

KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT VÀI THÔNG SỐ ĐẾN ĐỘ BỀN KÉO CỦA VẢI DỆT THOI

SURVEYING THE EFFECTS OF SOME PARAMETERS ON THE TENSION STRENGTH OF WOVEN FABRICS

Bùi Thị Thu Hiền

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

TÓM TẮT

Vải là nguyên liệu thiết yếu trong gia dụng, công nghiệp và các ứng dụng kỹ thuật. Các yêu cầu về độ bền cơ học của vải là rất quan trọng nhằm đáp ứng yêu cầu của người dùng về độ bền và tuổi thọ. Nghiên cứu này cung cấp cái nhìn tổng quan về độ bền kéo của vải dệt thoi cũng như các yếu tố ảnh hưởng đến độ bền kéo. Các tính chất cơ học của vải dệt thoi được thể hiện đối với vật liệu dệt nguyên chất và có lớp phủ, chủ yếu về độ bền kéo. Tùy thuộc vào các trường hợp, các vùng điển hình trong đường cong chuyển vị tải trọng (tức là độ uốn, độ đàn hồi, hư hỏng phi tuyến tính, đứt ren) được làm nổi bật. Nghiên cứu cũng khảo sát tác động của cấu trúc, khoảng cách và kích thước sợi cũng như độ xoắn của sợi đến độ bền kéo của vải dệt thoi.

Từ khóa: *Vải dệt Thoi; Bền kéo; Sợi dọc; Sợi ngang.*

ABSTRACT

Fabric is an essential material in life, industry, and technical applications. The mechanical strength requirements of fabrics are very important to meet user requirements for durability. The purpose of this work was to provide an overview of the tensile strengths of woven textiles and factors affecting tensile strength. The mechanical properties of woven textiles for neat and coated textiles were given, especially in terms of tensile strength. Typical regions in the load-displacement curve (crimp, elastic, non-linear failure, thread breakage) were highlighted. The effect of architecture, yarn spacing and size, and yarn twisting on fabric tensile strength was then demonstrated.

Keywords: *Textile; Tensile Strength; Warp; Weft.*

1. GIỚI THIỆU

Vải là nguyên liệu quan trọng của cuộc sống. Ngày nay, vải được sử dụng cho nhiều mục đích từ may mặc đến công nghiệp và kỹ thuật. Nhìn chung, hàng dệt may phải đáp ứng các yêu cầu về độ bền, độ bền màu, tính thẩm

mỹ, v.v.. Những phẩm chất này là cần thiết để sử dụng hàng ngày. Truyền âm, chịu nhiệt độ, thấm hút, chống nước và chống cháy là những chức năng khác của vải hiệu suất cao. Cho nên việc phân tích về đặc tính cơ học là rất quan trọng trong thiết kế và phát triển hàng dệt may. 

Các thông số ảnh hưởng đến tính chất cơ học của vải như: mật độ của sợi, độ xoắn của sợi, đặc tính uốn của sợi, hệ số ma sát và mô-đun ban đầu của sợi, mật độ sợi dọc và sợi ngang, cấu trúc dệt hoặc kiểu đan sợi và các điều kiện môi trường như nhiệt độ và độ ẩm.

Độ bền kéo của sợi hoặc vải là tải trọng lớn nhất có thể chịu được mà không bị đứt khi mẫu chịu tải trọng kéo một chiều. Độ bền kéo là một trong những tính chất cơ học cần thiết nhất để đảm bảo độ bền, sự thoải mái và tuổi thọ của sản phẩm dệt may. Vải dệt thoi là một trong những vật liệu kết cấu được sử dụng nhiều nhất. Nó có tính phù hợp cho các ứng dụng kỹ thuật cao cấp và đang trở nên phổ biến hơn như một vật liệu gia cố [1]. Vải dệt thoi có tính dị hướng và đàn hồi. Tính chất cơ học của chúng được xác định bởi sự kết hợp phức tạp của bố sợi, khoảng cách sợi, trình tự xếp chồng, kích thước sợi, hướng sợi, cấu trúc sợi và tỷ lệ thể tích sợi. Vải dệt thoi có khả năng chống hư hại cực cao và độ biến dạng rất cao khi bị phá hủy dưới lực căng, nén và tải trọng va đập do sự đan xen của các bố sợi [2].

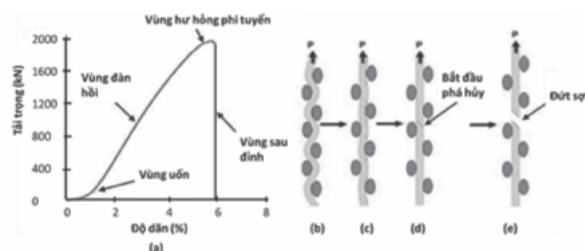
Bài báo này trình bày tổng quan về ảnh hưởng của các thông số dệt (tức là kết cấu, chiều dài khoảng cách sợi và cấu trúc sợi) đến đặc tính kéo của vải dệt thoi.

2. ĐỘ BỀN KÉO CỦA VẢI DỆT THOI

Một thông số quan trọng để mô tả cấu trúc vải là “độ uốn” tương quan với độ gọn sóng của sợi. Nó được biểu thị bằng phần trăm, công thức (1), là chênh lệch giữa toàn bộ chiều dài của sợi (L_0) và chiều dài của nó khi được dệt trong cấu trúc vải (L_1):

$$\text{Độ uốn} = \frac{L_0 - L_1}{L_0} \times 100 \quad (1)$$

Khi vải dệt thoi chịu tải trọng kéo, có thể phân biệt bốn vùng trên đường cong tải trọng – độ giãn dài (Hình 1): (i) Vùng uốn, trong đó độ uốn tăng đối với một bộ sợi và giảm đối với bộ sợi đối diện. Khi lực kéo được tác dụng theo một hướng (sợi ngang hoặc sợi dọc), tải trọng về cơ bản sẽ làm thẳng các sợi và độ uốn theo hướng ngược lại sẽ tăng lên; (ii) Vùng đàn hồi, nơi các sợi duỗi thẳng bắt đầu chịu tải nhiều hơn và độ dốc của đường cong tăng lên so với vùng bị giãn trước đó (vùng uốn). Ở giai đoạn này, không thể giảm thêm độ gọn sóng của các sợi theo hướng của lực kéo, tải trọng tăng rất mạnh và đặc tính kéo có liên quan đến độ giãn dài của chính sợi đó; (iii) Vùng phá hủy phi tuyến tính, ở vùng này sự phá hủy xảy ra và lan truyền từ các sợi riêng lẻ ngẫu nhiên trong bố sợi; (iv) Vùng sau đỉnh, ở đây tải trọng giảm đột ngột sau độ bền kéo, là dấu hiệu của sợi bị hư hỏng dần dần [3].



Hình 1. Đường cong tải trọng-chuyển vị điển hình trong quá trình thử kéo của vải dệt thoi (a). Sơ đồ: vùng uốn (b); vùng đàn hồi (c); vùng hư hỏng phi tuyến tính (d) và đứt sợi (e) [3].

3. MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN ĐỘ BỀN KÉO CỦA VẢI DỆT THOI

3.1. Ảnh hưởng của cấu trúc đến độ bền kéo của vải dệt thoi

Độ bền kéo, độ rách, mài mòn, vón cục và độ cứng của vải làm từ bông được so sánh trong tài liệu [4]. Máy dệt thoi ở độ căng sợi dọc không đổi được sử dụng để sản xuất vải chéo

trơn 1/1, vải chéo 2/1 và vải chéo 2/2. Kiểu dệt trơn có độ bền kéo, khả năng chống mài mòn, độ cứng và khả năng chống vón cao hơn so với kiểu dệt chéo vì các tính chất cơ học này được tăng lên bằng cách tăng số lượng xen kẽ của sợi dọc, sợi ngang và giảm số lượng chiều dài nổi trong kiểu dệt. Ngược lại, số chiều dài nổi trong sợi dệt càng cao thì độ đan xen càng thấp và độ bền xé càng lớn.

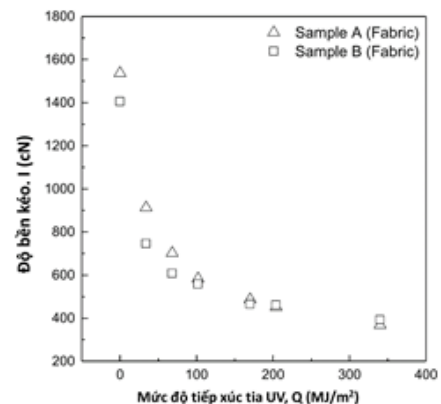
3.2. Ảnh hưởng của khoảng cách sợi đến độ bền kéo của vải dệt thoi

Khoảng cách giữa các sợi là một nhân tố quan trọng khi xem xét chất lượng vải dệt thoi và nó có tác động đáng kể đến hình thức của vải. Vải phải có khoảng cách sợi đồng đều và sự thay đổi đáng kể của khoảng cách này có thể được coi là lỗi trong khi dệt. Các thí nghiệm được tiến hành để nghiên cứu ảnh hưởng của các sợi đan, khoảng cách giữa chúng và kiểu đan lên đặc tính kéo của vải dệt thoi. Vải trơn và vải sa tanh được sản xuất ở ba mật độ sợi (18, 22 và 26 ppcm: lượt chọn trên mỗi cm (pick per cm - số sợi trên 1 cm), số sợi trên mỗi chiều dài). Không có xu hướng rõ ràng về độ bền kéo sau khi thay đổi mật độ chọn và cấu trúc mẫu. Cấu trúc sa tanh khi đó có độ bền kéo thấp hơn vải chéo trong khi có cùng chỉ số đan xen, số lượng sợi chịu lực trong các mẫu và độ uốn. Những phát hiện này đã xác nhận tác động của sự phân bố xen kẽ đến độ bền của vải [5]. Đặc tính kéo của vải dệt thoi (100% cotton) đã được nghiên cứu theo hai cấu trúc, vải chéo 3/1 và sa tanh 4/1, chỉ khác nhau ở kiểu đan xen [5]. Tải trọng đứt và độ giãn đứt của vải sa tanh cao hơn so với cấu trúc vải chéo.

3.3. Ảnh hưởng của chỉ số sợi đến độ bền kéo của vải dệt thoi

Chỉ số sợi là một biểu thức bằng số

xác định độ mịn của sợi, là chỉ số được tính theo trọng lượng của sợi dệt chia cho chiều dài quy định theo từng loại đơn vị có trọng lượng 1kg. Chỉ số càng nhỏ thì sợi càng mảnh, đường kính sợi càng nhỏ. Chỉ số sợi là một thành phần khác có thể ảnh hưởng đến tính chất cơ học của vải dệt. Ảnh hưởng của chỉ số sợi lên đặc tính kéo của vải hai lớp m-aramid (100%) đã được nghiên cứu trong [6]. Hình 2 mô tả sự so sánh giữa hai mẫu A và B, khác nhau về chỉ số sợi (tương ứng là 18,9 và 25 Ne). Kết quả cho thấy độ bền kéo cao hơn ở các sợi có kích thước lớn hơn (tức là chỉ số sợi cao hơn). Tuy nhiên, về mặt vải, mẫu A và B hoạt động tương tự nhau và ảnh hưởng của cỡ sợi đến đặc tính kéo của vải dệt thoi được coi là không đáng kể.



Hình 2. Độ bền kéo là hàm số của mức độ tiếp xúc với tia cực tím của sợi và vải (100% aramid, hai lớp). Chỉ số sợi trong mẫu A và mẫu B lần lượt là 18,9 Ne và 25,0 Ne [6]

Mặt khác, khả năng đứt gãy và độ giãn của vải giảm khi chỉ số sợi tăng lên, đặc biệt với sợi kéo thành nổi cộc [7].

3.4. Ảnh hưởng của độ xoắn khi se sợi đến độ bền kéo của vải dệt thoi

Các cấu trúc sợi khác nhau được sử dụng rộng rãi trong ngành dệt may: (i) Sợi đơn; (ii) Sợi xe, tức là hai hoặc nhiều sợi xoắn lại

với nhau; (iii) Sợi cáp hoặc sợi bấp; (iv) Sợi kéo lõi, tức là sợi có lõi ở giữa là một sợi và lớp ngoài là một sợi khác; (v) Sợi trang trí; và (vi) Các sợi tơ liên tục, tức là các sợi tơ, mượt và trơn khi tiếp xúc được kết hợp với nhau.

Ảnh hưởng của độ xoắn lên độ bền và độ cứng của các loại sợi hiệu suất cao khác nhau [8]. Kết quả thực nghiệm cho thấy mô-đun ban đầu của sợi giảm đều khi độ xoắn tăng dần. Độ xoắn cao sẽ phá hủy sợi và làm giảm độ bền kéo của sợi. Độ giãn dài đến đứt của sợi tăng đều theo mức độ xoắn.

4. KẾT LUẬN

Mục đích của nghiên cứu này là cung cấp một cái nhìn tổng quan về ảnh hưởng của một số thông số đến độ bền của vải, chẳng hạn như cấu trúc vải, chiều dài và kích thước khoảng cách sợi và độ xoắn.

Các dạng cấu trúc dệt khác nhau (dệt, dệt kim, bện và không dệt) có thể được thực hiện thông qua nhiều loại sợi lồng vào nhau. Đồng thời, có thể phát triển các kết hợp vải dệt khác nhau, chẳng hạn như dệt trơn, vải chéo và sa tanh dựa trên số lượng sợi nhồi xen kẽ trên và dưới các sợi khác.

Dưới ứng suất kéo, đường cong tải trọng-chuyển vị của vải dệt thoi được chia thành bốn vùng (uốn, đàn hồi, hư hỏng phi tuyến tính, đứt sợi). Các điều kiện thời tiết gây ra bởi độ ẩm, nhiệt độ và tia UV làm giảm đặc tính kéo của vật liệu dệt và cơ chế chủ yếu là quá trình ô-xy hóa quang.

Hơn nữa, việc tăng số lượng sợi đan xen của sợi dọc và sợi ngang và việc giảm chiều dài nổi trong sợi dệt đã làm tăng đặc tính kéo của vải dệt thoi. Nói cách khác, vải dệt trơn có độ bền kéo cao hơn vải dệt chéo. Độ bền kéo của hàng dệt sau đó có thể được cải thiện bằng cách

giảm khoảng cách sợi-sợi (tức là tăng tương tác sợi-sợi) và tăng kích thước sợi. Tuy nhiên, độ bền kéo của vải dệt thoi dường như cũng bị ảnh hưởng bởi sự phân bố của các sợi đan xen bên trong cấu trúc dệt. Cuối cùng, mức độ xoắn sợi lớn hơn có tác động bất lợi đến tính năng cơ học của hàng dệt vì sợi bị căng hơn và có thể bị hư hỏng trong điều kiện này. ❖

Ngày nhận bài: **16/02/2024**

Ngày phản biện: **18/3/2024**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Aruchamy K, Mylsamy B, Palaniappan SK, Subramani SP, Velayutham T, Rangappa SM, et al. *Influence of weave arrangements on mechanical characteristics of cotton and bamboo woven fabric reinforced composite laminates*. J Reinf Plast Compos 2023;42:776–89. <https://doi.org/10.1177/07316844221140350>.
- [2]. Tan P, Tong L, Steven GP. *Modelling for predicting the mechanical properties of textile composites - A review*. Compos Part A Appl Sci Manuf 1997;28:903–22. [https://doi.org/10.1016/S1359-835X\(97\)00069-9](https://doi.org/10.1016/S1359-835X(97)00069-9).
- [3]. Ahmad Z, Sirkova BK, Ahmad S, Naeem MS, Hassan SZ. *Effect of material and stitching on tensile properties of woven fabrics*. IOP Conf Ser Mater Sci Eng 2018;414. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/414/1/012049>.
- [4]. Grosberg P. *The Mechanical Properties of Woven Fabrics Part II: The Bending of Woven Fabrics*. Text Res J 1966;36:205–11. <https://doi.org/10.1177/004051756603600301>.
- [5]. Banerjee PK, Mishra S, Ramkumar T. *Effect of sett and construction on uniaxial tensile properties of woven fabrics*. J Eng Fiber Fabr 2010;5:8–21. <https://doi.org/10.1177/155892501000500202>.
- [6]. Wakatsuki K, Onoda S, Matsubara M, Watanabe N, Bao L, Morikawa H. *Quantitative Assessment of Tensile Strength and Degradation Coefficient of m-Aramid/p-Aramid Blended Yarns Used for Outer Layers of Firefighter Clothing under Ultraviolet Light and Correlation with Fabrics Data*. Polymers (Basel) 2022;14. <https://doi.org/10.3390/polym14193948>.
- [7]. Abou-Nassif GA. *A Comparative Study between Physical Properties of Compact and Ring Yarn Fabrics Produced from Medium and Coarser Yarn Counts*. J Text 2014;2014:1–6. <https://doi.org/10.1155/2014/569391>.
- [8]. Rao Y, Farris RJ. *Modeling and experimental study of the influence of twist on the mechanical properties of high-performance fiber yarns*. J Appl Polym Sci 2000;77:1938–49. [https://doi.org/10.1002/1097-4628\(20000829\)77:9<1938::AID-APP9>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/1097-4628(20000829)77:9<1938::AID-APP9>3.0.CO;2-D).