự hấp thụ thuốc nhuộm đồng nhất và loại bỏ không khí; hai con lăn khác ở đầu ra chỉ vắt vải. Sợi dây sau đó di chuyển vào ngăn phản ứng (gọi chung là hộp nối), nơi thuốc nhuộm được cố định trên xơ. Hộp nối được làm đầy đến một phần ba bằng dung dịch xử lý. Giặt và rửa được thực hiện sau đó.

Khó khăn chính trong quá trình này là nguy cơ có các nếp nhăn theo chiều dọc trên vải nhuộm; vì lý do này, qui trình này nói chung chỉ được sử dụng cho sản phẩm cuối cùng màu trắng.

4.5.5.2 Nhuộm mảnh theo toàn bộ chiều rộng

Các qui trình theo đợt

- Máy nhuộm trực

Một máy nhuộm trực bao gồm một xi lanh nằm ngang chứa vải được cuốn trên một trục. Có cả 2 loại máy nhuộm trực áp suất và không áp suất, cho phép nhuộm ở nhiệt độ cao. Trục có các lỗ khoan và dung dịch nhuộm được bơm vào trong trục và chảy ra ngoài qua những lỗ khoan đó. Trong trường hợp này, vải đứng yên và chỉ thuốc nhuộm luân chuyển tuần hoàn.

Qui trình nhuộm này đặc biệt hiệu quả đối với sản phẩm dệt kim và dệt thoi được làm bằng polyester dún. Vải được cuốn trên trục theo toàn bộ chiều rộng; do đó, không có nguy cơ nhăn. Một bất lợi là nguy cơ nhuộm không đồng nhất nếu thuốc nhuộm không thâm nhập vào vải một cách tối ưu.

- Máy nhuộm cuộn

Máy này bao gồm một ống hình thang có chứa dung dịch nhuộm và hai trục lăn mà trên đó vải được cuốn vào xen kẽ. Với máy này, vải chuyển động trong khi dung dịch đứng yên. Vải này, ban đầu được cuốn vào trục lăn thứ nhất, di chuyển qua dung dịch và rồi được cuốn vào trục lăn thứ hai; trình tự quay sau đó được đảo ngược và chu kỳ tiếp tục. Vải được dẫn trên đường đi của nó bởi vài con lăn nhỏ. Phạm vi tốc độ vải là 30 - 150 m/phút. Máy này không chỉ được sử dụng dành riêng cho các qui trình nhuộm, mà còn cho các qui trình xử lý ướt trên vải được căng ra. Bất lợi chính của nó là nguy cơ nhuộm vải không đồng nhất theo chiều dọc do sự thay đổi trong tốc độ vải được nhuộm, sức căng của vải, nhiệt độ và nồng độ thuốc nhuộm. Tuy nhiên, ở các máy nhuộm cuộn hiện đại, tốc độ cố định và sức căng vải được duy trì trong toàn bộ qui trình.

Máy nhuộm cuộn HT hiện có sẵn; chúng cho phép nhuộm nhiệt độ cao (140°C).

Các qui trình liên tục và bán liên tục

- Nhuộm ngấm ép

Một thiết bị ngấm ép được sử dụng cho nhuộm liên tục và bán liên tục. Trong máy này (được gọi là một máy lựa mỏng (foulard), vải di chuyển qua dung dịch nhuộm được dẫn dắt bởi một vào trục lăn nhỏ và sau đó được vắt bởi hai trục ép. Do đó thuốc nhuộm đọng lại trên vải không được cố định đủ trên xơ, vì vậy các hoạt động khác nhau tiếp theo là cần thiết (xem phần dưới đây). Nhiệt độ là yếu tố chính ảnh hưởng đến việc cố định thuốc nhuộm, do đó thường là nồi hấp (làm nóng ướt) hoặc lò sấy (làm nóng khô) được sử dụng sau khi cán nhuộm. Chỉ khi nhuộm xơ cellulose với thuốc nhuộm hoạt tính thì sự cố định mới có thể đạt được ở nhiệt độ môi trường xung quanh. Giai đoạn cố định có thể diễn ra trên vải khô hoặc ướt.

Bao nhiêu thuốc nhuộm được lắng đọng trên vải là do chức năng của sự hấp thụ của vải và thuộc về sức ép của các trục vắt. Việc tạo màu đồng nhất sẽ đạt được chỉ khi áp lực ép và nồng độ thuốc nhuộm trong dung dịch nhuộm được giữ đồng bộ trong toàn bộ qui trình.

Sức ép của các trục vắt thường tạo ra bằng một hệ thống thủy lực. Giống như máy nhuộm cuộn, máy lụa mỏng không chỉ dành riêng để sử dụng cho nhuộm.

- Ngấm ép-nhuộm cuộn (bán liên tục)

Kỹ thuật nhuộm này thường sử dụng thuốc nhuộm trực tiếp hoặc hoạt tính. Trong quá trình này, vải đi qua một máy ngấm ép, nơi nó được tẩm dung dịch nhuộm ở nhiệt độ khoảng 60°C - 80°C. Sau đó, nó đi qua một máy nhuộm cuộn, nơi mà thuốc nhuộm được cố định. Tại thời điểm này, vải được rửa và oxy hóa. Quy trình này được sử dụng để nhuộm vải nặng. Đôi khi vải có thể được sấy khô trong máy sấy gió nóng sau khi ngấm ép và trước khi được đưa vào máy nhuộm cuộn.

Việc sử dụng thuốc nhuộm bằng cách ngấm ép cho phép nhuộm đồng nhất và có thể tiết kiệm thời gian khi so sánh với một quy trình nhuộm bằng máy nhuộm cuộn truyền thống. Trong nhiều trường hợp, khoảng 5 -10% dung dịch thuốc nhuộm từ máy cán nhuộm được thêm vào dung dịch cố định nhuộm trong máy nhuộm cuộn để ngăn ngừa việc loại bỏ thuốc nhuộm từ vải. Muối có thể được thêm vào dung dịch cố định cho cùng mục đích đó.

- Ngấm ép-theo mẻ (bán liên tục)

Thuốc nhuộm trực tiếp và hoạt tính thường được sử dụng cho các quy trình nhuộm ngấm ép-theo mẻ. Vải đi qua một máy ngấm ép nơi mà nó được (a) làm ướt bằng dung dịch nhuộm và các hóa chất khác (chất khử), (b) cán mà không làm khô, và (c) tùy thuộc vào sự quay chậm (2 - 4 rpm, để dung dịch thuốc nhuộm sẽ không tập trung ở cần của trục lẫn) cho đến khi đạt được sự cố định hoàn toàn (8 - 24 giờ, tùy thuộc vào nồng độ của thuốc nhuộm sử dụng). Vải sau đó được giặt sạch và giữ sạch.

Quy trình này được sử dụng trên xơ cellulose và xơ có tính chịu nước cao khác, nhưng không thích hợp để có được màu sắc cường độ cao. Quy trình này có đặc điểm là tiêu thụ nước và năng lượng thấp (ít hơn khoảng 50 - 80% so với các hệ thống thông thường), tiêu thụ chất trợ nhuộm thấp, ứng dụng thuốc nhuộm đơn giản, và lặp lại màu tốt.

- Ngấm ép-cuộn (bán liên tục)

Quy trình này khá giống với ngấm ép-theo mẻ. Vải đi đầu tiên thông qua các máy ngấm ép, rồi qua một lò hồng ngoại, nơi nó đạt đến nhiệt độ cố định (80°C - 90°C), sau đó được cuộn lại và bị làm chậm luân chuyển bên trong một khoang được nung nóng đặc biệt cho đến khi được cố định hoàn toàn (1-8 giờ). Vải sau đó được giặt và oxy hóa.

- Ngấm ép-chưng hấp (liên tục)

Thuốc nhuộm hoạt tính thường được sử dụng trong quy trình nhuộm ngấm ép-chưng hấp, nhưng thuốc nhuộm trực tiếp, hoàn nguyên và lưu huỳnh cũng có thể được sử dụng. Vải đi qua một máy ngấm ép nơi mà nó được tẩm ướt bằng thuốc nhuộm, sau đó đi qua một nồi hơi để cố định thuốc nhuộm trên xơ. Vải cuối cùng được giặt sạch và giữ sạch. Nhiệt độ bên trong nồi hấp khoảng 100°C.

- Ngấm ép-sấy khô (liên tục)

Trong qui trình này, vải đi qua một máy ngấm ép nơi mà nó được tắm ướt bằng thuốc nhuộm, sau đó thông qua một lò sấy gió nóng để cố định thuốc nhuộm (150°C trong 45 giây - 60 giây).

Sấy khô trung gian (100°C - 150°C trong 1 - 3 phút) có thể được thực hiện trước giai đoạn cố định. Qui trình này có thể hoàn toàn ít tốn kém nếu nó được thực hiện trong các nhà máy hiệu quả cao.

- Ngấm ép-ngâm muối (liên tục)

Qui trình này thì tương tự với qui trình trước đó, ngoại trừ giai đoạn cố định xảy ra trong một dung dịch muối nóng.

- Gia nhiệt gắn màu (liên tục)

Qui trình này được sử dụng để nhuộm polyester (và các hỗn hợp của nó). Thuốc nhuộm phân tán được sử dụng. Hiệu lực nhuộm thu được bằng cách nung nóng polyester ở nhiệt độ 200°C trong khoảng 1 phút, để xơ trở nên dẻo và trở thành một dung môi cho thuốc nhuộm.

Trong qui trình gia nhiệt gắn màu, vải đi qua một máy ngấm ép có chứa dung dịch thuốc nhuộm và hóa chất khác (đặc biệt, các chất làm đặc để tránh thuốc nhuộm di chuyển từ vải trước khi cố định bằng nhiệt), thông qua một lò hồng ngoại trước khi sấy khô trước, sau đó thông qua một lò sấy gió nóng để khô hoàn toàn. Tiếp theo, vải đi qua một máy sấy văng để cố định bằng nhiệt; giai đoạn này sử dụng một luồng không khí nóng khoảng 200°C. Cuối cùng, vải được giặt và giữ sạch.

- Ngấm ép-bộ Williams (liên tục)

Qui trình này được sử dụng để nhuộm bông với thuốc nhuộm trực tiếp hoặc hoạt tính.

Sau khi cán nhuộm, vải đi qua các bồn chứa đặc biệt khác nhau bằng con lăn (bộ Williams). Thuốc nhuộm được cố định trong giai đoạn này; các tỷ lệ dung dịch thấp có thể đạt được.

4.6 In

Các công nghệ in ấn phổ biến nhất là:

- In trực tiếp
- In bóc màu
- In dự trữ
- In chuyển nhiệt

Hầu hết các loại thuốc nhuộm đều có thể thích ứng với một hoặc nhiều hình thức in; các màu in chân không, hoạt tính và phân tán nói chung tạo ra các đặc tính bền màu tốt. Bột màu cũng được sử dụng trong in.

Lựa tư tầm thường được in với thuốc nhuộm acid, bông với thuốc nhuộm chân không và hoạt tính, sợi nhân tạo với thuốc nhuộm phân tán và cation, và len được in với thuốc

nhuộm acid hoặc cầm màu sau khi được xử lý bằng chất clo để làm cho nó dễ tiếp thụ màu hơn. In bằng bột màu cũng có thể được sử dụng cho tất cả các vật liệu.

4.6.1 Các phương pháp ứng dụng bột nhão

Các phương pháp ứng dụng bột nhão khác nhau được sử dụng:

- In trực lăn
- In phẳng
- In xoay
- In chuyển nhiệt
- In phun

4.6.1.1 Quy trình in trực lăn

Trong in trực lăn, thuốc nhuộm được sử dụng ở dạng bột nhão từ một trục lăn bàn chải đến một xi lanh bằng đồng có khắc, được vận chuyển bằng một con lăn trơn xoay, để in vải. Một dao cạo bén nạo hết thuốc nhuộm thừa từ bề mặt của trục lăn khắc. Khi vải đi qua giữa các con lăn khắc và xi lanh trơn, thuốc nhuộm từ các khu vực nông được ép vào vải. Một loại vải khác gọi là "chăn in" đi theo đằng sau và cùng với vải được in; tấm chăn in hấp thụ bột in nhão thừa và ngăn không cho nó băng qua và làm bẩn trục lăn trơn. Vải được in lập tức được đưa vào trong một buồng sấy và sau đó vào một buồng hơi, nơi mà độ ẩm và nhiệt độ được cài đặt cho thuốc nhuộm. Khi in nhiều màu, một trục khắc phải được sử dụng cho mỗi màu. Do đạt được chất lượng cao, in bằng trục lăn in là phương pháp hấp dẫn nhất cho các nhà thiết kế in và các loại vải may mặc thời trang.

4.6.1.2 In lụa phẳng

Trong in lụa phẳng, một tấm lụa trên đó bột in nhão được phủ lên được ép vào một phần của vải. Một thiết kế được tái tạo trên màn hình, và một lớp phủ sơn mài hoặc các chất không thấm được khắc áp dụng cho tất cả các phần của tấm lụa mà không phải là một phần của thiết kế. Một ống lăn sau đó di chuyển khắp bức lụa, buộc bột in nhão đi xuyên qua các phần thấm được của bề mặt tấm lụa và qua đó tái tạo thiết kế và in vải. Quy trình này được lặp lại cho từng màu sắc được sử dụng trong thiết kế. Quy trình này khá đắt tiền, nhưng rất linh hoạt và có công suất cao, khi các máy hoàn toàn tự động được sử dụng.

4.6.1.3 Qui trình in lụa xoay

Loại máy này sử dụng một màn xoay được làm bằng lá kim loại. Vải được in được đưa vào phần máy in của máy dưới sức căng đồng bộ và đi qua dưới màn xoay mà xuyên qua đó bột in nhão được bơm từ 1 bình chứa. Một ống lăn trong mỗi màn hình xoay buộc bột nhão đi xuyên qua màn vào vải trong khi nó di chuyển ở tốc độ đến 90 m/phút. Vải sau đó đi vào một lò sấy và cuối cùng được giặt sạch. Quy trình này kết hợp các lợi thế của các kỹ thuật in trực lăn và in lụa phẳng. Sản lượng thì là cao hơn đáng kể so với các máy in lụa phẳng.

4.6.1.4 Qui trình in chuyển nhiệt

Qui trình này bao gồm việc chuyển một mẫu trang trí từ giá đỡ giấy lên vải bằng cách làm nóng khô hoặc ướt. Hai quá trình chính đã được phát triển: chuyển nhiệt khô và chuyển nhiệt ướt. Chi phí sản xuất giảm trong in chuyển nhiệt bởi vì sau khi xử lý (ví dụ như xông hơi) được loại bỏ. Vải được in bằng qui trình này có sờ vải tốt và có độ phân giải cao của hoa văn. Màu đậm và sâu có thể được tái tạo. In chuyển nhiệt có thể được áp dụng cho cả vải dệt thoi và dệt kim (kể cả hàng dệt kim tròn xung quanh một chu vi mà không cần phải chia tách vật liệu). Độ bền màu phụ thuộc vào chất xơ và thuốc nhuộm được sử dụng; một sự lựa chọn thích hợp là quan trọng để có hiệu suất tốt nhất.

4.6.1.5 In phun mực

Công nghệ in phun mực được phát triển để in ấn tài liệu. Màu được phóng ra theo từng giọt nhỏ hướng tới chất nền và được dẫn đến khu vực cần in. Qui trình này có thể được kiểm soát dễ dàng bằng máy vi tính. Trong các ứng dụng dệt, công nghệ này được sử dụng chủ yếu để in các chất nền polyester (đặc biệt là những lô nhỏ và lô mẫu).

4.6.2 Các công nghệ in

4.6.2.1 In trực tiếp

In trực tiếp là phương pháp phổ biến nhất được sử dụng để tạo ra một mô hình màu. In trực tiếp được sử dụng trên các loại vải trắng hoặc vải được nhuộm trước đó (nói chung là có màu sáng để làm cho các bản in nổi bật), trong trường hợp đó nó được gọi là in chông.

Các thuốc màu được hòa tan trong một lượng nước hạn chế, và một chất làm đặc được thêm vào đó để tạo ra độ nhớt cần thiết cho bột in nhão. Keo thường được sử dụng vì chúng rất dễ để rửa sạch và không hấp thụ màu (mà chúng sau đó sẽ được rửa sạch trong giai đoạn rửa); chúng cũng giúp cho sự thẩm thấu màu tốt hơn.

Vải in xong được cố định bằng hơi nước, nhiệt khô, hoặc phản ứng hóa học và sau đó rửa sạch. Các qui trình in một giai đoạn và hai giai đoạn được sử dụng. Trong qui trình in một giai đoạn, bột in nhão được chuẩn bị trong một bước với tất cả các thành phần. Trong qui trình hai giai đoạn, các chất cố định màu (đối với thuốc nhuộm chân không, sử dụng chất kiềm và các chất khử; đối với thuốc nhuộm hoạt tính, sử dụng kiềm và chất điện phân) được ngâm ép sau công đoạn in. In hoạt tính hai giai đoạn có thể được thực hiện mà không cần bổ sung ure.

4.6.2.2 In bằng bột màu

Khoảng 50% trường hợp in vải dệt may được thực hiện bằng cách sử dụng công nghệ in bột màu. Bột màu được sử dụng không có ái lực với xơ, do đó, một chất kết dính và chất cố định phải được thêm vào bột in nhão. Lợi điểm của in bột màu là nó có thể được thực hiện mà không cần công đoạn rửa tiếp theo vốn cần thiết cho tất cả các công nghệ in khác. Một công thức bột in nhão điển hình cho việc in bột màu là chứa nước, chất nhũ

hóa, chất làm đặc, chất phân tán bột màu, chất làm mềm, chất kết dính, và các chất cố định. Các nhũ tương trong bột nhão in có gốc dầu khoáng thải ra một lượng đáng kể VOC trong quá trình làm khô và cố định và không còn được sử dụng ở châu Âu. Tuy nhiên, bột nhão in có chất kết dính tổng hợp vẫn có thể chứa khoảng 10% dầu khoáng.

4.6.2.3 In bóc màu

Phương pháp in bóc màu hiện đang ít được sử dụng. Trong qui trình này, vải được nhuộm như một mảnh và sau đó được in với một chất hóa học phá hủy màu sắc trong các vùng được thiết kế. Đôi khi màu nền được loại bỏ và một màu khác được in để thay thế. Phương pháp thông thường là in mẫu thiết kế bằng một chất bột nhão có chứa một chất khử (hoặc oxy hóa); hấp, và sau đó giặt để loại bỏ các phụ phẩm phản ứng. Các chất oxy hóa phổ biến nhất được sử dụng là sodium chlorite và potassium dicromate; các chất khử thông dụng nhất là sodium dithionite.

4.6.2.4 In cản màu

Vải được tẩy trắng được in với bột nhão cản màu (một chất nhựa mà nó không thể được thâm nhập khi vải được ngâm trong thuốc nhuộm); thuốc nhuộm chỉ ảnh hưởng đến các bộ phận không được che phủ bởi chất nhựa nhão này. Sau khi vải đã trải qua quá trình nhuộm, bột nhão cản màu được loại bỏ, để lại một mô hình màu trắng trên một nền màu. Thành phần của bột nhão cản màu tùy thuộc vào loại thuốc nhuộm sẽ được sử dụng sau đó. Trong phương pháp in bóc màu, vải được nhuộm trước và sau đó màu nhuộm được lấy đi bởi một hóa chất được in vào chỗ của màu đó; trong phương pháp in cản màu, một chất bột nhão được in trước rồi sau đó vải mới được nhuộm. Độ bền của vải không bị ảnh hưởng bởi các phương pháp cản màu.

4.6.3 Các phương diện môi trường của in

Các thành phần chính của bột in nhão bao gồm chất màu tinh lọc (thuốc nhuộm, thuốc màu), chất làm đặc, và trong in bằng bột màu là chất kết dính.

Các chất gây ô nhiễm chính liên quan đến qui trình in là việc phát thải hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOC) từ các dung môi của bột in nhão. Chúng có thể là dung dịch nước, hữu cơ (còn khoáng) hoặc cả hai. Nồng độ dung môi trong bột in nhão có thể thay đổi từ 0 đến 60% khối lượng. U rê, được sử dụng như chất hướng nước, là một trong những chất gây ô nhiễm nhất, góp phần vào nồng độ nitơ trong nước thải và vào amoniac trong khí thải vì nó phân hủy trong quá trình sấy khô và in (phản ứng biuret).

Mặc dù một số dung môi bốc hơi trong giai đoạn đầu của qui trình in, phần lớn các khí thải phát sinh từ quá trình sấy khô vải in, mà nó thải ra các chất bay hơi. Đối với một số sự kết hợp bột nhão in/vải đặc trưng, việc cố định màu xảy ra trong qui trình xử lý, mà có thể riêng biệt hoàn toàn hoặc chỉ đơn thuần là một phân đoạn riêng của qui trình sấy.

Sau qui trình in, vải được hấp; tác động kết hợp của nhiệt độ cao và sự ngưng tụ hơi nước trên tấm vải làm giãn vải, cho phép chất bột nhão thẩm thấu vào xơ. Bảng sau đây

thể hiện mức tiêu thụ năng lượng nhiệt (hơi nước) cho 150 g/m² vải được in trên 75% bề mặt của nó.

Bảng 4.41: Tiêu thụ tài nguyên trong in (tiêu thụ năng lượng)		
Xơ	Nhiệt độ [°C]	Năng lượng nhiệt [MJ/m²]
Len	100 – 102	~ 1,5
Polyamide	101 – 103	~ 0,7
Polyacrylonitrile	101 – 103	~ 0,7
Acetate	101 – 105	~ 0,7

Các vấn đề ô nhiễm quan trọng cũng liên quan đến (a) việc xả khí thải từ buồng hơi, mà nó có chứa amoniac và (b) dòng nước rửa có chứa urê. Trong qui trình sấy, các chất cố định của bột in nhão có thể tạo ra **formaldehyde**.

Ngoại trừ in bằng bột màu và in chuyển nhiệt, công đoạn giặt là cần thiết để loại bỏ màu không cố định trên vải.

Các chất gây ô nhiễm chính trong in bằng bột màu là các dầu khoáng (**spirit trắng**) từ chất làm đặc và **methanol** và **formaldehyde** từ nhựa melamine/các chất cố định. Những chất này có thể được thải ra ở mức độ lên đến 10 g C hữu cơ/kg vải dệt (khoảng 500 mg C hữu cơ/m³).

4.6.3.1 Các mức tiêu thụ và phát thải điển hình trong các qui trình in

Các mục sau đây cho thấy các mức tiêu thụ và phát thải điển hình trong các qui trình in (in bóc màu chân không, in chân không 2 giai đoạn, in bằng thuốc nhuộm phân tán và in bằng bột màu). Các dữ liệu được thu thập trong các nhà máy hoàn thiện ở Đức.

In bóc màu chân không (nhuộm nền: ngấm ép theo mẻ hoạt tính)

Trong một qui trình đầu tiên trước khi in chân không, nhuộm nền phải được chuẩn bị. Chất thải vào nước thải từ công đoạn nhuộm này có chứa một COD cụ thể khoảng 27g/kg vải dệt. Các chất sau đây được nhận thấy trong nước thải rửa: NaOH, SiO₂, NaCl, sulfate, phosphate, các chất hoạt động bề mặt và thuốc nhuộm. Lượng nước tiêu thụ có thể là 70 lít /kg vải dệt. Vải dệt đã nhuộm được xử lý bằng nitrobenzene sulfonic acid (chất cố định đường viền), sấy khô, in, sấy khô, tắm ướt, rửa sạch (oxy hóa lại) và cuối cùng là sấy khô.

Bảng 4.42 cung cấp một cái nhìn tổng quan về tiêu thụ hóa chất/trợ chất trong qui trình in bóc màu chân không. Bảng 4.43 tóm tắt lượng COD và AOX cụ thể trong chất xả vào nước thải của toàn bộ qui trình (nhuộm nền + in bao gồm tiền xử lý)

Bảng 4.42: Tiêu thụ hóa chất/trợ chất, in bóc màu chân không (Nhà máy Đức)		
Công đoạn qui trình	Hóa chất / trợ chất:	Theo trọng lượng
Nhuộm ngấm ép theo mẻ		
	NaOH (50 %)	20
	Nước-ly	50
	Trợ chất	4
	Thuốc nhuộm	148
	In	
	Nitrobenzene sulfonic acid	10
	Bột in nhão (phủ 100 %)	570
Rửa (tái oxy hóa)		
	H2O2 (50 %)	28
	Trợ chất	30
	Acetic acid (60 %)	20

Bảng 4.43: Lượng COD và AOX theo trọng lượng trong in bóc màu chân không (Nhà máy Đức)		
Qui trình	COD theo trọng lượng [g/kg vải dệt]	AOX theo trọng lượng [mg/kg vải dệt]
Tiền xử lý	132	0
Nhuộm cuộn ủ	27	0
Xử lý oxy hóa	6	0
Bột in nhão	10	1
Hóa chất để rửa	45	0
Tổng cộng	220	1

Những dữ liệu này cho thấy rõ rằng phần lớn lượng COD trong in bóc màu chân không phát sinh từ qui trình tiền xử lý và các hóa chất rửa; lượng AOX phát sinh từ bột nhão in. Lượng nước thải từ việc rửa các chần in và làm sạch hệ thống in phải được thêm vào các giá trị COD đề cập ở trên.

Khí thải từ các bước sấy khô và làm ẩm có chứa VOC; khoảng 0,3 g C hữu cơ/kg vải dệt (sấy) và 0,8 g C hữu cơ/kg vải dệt (làm ướt) được quan sát thấy.

In chân không 2 giai đoạn

In chân không 2 giai đoạn được thực hiện trong các bước qui trình sau đây: sử dụng bột

in nhão, độn chất hiện hình, cố định, rửa (oxy hóa lại), và làm khô.

Bảng 4.44 cung cấp các mức độ hóa chất/trợ chất được tiêu thụ trong qui trình in chân không hai giai đoạn.

Bảng 4.44: Tiêu thụ hóa chất/trợ chất trong in chân không hai giai đoạn	
Hóa chất/trợ chất:	Tiêu thụ [g/kg vải dệt]
Bột in nhão (100 % covering)	570
Chất hiện hình	260
Rửa (oxy hóa lại)	
H ₂ O ₂ (50%)	28
Acetic acid	25
Trợ chất	30

Bảng 4.45 Các tóm tắt lượng COD và AOX theo trọng lượng trong chất thải vào nước thải của toàn bộ qui trình (bao gồm tiền xử lý).

Bảng 4.45: Lượng COD và AOX theo trọng lượng trong in chân không 2 giai đoạn (bao gồm tiền xử lý)		
Qui trình	COD theo trọng lượng [g/kg vải dệt]	AOX theo trọng lượng [mg/kg vải dệt]
Tiền xử lý	132	0,00
Chất hiện hình	39	0,00
Bột in nhão	10	7,10
Hóa chất để rửa	117	0,02
Tổng cộng	298	7,12

Phần lớn lượng COD được gây ra bởi tiền xử lý và dung dịch rửa.

Bột in nhão có chứa AOX. Lượng nước thải từ giặt chặn in và làm sạch hệ thống in phải được thêm vào các giá trị COD đề cập ở trên.

Bảng 4.46 cho một cái nhìn tổng quan về các giá trị phát thải khí trong in chân không 2 giai đoạn (bao gồm tiền xử lý và các quy trình hoàn thiện).

Bảng 4.46: Phát thải khí trong in chân không 2 giai đoạn (nhà máy Đức)				
Qui trình	VOC	Bụi	Mùi	Aldehyde
	[g/kg vải dệt]	[g/kg vải dệt]	OU/kg vải dệt]	[g/kg]
Đốt đầu sợi	0,16	0,26	5.922	<0,01

Tẩy rửa	0,12	-	2.271	
Tẩy trắng	0,04	-	896	
Sấy khô (lò sấy văng)	0,02	-	300	
In 2 giai đoạn	0,55	-	5.666	
Cố định	1,28	-	17.113	
Sấy khô, hoàn thiện	0,6	-	2.044	
Trùng ngưng	0,91	-	2.788	
Toàn bộ qui trình	3,68	0,26	37.000	<0,01

In bằng thuốc nhuộm phân tán

In bằng các chất nền PES có thể được thực hiện bằng thuốc nhuộm phân tán. Các bước qui trình là: in, sấy khô, cố định (hơi nước-HT), rửa (khử 1 phần sau khi xử lý).

Bảng 4.47 tóm tắt tiêu thụ hóa chất/trợ chất cho qui trình này.

Bảng 4.47: Tiêu thụ hóa chất/trợ chất trong in bằng thuốc nhuộm phân tán (Nhà máy Đức)	
Hóa chất/Trợ chất	Tiêu thụ [g/kg vải dệt]
Bột in nhão (phủ 100 %)	570
Rửa:	
Trợ chất	23
Acetic acid	6

Bảng 4.48 thể hiện các lượng COD và AOX theo trọng lượng được tìm thấy trong nước thải từ công đoạn giặt.

Bảng 4.48: lượng COD và AOX theo trọng lượng trong qui trình in bằng thuốc nhuộm phân tán (nhà máy Đức)		
	COD theo trọng lượng [g/kg vải dệt]	AOX theo trọng lượng [mg/kg vải dệt]
Bột in nhão	42	2,8
Hóa chất để rửa	38	0,02
Tổng cộng	80	2,8

Phần lớn khí thải được nhận thấy trong quá trình sấy khô, như được thể hiện trong Bảng 4.49 dưới đây.

Bảng 4.49: Các VOC trong khí thải từ qui trình in bằng chất nhuộm phân tán (Nhà máy Đức)

Qui trình	VOC [g/kg vải dệt]
Sấy khô	1,34
Cố định bằng hơi HT	0,01
Tổng cộng	1,35

In bằng bột màu

In bằng bột màu là một qui trình không có bước rửa (sau khi xử lý). Ô nhiễm nước chỉ phát sinh từ các bước rửa chần in và làm sạch hệ thống in trong công đoạn tiền xử lý. Bảng 4.50 tóm tắt sự ô nhiễm không khí liên quan đến in vải bông bằng bột màu.

Bảng 4.50: In vải bông bằng bột màu (Nhà máy Đức)

Qui trình	C hữu cơ	Formaldehyde
	[g C hữu cơ /kg vải dệt]	[g / kg vải dệt]
Sấy khô	3 – 5	< 0,1
Xử lý	1 - 2	0,1
Tổng cộng	4 - 7	0,1 – 0,2

4.7 Hoàn thiện

Hàng vải phải trải qua nhiều qui trình hoàn thiện khác nhau để phù hợp với mục đích sử dụng cuối cùng của chúng. "Hoàn thiện" bao gồm một số công đoạn xử lý nhằm cải thiện hoặc điều chỉnh các loại vải, nâng cao tính chất như tính thẩm mỹ, "thở vải", hiệu suất, độ bền, và khả năng chống các tác nhân sinh học, cháy hoặc nhiệt, tích lũy điện tích, v.v... Các biện pháp để lựa chọn trong hoàn thiện là vô cùng đa dạng, từ cơ khí đến xử lý bằng hóa chất. Trong một số trường hợp, các kết quả tương tự có thể đạt được thông qua cả hai phương pháp xử lý cơ học và hóa học.

Một số phương pháp xử lý trong hoàn thiện thì dành riêng cho một loại vải (ví dụ như, hoàn thiện tính để bảo quản cho vải bông, hoàn thiện chống tĩnh điện cho vải tổng hợp, chống nhay và hoàn thiện giặt siêu sạch cho vải len).

Một công thức điển hình cho hoàn thiện vải bông và các hỗn hợp vải bông bằng hóa chất là một sự kết hợp của:

- Các chất giúp dễ bảo quản,
- Chất làm mềm, và
- Các chất phụ gia chức năng (ví dụ như không thấm nước, chống cháy).

Các công đoạn xử lý hoàn thiện có thể được thực hiện bằng phương pháp từng đợt hoặc liên tục. Các bước hoàn thiện theo đợt có những vấn đề hoàn thiện giống như các bước

hoàn thiện nhuộm: sự tận trích không hoàn toàn của hóa chất. Sau khi các chất hoàn thiện được sử dụng, sấy khô (ở nhiệt độ khoảng 120°C) và xử lý (bằng cách trùng ngưng ở nhiệt độ từ 150°C đến 180°C) là cần thiết.

4.7.1 Xử lý bằng hóa chất

4.7.1.1 Tổng quan về các phương pháp

Xử lý giúp dễ bảo quản

Xử lý giúp dễ bảo quản dẫn đến việc các loại vải cellulose (a) trở nên dễ giặt hơn, (b) chống nhăn vải trong quá trình rửa và mặc và (c) không cần ủi hoặc tối thiểu việc ủi. Những yêu cầu này tồn tại bởi vì các đặc tính vải cellulose phải được so sánh với polyamide và polyester, vì cả hai loại vải này đều có một sự ổn định sẵn có cao hơn.

Xử lý chống thấm nước (xử lý kỵ nước)

Xử lý chống thấm nước bao gồm việc loại bỏ hoặc làm giảm không gian giữa các sợi chỉ, mà qua đó nước (và không khí) có thể xâm nhập vào vải. Nó thường được thực hiện trên vải cellulose.

Xử lý chống thấm nước một sản phẩm may mặc phải đảm bảo khả năng chống nước, nhưng không chống không khí và độ ẩm. Điều này có thể đạt được theo hai cách:

- Sự kết tủa của các chất kỵ nước trên bề mặt xơ, chẳng hạn như nhũ tương paraffin và muối nhôm
- Sự biến đổi hóa học của bề mặt chất xơ, có nghĩa là, thêm một nhóm kỵ nước vào phân tử xơ (những chất được sử dụng là các silicone và fluorocarbon).

Xử lý làm mềm vải

Đặc biệt đối với xơ bông hoặc cellulose, việc làm mềm là một bước xử lý hoàn thiện chủ yếu. Xử lý làm mềm vải bao gồm việc sử dụng các hóa chất cụ thể làm cho xơ mềm mại và tiện dụng; việc xử lý này thường được thực hiện trong dung dịch rửa cuối cùng sau qui trình nhuộm hoặc có liên quan đến một qui trình sấy. Với các quy trình nhuộm liên tục và bán liên tục, vải được ngâm vào một dung dịch có chứa các chất làm mềm, và sau đó các hóa chất dư thừa bị ép bởi hai xylanh và được thu hồi. Sau đó vải đã được ngâm tẩm được sấy khô trong một máy sấy văng, mà ở đó các chất làm mềm được cố định.

Xử lý chống cháy

Hoàn thiện chống cháy đã ngày càng trở nên quan trọng và ở một số nước, nó đã trở thành bắt buộc đối với một số mặt hàng. Nhiều loại sợi tự nhiên và tổng hợp (trừ những loại được thiết kế cho mục đích chống cháy) thì dễ bắt lửa. Những chất chống cháy bảo vệ vải từ việc đốt, mà không cần điều chỉnh thớ sợi, màu sắc, và hình dạng của vải. Nhiều chất có thể được sử dụng để đạt được các đặc tính chống cháy. Một cách khác để có được các đặc tính chống cháy của hàng dệt là tạo ra xơ chống cháy bằng cách thêm một số hóa chất nhất định vào các giải pháp kéo xơ. Cách này đã trở nên dễ chấp nhận hơn

đối với ngành dệt vì nó mang lại một tình trạng ổn định hơn và cũng dễ chấp nhận hơn đối với người tiêu dùng bởi vì các nguy hiểm về sức khỏe được loại trừ.

Cách thứ ba để chống cháy là tạo ra xơ có khả năng chống cháy đặc biệt được sản xuất theo các nhóm "generic" (không có tên thương mại) đặc trưng. Những sợi xơ này nói chung là đắt tiền hơn so với các loại xơ chống cháy được điều chỉnh. Chúng cũng có những hạn chế kỹ thuật về chất lượng thẩm mỹ, sự hoàn thiện, và nhuộm.

Xử lý chống tĩnh điện

Khi hai bề mặt cọ xát, chúng có thể nhiễm năng lượng tĩnh điện. Đối với hàng dệt, điều này có thể là khó chịu. Hơn nữa, tính tích điện thu hút bụi và chất bẩn. Do vậy, trong nhiều trường hợp, việc xử lý chống tĩnh điện là cần thiết. Quy trình này bao gồm việc xử lý các loại vải bằng các chất hút ẩm (các chất chống tĩnh điện) để tăng tính dẫn điện để nó không thể tích lũy tĩnh điện. Điều quan trọng là các chất chống tĩnh điện duy trì những đặc tính của chúng trong một thời gian dài và không bị mất đi bởi việc giặt.

Xử lý chống tĩnh điện là rất quan trọng đối với xơ tổng hợp bởi vì chúng tích lũy năng lượng điện rất dễ so với các loại xơ tự nhiên. Một số chất chống tĩnh điện cũng có tác dụng chống đóng vón hạt.

Xử lý bằng tạo cấu trúc thớ sợi

Chất chất điều chỉnh thớ sợi, hoặc "các chất xây dựng" được thêm vào công thức hoàn thiện để bổ sung cấu trúc hoặc độ cứng cho các loại vải và để điều chỉnh thớ vải từ mềm sang cứng. Các chất xây dựng bao gồm các polyme tự nhiên (tinh bột, tinh bột được hiệu chỉnh, các alginate), tác nhân liên kết chéo (trimethylol melamine, urê, formaldehyde), và các polyme tổng hợp (PVA, các polyacrylate). Nói chung, các chất xây dựng là các chất tạo màng mà chúng có thể phản ứng hoặc không phản ứng với vải. Trừ khi được sử dụng kết hợp với các chất phản ứng trùng hợp hoặc liên kết chéo, tác dụng làm cứng này là không bền.

Xử lý khử chất bẩn

Các chất hoàn thiện có thể được áp dụng để mang lại cho vải may mặc các đặc tính chống biến màu, chống chất bẩn/dầu (thường là quần áo lao động), vải dành cho quân đội và máy móc tự động, thảm, và màn thảm cơ bản. Các chất hoàn thiện này làm tăng hiệu quả giặt hoặc giặt khô trong trường hợp vết bẩn có nguồn gốc từ thực phẩm, dầu động cơ, đồ uống có cồn và không cồn, mực in và bùn.

Các chất hoàn thiện được áp dụng bởi quá trình ngâm ép-sấy khô và nói chung là có hiệu quả thông qua nhiều công đoạn làm sạch; một số chất bền vững trong suốt quá trình sử dụng quần áo.

Xử lý diệt khuẩn và diệt nấm

Chất diệt khuẩn đang được sử dụng trong chế biến dệt để ngăn chặn sự tăng trưởng sinh

học, và như là một chất hoàn thiện để (a) truyền các đặc tính diệt khuẩn hoặc diệt nấm cho các loại vải may mặc hoặc vải cho các bệnh viện và vải trải sàn, và (b) có vai trò như là chất ức chế mùi cho vớ/hàng dệt kim.

Xử lý chống co rút

Xơ được kéo thành sợi được đặt trong ứng suất liên tục trong quá trình dệt. Điều kiện vật lý của chúng được thay đổi, nhưng không cố định vĩnh viễn; các xơ có xu hướng quay trở lại trạng thái tự nhiên của chúng, gây ra sự co rút. Các sợi được thực hiện để có được một điều kiện cuối cùng bằng cách co rút vải trong một qui trình hoàn thiện chuẩn bị làm giảm thiểu sự co rút về sau như ngâm trong nước lạnh, tiếp theo là nước nóng, hấp hơi, hoặc xử lý bằng hóa chất. Ngay cả khi các loại vải dệt được được co rút trước, chúng có khả năng co rút hơn nữa khi được giặt. Mức độ co rút thêm này mà nó có thể xảy ra sau khi giặt phải được ghi rõ trên nhãn.

Co rút là một vấn đề rất quan trọng trong trường hợp vải len và chứa nhiều len, bởi vì sợi len có thể kết thành nỉ, do đó làm giảm kích thước của vải. Để tránh điều này, các công đoạn xử lý chống kết nỉ nhằm mục đích làm cho vải len không bị co rút trong quá trình sử dụng và giặt, và có thể bao gồm việc xử lý bằng các hóa chất sau đây:

- **Khí chlorine** và tiếp theo là giặt bằng sodium bisulfite (NaHSO₃)
- Hydrochloric acid (HCl) và sodium hypochlorite (NaClO) trong dung dịch
- Dichloroisocyanuric acid
- Các enzyme
- Các chất nhựa

Xử lý giặt siêu sạch

Xử lý hoàn thiện giặt siêu sạch nhằm gia tăng đặc tính chống kết nỉ và bao gồm việc sử dụng loại nhựa cho cúi len hoặc vải len. Một số sản phẩm và phương pháp được sử dụng, nhưng phổ biến nhất là quá trình chlorine-Hercosett. Nhựa Hercosett không thể áp dụng trực tiếp lên len bởi vì trong điều kiện bình thường, nó không tự phân bố đồng bộ trên bề mặt của xơ. Để tránh vấn đề này, len được xử lý bằng chlorine, làm tăng ứng suất bề mặt của len, vì vậy nhựa Hercosett có thể dễ dàng tự phân bố trên bề mặt, nhờ đó tạo ra một màng mỏng và đồng nhất.

Xử lý chống nhậy

Chống nhậy cho len và vải dệt bằng hỗn hợp len chủ yếu là dành cho các sản phẩm dệt để lót sàn. Trong trường hợp hàng may mặc, các chất chống nhậy có thể được áp dụng để bảo vệ các sản phẩm mà chúng sẽ được lưu trữ cho các khoảng thời gian kéo dài giữa các lần sử dụng – chẳng hạn như đồng phục quân đội. Ba hợp chất hoạt tính được sử dụng là: **permethrin**, sulcofuron và một dẫn xuất **hexahydropyrimidine** (cùng với **permethrin**). Độ bền thích hợp để giặt và giặt khô đạt được bằng cách áp dụng việc xử lý này trong quá trình nhuộm.

4.7.1.2 Mức độ phát thải trong xử lý hoàn thiện bằng hóa chất

Các mối quan ngại về môi trường và sức khỏe trong xử lý hoàn thiện bằng hóa chất là, theo thứ tự ưu tiên:

- Chất phát thải gây ô nhiễm không khí
- Chất thải trong nước thải
- Chất phát thải khuếch tán vào không khí nơi làm việc

Chất thải trong nước thải

Chất thải xả vào nước thải được tạo ra bởi các dư lượng công thức dung dịch lỏng, cũng như làm sạch các thiết bị sử dụng. Bởi vì các chất trợ dẹt thì đắt tiền, các doanh nghiệp thường hạn chế mức tổn thất dựa trên tổng số lượng chất lỏng tiêu thụ trong phạm vi 1% - 5%. Trong một vài trường hợp (đặc biệt là với các nhà hoàn thiện ăn hoa hồng nhỏ) thiệt hại cao hơn 50% có thể xảy ra. Điều này phụ thuộc vào kích thước của khung lựa mỏng và kích thước lỗ hàng được hoàn thiện.

Nói chung có thể giả định rằng ảnh hưởng môi trường từ việc hoàn thiện bằng hóa chất gần như là không đáng kể so với ảnh hưởng từ các quy trình tiền xử lý, nhuộm và in. Hầu hết lượng COD tạo ra có khả năng phân hủy sinh học thấp, nhưng phần lớn là không độc hại (điều này là quan trọng cho sự an toàn tiêu dùng). Các trường hợp ngoại lệ chính là công thức dựa trên các chất diệt khuẩn.

Phát thải khí (bao gồm khí thải vào không khí nơi làm việc)

Phần lớn lượng khí phát thải được tạo ra không ít thì nhiều bởi các thành phần dễ bay hơi, các phụ phẩm hoặc tạp chất của các trợ chất được sử dụng. Chúng có thể được tóm tắt như sau:

Các chất có đặc tính ít nguy hiểm hơn:

(Được phân loại như các lớp II, III, IV, V bởi các hướng dẫn kỹ thuật khác nhau trong các nước thành viên EU)

- Các hydrocarbon béo (C1-C40)
- Các hydrocarbon thơm
- Các xê-ton
- Các rượu (phân tử thấp)
- Các ester (phân tử thấp)
- Các siloxanes
- Các carbonic acid (phân tử thấp)
- Các acid béo
- Các rượu béo
- Các ester béo
- Các amide béo
- Các amine béo

- Các rượu amino
- Các diole, polyole
- Các glycol estee (acetate)
- Các ether (béo, thơm)
- Và nhiều chất khác (tổng cộng khoảng 1.000)

Các chất có các đặc tính nguy hiểm hơn

Acetic acid-(2-ethoxyethyl)-ester	Các chất làm mềm/nhựa fluorocarbon
Acetaldehyde	Polyvinyl acetate, acetic acid
Acrolein (2-propenoic aldehyde)	Sự phân hủy glycerol
Acrylates (methyl, ethyl, butyl)	Các polyme
Acrylic acid	Các polyme, các chất làm đặc
Các amine béo	Các polyme, các polyurethane
2-Aminoethanol	Các chất tạo ẩm, chất làm mềm
Benzyl alcohol	Chất mang thuốc nhuộm
Biphenyl	Chất mang thuốc nhuộm
N,N'-Bis(2-aminoethyl)-1,2-ethanediamine	Các chất làm mềm
Butyne-1,4-diol-2	Nhựa fluorocarbon
Caprolactam	Bột polyamide 6 /vải dệt
Chloromethane (methyl chloride)	Các hợp chất ammoniac bậc bốn
Các hydrocarbon thơm có clo	Chất mang thuốc nhuộm
Chloroethanol	Sự phân hủy các chất chống cháy (chlorinated P-ester)
Chloroparaffins	Các chất chống cháy
Dichloroethene	Polyvinylidene chloride
Dichloromethane	Làm sạch dung môi

Di(ethylhexyl)phthalate	Các chất trợ nhuộm/polymer- Phân tán
Diglycidyl ether	Nhựa Epoxy
2,4-Diisocyanatetoluene	Chất độn nhựa Fluorocarbon
2,6-Diisocyanatetoluene	Chất độn nhựa Fluorocarbon
N,N-dimethylacetamide	Dung môi xơ (polyamide 6.6, metaramide)
1,1-Dimethylethylamine	Hiếm
1,4-Dioxane	Các tenside (ethoxylate)
Diphenylmethane-2,4 diisocyanate	Chất độn, polyurethanes
Diphenylmethane-2,4 diisocyanate	Chất độn, polyurethanes
Dipropylenetriamine	Các chất làm mềm
2,3-Epoxy-1-propanol	Một số chất chống tĩnh điện
Ethoxyethanol	Các chất làm mềm /Nhựa fluorocarbon
Ethanedialdehyde (glyoxal)	Chất liên kết chéo
Ethylenediamine	Các chất làm mềm
Formic acid	Các chất làm mềm
Các chất hữu cơ chứa Flo, phân tử thấp	Nhựa fluorocarbon
Formaldehyde	Chất liên kết chéo, chất bảo quản, khí thải lò sấy văng
Hexamethylenediamine	Các sản phẩm đa trùng ngưng
Hexamethylenediisocyanate	Nhựa fluorocarbon, polyurethane
2-Hexanone	Nhựa fluorocarbon
Isocyanatomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylisocyanate,3	Nhựa fluorocarbon, polyurethane
Methoxy-1-propanol, 2-	Hiếm

Methoxypropyl acetate	Hiếm
Monochloroacetic acid, Na-salt	Hiếm
Monochloroacetic acid, 1-methylethylester	Hiếm
Monochloroacetic acid, ethyl ester	Hiếm
Monochloroacetic acid, methyl ester	Hiếm
N-alkylmorpholine	Lớp phủ không dệt
Sodium trichloro acetate	Hiếm
Oxalic acid	Trợ chất tẩy trắng
Tetrachloroethene	Giặt khô
Thiourea	Chất trợ nhuộm
Trichloroacetic acid	Hiếm
Tricresyl phosphate (ooo, oom, oop, omm, omp, opp)	Chất chống cháy
Triethylamine	Chất liên kết chéo đặc biệt
Trimethylphosphate	Chất chống cháy
Các dẫn xuất kẽm, hữu cơ, vô cơ	Nhựa fluorocarbon, chất kỵ nước, chất diệt khuẩn
Vinyl acetate	Polyvinyl acetate

Các chất có thuộc tính gây ung thư:

Hydrocarbon thơm đa vòng	Các sản phẩm crack trong khí thải (rất thấp)
Dioxins (Br, Cl, F)	Các sản phẩm crack trong khí thải (rất thấp)
Bischloromethylether	Chất gây ung thư tổng hợp mạnh nhất, sự tạo thành đồng thời khi sử dụng với formaldehyde và hydrogen chloride (rất thấp)
Arsenic trioxide/ antimony trioxide	Chất chống cháy
Dimethyl sulfate	Hợp chất ammonium bậc bốn
Ethyleneimine	

	Chất chống cháy
Acrylonitrile	Chất phân tán polyme
1,3-butadiene	Chất phân tán polyme
2-vinyl cyclohexene	Chất phân tán polyme
Epichlorohydrin	Sản phẩm đa trùng ngưng
1,2 - epoxypropane (propylene oxide)	Chất hoạt động bề mặt tenside (propoxylate)
Ethylene oxide	Chất hoạt động bề mặt tenside (ethoxylate)
Vinyl chloride	Chất phân tán polyme (PVC)
Acrylamide	Polymer hoạt tính, chất chống cháy
Butanone oxime	Nhựa fluorocarbon, polyurethanes
Pentachlorophenol	Thuốc trừ sâu
Propyleneimine	Chất chống cháy và chất liên kết chéo polyurethane
N-vinylpyrrolidone	Chất phân tán polyvinylpyrrolidone

Một hỗn hợp khí thải điển hình của các chất nguy hiểm trong khí thải lò sấy văng có thể bao gồm:

- Formaldehyde
- Caprolactam
- d-limonene, các terpene hydrocarbon
- Phenol
- Ethanolamine
- Vinyl acetate
- Formic acid
- Acetaldehyd
- Ethyl acrylate
- Butyl acrylate
- Triethylamine
- 1,4-dioxan
- Chloroacetamide
- Thiourea
- Diisooctylphtalate
- N-vinylpyrrolidone
- Methyl acrylate
- Glyoxal

- Acrylic acid
- Epoxyethylbenzene
- Methoxypropylacetate-1, 2

Các lý do phát thải:

Khả năng mà các chất này sẽ được phát ra phụ thuộc vào (a) các thuộc tính vật lý/hóa học cụ thể của chúng (chẳng hạn như áp suất hơi và sự cân bằng ưa nước/kỵ nước) và (b) các thông số qui trình:

- Thời gian xử lý
- Nhiệt độ xử lý
- Mức độ thông khí
- Hệ thống khí thải
- Vật liệu dệt (tự nhiên/thấm nước, tổng hợp/kỵ nước)
- Chất xúc tác trong công thức
- giá trị pH trong công thức/vải dệt

Trong hơn 90% các trường hợp, các kết quả phát thải là một quá trình thêm vào đơn thuần. Nói cách khác, nếu bạn biết các hành vi phát thải của các thành phần duy nhất của 1 công thức, bạn có thể thêm chúng vào theo tỷ lệ của chúng trong công thức và sự phân tích yếu tố trong sự hút ẩm.

Phạm vi phát thải

(Dữ liệu được đề cập dưới đây dựa trên các số đo khí thải trong ngành dệt châu Âu [chủ yếu là Đức])

Khí phát thải có thể trong phạm vi

- 5 - 500 mg C hữu cơ/m³ 50 - 4000 g C hữu cơ/giờ hoặc 0,1 - 10 g C hữu cơ/kg vải dệt

Nồng độ khí thải chủ yếu phụ thuộc vào khối lượng khí thải.

Điển hình là lượng khí thải trong phạm vi

- 20 - 100 mg C hữu cơ/m³ với 20 - 800 g C hữu cơ/giờ hoặc 0,4 - 2,0 g/kg vải dệt

Lượng khí thải nguy hiểm hơn như formaldehyde trong phạm vi 1 - 20 mg/m³, với 10 - 200 g/ , hoặc 0,1 - 0,4 g/kg vải dệt. Trong một số trường hợp hiếm gặp, lượng khí thải có thể đạt đến 80 mg/m³, với 800 g/h, hoặc 1,6 g/kg vải dệt.

Chất gây ung thư mới chung không phải là một vấn đề về phát thải. Các giá trị điển hình là ít hơn 1 mg/m³, với 10 g/h, hoặc 0,02 g/ kg vải dệt. Các nhà cung cấp hóa chất thường đảm bảo một nồng độ dư lượng chất đơn phân ít hơn 10 mg/kg trong các trợ chất.

Tổng sản lượng cho các nhà máy hoàn thiện điển hình dao động từ một vài trăm kg/h đến 100 tấn mỗi năm (bao gồm các hydrocarbon ở dạng phát thải chế phẩm).

Phạm vi điển hình cho các chất khác nhau được thể hiện trong Bảng 4.51, mà nó so sánh lượng khí thải nhà máy và lượng khí thải giao thông "tự nhiên" dựa trên các đoạn đường dọc theo các ranh giới của nhà máy (khi các đoạn được tăng gấp đôi, thì lượng khí thải giao thông tăng gấp đôi, và v.v...)

Bảng 4.51: So sánh khí thải nhà máy với phát thải giao thông (ở Đức) (Dựa trên các số đo của các qui trình nhà máy và các mô hình mô phỏng giao thông)			
Chất lượng khí thải	Khí thải giao thông nhà máy in kg/year (traffic on site, traffic due to delivery, suppliers, employees)	Khí thải giao thông chung theo kg/năm (khu vực được xem xét: ~ 4 km ²)	Khí thải qui trình nhà máy theo kg/năm
C hữu cơ Nhóm II và cao hơn	500 – 1.000 chủ yếu là các hydrocarbon	6.000 – 16.000 chủ yếu là các hydrocarbon	2.000 – 90.000 chủ yếu là các hydrocarbon béo và được thể
Các chất hữu cơ nhóm I	40 – 150 chủ yếu là aldehydes	500 – 2.500 chủ yếu là aldehydes	200 – 5.000 chủ yếu là formaldehyde và caprolactam
Các chất gây ung thư	15 – 30 chủ yếu là benzene	300 – 800 chủ yếu là benzene	1 – 20 chủ yếu là các đơn phân
Các chất vô cơ, chủ yếu là NOX	1.000 – 4.000	15.000 – 40.000	1.000 – 10.000

Đối với lượng khí thải carbon hữu cơ và khí thải của các chất nhóm I, khí thải từ qui trình nhà máy rõ ràng chiếm ưu thế. Tuy nhiên, trong trường hợp của các công ty nhỏ hơn, lượng khí thải giao thông chiếm ưu thế đối với hai loại khí thải này. Về chất gây ung thư, lượng khí thải nhà máy có thể được coi là không đáng kể. Theo dự kiến, lượng khí thải vô cơ của nhà máy rõ ràng là thấp hơn so với lượng khí thải giao thông.

Biện pháp giảm khí thải

Tất cả lượng khí thải nói trên có thể được giảm bởi nhiều công nghệ làm sạch khí thải khác nhau. Sau đây là các công nghệ thường được sử dụng:

- Tháp rửa khí bằng nước
- Hệ thống lọc điện
- Sự ngưng tụ
- Sự kết hợp các công nghệ này
- Đốt cháy bằng nhiệt

Các tỷ lệ giảm từ 10 đến 90%. Ước tính rằng trên toàn cầu, khoảng 1% của tất cả các máy sấy văng đã được trang bị các thiết bị như vậy cho đến nay.

Khí thải từ máy móc

Một thực tế quan trọng đối với tình hình phát thải là các máy sấy văng được nung nóng trực tiếp (methane, propane/butane) có thể tự chúng tạo ra ra lượng khí thải có liên quan. Những khí thải này là kết quả của việc đốt cháy không hoàn toàn những nguồn sơ cấp như khí. Điều này dẫn đến lượng khí thải bổ sung như:

5 – 1000 mg C/m ³ , có đến 10 kg C hữu cơ /giờ	Đối với methane
2 – 30 mg/m ³ có đến 300 g/ giờ	Đối với formaldehyde (trong những trường hợp riêng lẻ, lên đến 60 mg/m ³)
2 – 50 mg C hữu cơ /m ³ có đến 500 g C hữu cơ /giờ	Đối với propane butane
10 – 500 g/m ³ có đến 5 kg/h	Đối với carbon monoxide
5 – 10 g/m ³ với đến 0,1 kg/h	Đối với các nitrogen oxide

Điều quan trọng là phải biết khi nào kiểm soát khí thải bằng sự phân tích.

Ví dụ, trong những trường hợp này, sẽ không có ý nghĩa gì khi thực hiện các thực hiện các công thức hoàn thiện dựa trên các loại nhựa không chứa **formaldehyde** nếu các lò nung của máy sấy văng được điều chỉnh kém và tạo ra **formaldehyde** cao trong không khí thông gió.

Khí thải nặng mùi

Trong hầu hết các trường hợp, mùi là lý do để bắt đầu việc thảo luận về khí thải dẹt. Mùi xảy ra ở vùng lân cận của một nhà máy hoàn thiện dẹt có thể có các nguyên nhân khác nhau.

Chúng bao gồm:

- số lượng và chất lượng của các chất nặng mùi
- sự phân bố các chất này
- tình hình khí tượng của khu vực

Các nguồn điển hình là:

Caprolactam	Cố định nhiệt polyamide 6
Lớp phủ bột polyamide	
Dầu khoáng	
Dầu Ester	Các chất tổng hợp, các chế phẩm cố định nhiệt
Ammonia, các đơn phân	Tráng phủ, in
Các rượu đặc biệt như iso-octanol hoặc n-butanol thông dụng	
Các hydrocarbon thơm như trimethylbenzene	Chất mang thuốc nhuộm, giặt
In dung môi	
Terpene hydrocarbons	
Giặt	
Formaldehyde	Nhựa melamine
	Chất chống cháy hoạt tính
Các dẫn xuất lưu huỳnh	Thuốc nhuộm lưu huỳnh, các qui trình khử
Các aldehyde	Đốt đầu sợi
Acrolein	Phân hủy glycerol, v.v...

4.8 Tráng phủ/Tạo lớp

Sau đây chỉ là những thông tin tóm lược về các qui trình phủ và tạo lớp hàng dệt.

Hàng dệt được tráng phủ và tạo lớp thường bao gồm một chất nền dệt, mà thường là vải dệt thoi, vải dệt kim hoặc vải không dệt, mà chúng đã được kết hợp với một lớp màng mỏng linh hoạt của các chất cao phân tử tự nhiên hoặc tổng hợp.

Một loại vải được tráng phủ thường bao gồm một chất nền dệt trên đó chất polyme được áp dụng trực tiếp như là chất lỏng nhớt. Bề dày của lớp tráng phủ được kiểm soát bằng cách sử dụng nó thông qua một lá đo hoặc khẩu độ tương tự.

Một loại vải nhiều lớp thường bao gồm một hoặc nhiều chất nền dệt kết hợp với một lớp hoặc màng polymer được chuẩn bị trước bằng cách sử dụng chất kết dính hoặc nhiệt và áp suất.

Kỹ thuật cơ bản cho các loại vải phủ/tạo lớp cần thỏa mãn các yêu cầu sau đây:

AFIRM Tài liệu hướng dẫn sử dụng hóa chất

- Vải sẽ được tráng phủ/tạo lớp được cung cấp toàn bộ chiều rộng trên một cuộn
- Vải được đưa vào dưới sự kiểm soát ứng suất đến miền gia nhiệt để tráng hoặc tạo lớp
- Sau khi ứng dụng, vải được tráng phủ được đưa qua một lò nướng để xử lý composit và loại bỏ các dung môi dễ bay hơi trước khi làm mát và cuộn lại.

Trong ngành dệt, tạo lớp xốp (foam) bằng ngọn lửa là một kỹ thuật được sử dụng rộng rãi. Một tấm xốp mỏng, dẻo nóng được chuẩn bị trước được phơi ra trước lò lửa có khe rộng được đặt trước các trục cán màng. Không có lò sấy khô hoặc xử lý được yêu cầu trong quá trình này.

Các tác động môi trường chủ yếu liên quan với lớp phủ và cán là các VOC từ dung môi, chất làm mềm, v.v... (Xem thêm Mục 3.10.3 về tác động môi trường của các chất tráng phủ).