

TỔNG QUAN VỀ KIỂM SOÁT QUÁ TRÌNH KÉO, CHẢI VÀ KHUNG TỐC ĐỘ CỦA DÂY CHUYỀN KÉO SỢI

OVERVIEW OF DRAWING, BRUSHING PROCESS CONTROL AND SPEED FRAME OF SPINDING LINE

ThS. Vũ Dương Quang*, ThS. Phương Công Huân

Khoa Dệt may Thời trang, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

*Email: vdquang@uneti.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này thảo luận về nhu cầu kiểm soát quá trình trong các máy trung gian của dây chuyền kéo sợi: khung kéo, máy chải và khung tốc độ. Việc kiểm soát quá trình của từng máy này được thảo luận trong các phần riêng biệt. Mỗi phần bao gồm các vấn đề chính liên quan đến từng máy, bao gồm năng suất máy, xử lý vật liệu, đóng góp vào chất lượng sợi, các lỗi thường gặp và nguyên nhân của chúng, cũng như nhiều vấn đề khác liên quan đến kiểm soát quá trình.

Từ khóa: Máy chải; Khung kéo; Kéo sợi; Khung tốc độ; Chất lượng sợi.

ABSTRACT

This study discusses the need for process control in the intermediate machines of the spinning line: drawing frame, carding machine and speed frame. The process control of each of these machines is discussed in separate sections. Each section covers key issues related to each machine, including machine productivity, material handling, contribution to yarn quality, common errors and their causes, as well as many other issues related to process control.

Keywords: Comber; Draw frame; Drafting; Speed frame; Yarn quality.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kiểm soát quá trình là một phần không thể thiếu trong sản xuất sợi. Vì dòng vật liệu trong quá trình kéo sợi diễn ra theo trình tự, đầu ra của một máy sẽ trở thành đầu vào cho máy tiếp theo. Mỗi máy trong dây chuyền kéo sợi thực hiện những nhiệm vụ cụ thể. Điều này làm cho việc kiểm soát quá trình trở nên quan trọng, vì nếu một máy hoạt động kém có thể làm ảnh hưởng đến hiệu suất và chất lượng của tất cả các máy khác [1].

Các quá trình chính dẫn đến quá trình kéo sợi bao gồm [2]:

- Phòng xé thối thực hiện chức năng mở và làm sạch nguyên liệu;
- Chải giúp tách riêng và làm sạch búi sợi;
- Khung kéo loại bỏ các điểm không đồng đều trong sợi thô;
- Chải kỹ chủ yếu loại bỏ sợi ngắn.

Mục tiêu của nghiên cứu này là thảo luận về các hoạt động kiểm soát quá trình liên

quan đến việc sử dụng khung kéo, máy chải và khung tốc độ. Kiểm soát quá trình chủ yếu nhằm kiểm soát các thông số máy hoặc quá trình như tốc độ, nhiệt độ, độ ẩm, áp suất và độ pH. Ngược lại, kiểm soát chất lượng tập trung vào việc đo lường và kiểm soát các đặc tính của sản phẩm. Trong quá trình kéo sợi, có sự chồng lấn đáng kể giữa kiểm soát quá trình và kiểm soát chất lượng. Chất lượng của sản phẩm trung gian và cuối cùng được giám sát cả trực tuyến và ngoại tuyến [3], đảm bảo rằng mọi sai lệch đều được phát hiện nhanh chóng và triển khai các bước kiểm soát quy trình phù hợp để khắc phục vấn đề chất lượng.

2. KIỂM SOÁT QUÁ TRÌNH TRONG KÉO

Quá trình kéo có ảnh hưởng lớn đến các công đoạn xử lý tiếp theo, với hiệu suất của khung kéo tác động đến độ dày sợi, số lượng sợi và các lỗi tiềm ẩn trong sợi. Những điều chỉnh nhỏ ở các yếu tố chính có thể được áp dụng để tạo ra nhiều loại sợi có các đặc điểm khác nhau [4].

- Cài đặt con lăn tối ưu được xác định bởi một số yếu tố, bao gồm loại sợi, độ dài, độ mảnh và độ xoắn, cùng với trọng lượng sợi thô và tỷ lệ kéo sợi vùng sau. Cài đặt con lăn cho các sợi tổng hợp như acrylic và polyester thường rộng hơn so với sợi bông, do sợi tổng hợp có độ xoắn lớn hơn và tạo ra trường ma sát dài hơn. Tuy nhiên, cài đặt con lăn cao hơn có thể tạo ra nhiều sợi bay hơn trong vùng kéo sợi, dẫn đến gia tăng độ không đồng đều của sợi. Vấn đề này càng trở nên nghiêm trọng hơn nếu hàm lượng sợi ngắn quá cao.

Cài đặt vùng con lăn phía trước là yếu tố quyết định độ đồng đều cuối cùng của sợi. Cài đặt vùng trước thường cao hơn từ 2-3 mm so với 5% chiều dài sợi (tính theo số lượng)

được cung cấp bởi thiết bị USTER AFIS, giúp tạo ra hiệu suất tối ưu nhất. Tùy thuộc vào loại sợi, độ xoắn của sợi và khuyến nghị của nhà sản xuất, cài đặt vùng sau nên rộng hơn từ 3-6 mm so với vùng trước. Tỷ lệ kéo thấp ở vùng sau và cài đặt vùng sau rộng hơn thường được sử dụng kết hợp để giảm ảnh hưởng của lực kéo sợi.

- Các con lăn trên là một yếu tố quan trọng trong quá trình kéo sợi, vì khi được ép với lực tương đối cao vào các con lăn dưới, chúng hướng dẫn sợi. Việc tăng áp lực con lăn trên sẽ thu hẹp khoảng cách giữa các vùng áp lực ở phía sau và phía trước của sợi, đồng thời kiểm soát chuyển động trôi của sợi trong vùng kéo. Điều này có thể giúp sợi đều hơn. Tuy nhiên, nếu áp lực con lăn trên quá cao, có thể xảy ra sự chồng lấn đáng kể giữa các vùng áp lực phía sau và phía trước trong vùng kéo chính, cản trở chuyển động của sợi và dẫn đến độ không đồng đều cao hơn trong sợi.

Các con lăn trên nhìn chung nên có cùng đường kính, với bọc bông được đánh bóng định kỳ để đảm bảo hiệu suất tốt. Các con lăn trên mềm hơn giúp giữ sợi tốt hơn so với bọc cứng hơn và có thể cải thiện độ dẫn hướng sợi. Tuy nhiên, điều này cũng khiến chúng bị mài mòn nhanh hơn. Thông thường, bọc có độ cứng 83 Shore được sử dụng cho các con lăn trên [5] trong quá trình xử lý sợi thô. Tuy nhiên, bọc có độ cứng thấp hơn có thể mang lại hiệu suất tốt hơn khi xử lý sợi chải kỹ.

- Các loại con lăn dưới phổ biến nhất được sử dụng trong quá trình kéo sợi là dạng có rãnh xoắn và rãnh song song. Các rãnh xoắn giúp kẹp sợi hiệu quả hơn so với rãnh song song [6] và giúp quá trình quay của các con lăn trên so với con lăn dưới diễn ra trơn tru hơn, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình sản xuất. Để đạt được quá trình xử lý êm ái và nâng cao độ

bám, các con lăn phía trước nên sử dụng rãnh xoắn, trong khi các con lăn ở giữa và phía sau sử dụng rãnh song song.

- Phân bố lực kéo: Hầu hết các khung kéo sợi hiện đại sử dụng hệ thống kéo hai vùng. Chức năng chính của vùng phía sau là chuẩn bị nguyên liệu cho quá trình kéo chính, diễn ra trong vùng phía trước. Để kéo sợi hiệu quả, các sợi cần phải vào vùng phía trước trong trạng thái căng thẳng, thẳng hàng. Tỷ lệ kéo của vùng phía sau thường dao động từ 1,3 - 1,7. Lực kéo của vùng phía sau nên được đặt trên giá trị tối hạn tại đó hiện tượng trượt-bám xảy ra [6]. Giá trị tối hạn này cũng phụ thuộc vào hướng sợi trong sợi thô, vì hướng sợi kém có thể yêu cầu tỷ lệ kéo cao hơn ở vùng phía sau. Tỷ lệ kéo của vùng phía sau trong khung kéo thô nên cao hơn một chút so với khung kéo hoàn thiện, và tổng tỷ lệ kéo trong khung kéo thô nên thấp hơn trong khung kéo hoàn thiện [7].

3. QUÁ TRÌNH CHUẨN BỊ CHẢI KỸ

Có hai loại quá trình chuẩn bị chải kỹ:

Phương pháp gấp chồng sợi (phương pháp cổ điển): Chải → máy tạo băng sợi → máy tạo dải sợi → máy chải kỹ.

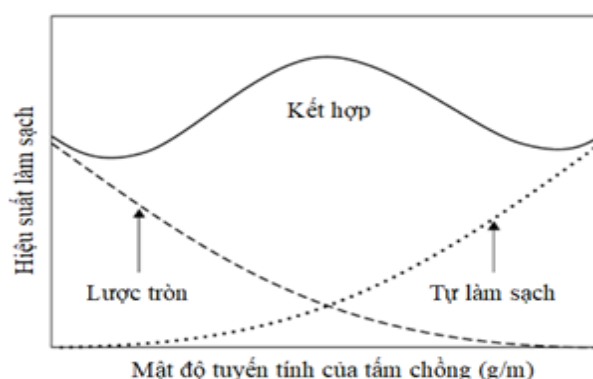
Phương pháp kéo sợi thô (phương pháp hiện đại): Chải → khung kéo sợi → máy kéo sợi đôi → máy chải kỹ.

Quá trình chải tạo ra hơn 50% sợi có móc ngược, nên cần có ít nhất hai giai đoạn kéo sợi trước khi đưa vào máy chải kỹ. Điều này giúp đảm bảo rằng sợi được đưa vào máy chải kỹ với phần lớn các móc hướng về phía trước.

Morton và Nield [8] đã quan sát thấy rằng khi bổ sung thêm một lần kéo sợi thứ

ba giữa máy chải và máy kéo sợi, lượng sợi có móc ngược tăng từ 13,1% lên 16,8%. Tuy nhiên, nếu quá trình kéo sợi bổ sung này đi kèm với việc đảo ngược hướng của sợi tại một số điểm trong quá trình, lượng sợi có móc ngược vẫn giữ nguyên và lượng sợi bị hỏng chỉ còn 11,3%. Do đó, trong khi quá trình kéo sợi bổ sung trước khi chải kỹ giúp tạo ra nhiều sợi song song hơn và ít móc hơn.

- Độ dày của tấm sợi: Một tấm sợi mỏng giúp quá trình chải kỹ diễn ra trơn tru khi lược tròn xuyên qua. Tuy nhiên, nó giữ lại các tạp chất và xơ rối kém, làm giảm khả năng loại bỏ chúng trong chu kỳ chải tiếp theo [6]. Do đó, tấm sợi mỏng giúp làm sạch lược tròn tốt nhưng lại có hiệu quả tự làm sạch kém. Ngược lại, tấm sợi dày có khả năng giữ sợi cao hơn và tạo ra một lớp sợi tốt hơn nhưng lại tạo lực mạnh lên lược tròn. Nếu tấm sợi quá dày, lược tròn có thể không xuyên qua hiệu quả, khiến lớp sợi phía trên khó tách ra. Vì vậy, việc chọn độ dày tối ưu của tấm sợi là rất quan trọng để đạt hiệu suất chải hiệu quả (Hình 1). Trong một số máy chải hiện đại, mật độ tuyến tính của tấm sợi khoảng 80 g/m.



Hình 1. Ảnh hưởng của độ dày tấm chồng lên hiệu suất làm sạch

- Sự song song của sợi trong tấm sợi: Mức độ định hướng của sợi trong tấm sợi có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất của máy chải 🖐

kỹ. Việc tăng lực kéo trước khi chải kỹ giúp tăng mức độ song song của sợi trong tấm sợi. Sự định hướng kém không chỉ làm mất đi các sợi tốt mà còn làm tăng tải trọng lên lược tròn.

- Loại cấp liệu: Có hai loại cấp liệu [9].

Cấp liệu tiến (Forward feed): Vật liệu được cấp vào khi kẹp di chuyển về phía con lăn tách sợi. Trình tự vận hành chính là: Chải kỹ → Cấp liệu → Tách → Chải kỹ.

Cấp liệu lùi (Backward feed): Vật liệu được cấp vào trong lúc kẹp quay trở lại vị trí ban đầu. Trình tự vận hành chính là: Chải kỹ → Tách → Cấp liệu → Chải kỹ.

Ảnh hưởng của chế độ cấp liệu đến quá trình chải kỹ: Đối với một sợi có độ dài nhất định, việc nó bị loại vào phần sợi thải hay giữ lại trong sợi chải kỹ phụ thuộc vào chế độ cấp liệu [5].

Nếu một sợi ngắn hơn độ dài ngưỡng, nó sẽ bị loại vào phần sợi thải. Nếu một sợi dài hơn độ dài ngưỡng, nó sẽ được giữ lại trong sợi chải kỹ.

Khi tăng khoảng cách, tỷ lệ sợi bị loại vào phần sợi thải cũng tăng lên. Tuy nhiên, việc tăng độ dài cấp liệu trên mỗi nhịp có thể dẫn đến các phản ứng khác nhau.

Trong cấp liệu tiến, tỷ lệ sợi thải giảm. Trong cấp liệu lùi, tỷ lệ sợi thải tăng lên do sợi dài hơn bị tách ra.

Giá trị độ dài cấp liệu trên mỗi nhịp cao hơn làm giảm số chu kỳ chải kỹ, đồng nghĩa với việc số lần tách giảm. Do đó, cấp liệu với độ dài cấp liệu lớn thường được chọn cho các loại sợi dài hơn vì chúng yêu cầu ít chu kỳ chải kỹ hơn.

Thông thường, cấp liệu tiến được chọn để đạt tốc độ sản xuất cao khi yêu cầu chất lượng ở mức trung bình, với tỷ lệ sợi thải duy trì khoảng 5% - 14%. Cấp liệu lùi được sử dụng khi cần chất lượng cao hơn, với tỷ lệ sợi thải dao động trong khoảng 14% - 25% [6].

Hiệu suất làm sạch của sợi chải kỹ cũng phụ thuộc vào chế độ cấp liệu. Cấp liệu lùi luôn cho chất lượng sạch hơn cấp liệu tiến, do quá trình chải kỹ diễn ra nhiều hơn trước khi sợi bị kẹp bởi con lăn tách.

Lược trên (Top comb): Mật độ kim của lược trên dao động từ 26 - 30 kim/cm, tùy thuộc vào chỉ số micronaire của sợi bông. Mật độ kim cao giúp loại bỏ xơ rối tốt hơn. Tuy nhiên, mật độ kim cao cũng có nguy cơ gây tắc nghẽn và hư hỏng, làm ảnh hưởng đến chất lượng sợi chải kỹ. Việc vệ sinh lược trên định kỳ là cần thiết để đảm bảo chất lượng đồng đều và ổn định của sợi chải kỹ. Bao gồm các nguyên nhân chính như: Nguyên nhân của lỗi trong quá trình kéo sợi; Nguyên nhân gây ra hiện tượng cuốn con lăn; Nguyên nhân gây ra lỗi suốt mềm; Nguyên nhân gây ra lỗi đổ sợi; Nguyên nhân gây ra lỗi bông vón cục; Nguyên nhân của lỗi đầu sợi chùng [10].

4. KẾT LUẬN

Với sự phát triển của công nghệ máy tính và thông tin, các hoạt động kiểm soát quy trình trong ngành kéo sợi đang ngày càng trở nên tinh vi hơn. Một số phiên bản hiện đại của máy kéo sợi tự động được trang bị điều khiển tốc độ mờ, như cơ chế tạo lớp chồng của máy kéo tốc độ đã được thay thế bằng hệ thống điều khiển dựa trên vi xử lý. Cùng với việc kiểm soát quy trình, chính thiết kế của máy móc cũng đang được hưởng lợi từ những tiến bộ công nghệ. Máy kéo tốc độ cao của Rieter, hoặc

được thiết kế phù hợp với các tiến bộ trong phát triển quy trình bằng máy tính.

Trong một thị trường do khách hàng chi phối, yêu cầu về chất lượng sản phẩm dệt may ngày càng trở nên nghiêm ngặt hơn, làm cho vai trò của việc kiểm soát quy trình trở nên quan trọng hơn bao giờ hết. Trong tương lai, vai trò của công nghệ như: Sản xuất thông minh, robot, CPS, IoT, phân tích dữ liệu data, điện toán đám mây và trí tuệ nhân tạo AI trong ngành kéo sợi không chỉ tăng lên mà các hoạt động kiểm soát quy trình này cũng sẽ chủ yếu dựa vào các hệ thống trực tuyến và tự động. Tuy nhiên, kỹ sư dệt may vẫn sẽ có vai trò quan trọng, do đó, kiến thức sâu rộng về kiểm soát quy trình là điều tối quan trọng để đối phó với những thách thức sắp tới. ❖

Ngày nhận bài: **12/02/2025**

Ngày phản biện: **24/02/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Ratnam TV, Seshan KN, Chellamani K và Karthikeyan S (2004), "*Quality Control in Spinning*". Coimbatore, SITRA.
- [2]. Slater K (1996), "*Textile Progress: Yarn Evenness*", Manchester, The Textile Institute van der Sluijs M H J and Hunter L (2009), "*Textile Progress: Neps in Cotton Lint*", Manchester, The Textile Institute.
- [3]. Bar H P, Furter R và Harzomenser I (2000), "*Influence of autoleveling and online quality control on the quality of ring yarns*". Textil Praxis, 45, 362.
- [4]. Garde A R and Subramanian T A (1988), "*Process Control in Cotton Spinning*", 2nd Ed.. Ahmedabad, ATIRA.
- [5]. Chattopadhyay R (2012), "*Advances in Technology of Yarn Production*". New Delhi, NCUTE Publications.
- [6]. Klein W (1997), "*Short Staple Spinning Series, Vol 3: A practical Guide to Combing and Drawing*", Manchester, The Textile Institute.
- [7]. Salhotra K R (2014), "*Spinning of Manmade and Blends on Cotton System*", Mumbai, The Textile Association (India).
- [8]. Morton WE và Nield R (1953), "*The effect of lap preparation on waste extraction at the cotton comber*". J. Text. Trùng, 44, T317-T334.
- [9]. Operating instruction of RSB 851 drawframe, Lakshmi machine works, Coimbatore India.
- [10]. Giáo trình chuẩn bị dệt, NXB. Đại học Bách khoa Hà Nội, 2017.