

NGHIÊN CỨU BIÊN DẠNG CAM TRỤ PHI TUYẾN TRONG THIẾT BỊ DỆT ĐAN NGANG CHO SẢN PHẨM DẠNG ống

RESEARCH OF NONLINEAR CAM PROFILE IN TEXTILE EQUIPMENT KNITTING FOR TUBE PRODUCTS

Nguyễn Thị Ngọc Huyền¹, Lê Đức Bảo¹, KS. Lê Minh Châu²

¹Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

²Viện Nghiên cứu Cơ khí

TÓM TẮT

Trong máy dệt kim đan ngang, cụm dệt (cụm trục kim) là cụm chi tiết hình thành vòng sợi liên kết, có vai trò quyết định đến chất lượng sản phẩm dệt. Kết cấu chính của cụm dệt gồm cam trên, cam dưới, trục kim và kim đan. Trong bài báo này, biên dạng cam được nghiên cứu với mô hình máy dệt đan ngang cho dây thun khẩu trang theo tiêu chuẩn TCVN 8389-1:2010. Trên cơ sở xây dựng mô hình khảo sát đặc tính gia tốc của các biên dạng cam và đặc tính của phản lực giữa cam và kim, phân tích yếu tố ảnh hưởng và tính toán đến chuyển động của kim (cần cam), phương pháp thiết kế biên dạng cam phi tuyến và các thông số ảnh hưởng trong máy dệt kim sợi ngang dạng ống được thiết lập. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự thay đổi biên dạng cam dạng đường cong Harmonic và độ nâng của cam $h = 16,5$ mm thì chất lượng sản phẩm dây thun đồng đều, sợi thun mịn, độ kéo dẫn tốt và đặc biệt giảm đáng kể hiện tượng đứt sợi khi dệt.

Từ khóa: Dệt kim đan ngang; Trục kim đan; Cam trụ phi tuyến; Góc áp lực của cam.

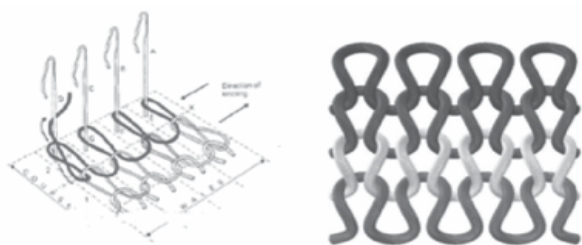
ABSTRACT

The knitting assembly (knitting needle assembly) in a weft knitting machine is a delicate assembly that creates an interlocking loop, which is very important for the quality of the woven product. The upper cam, the lower cam, the needle shaft, and the knitting needle make up the main components of the weaving assembly. In this paper, cam profiles for normal medical face mask following TCVN 8389-1:2010 are examined in this paper using a weft knitting machine model. The analysis of the influencing variables and the calculation of the needle motion is based on the development of a model to analyze the acceleration characteristic of the cam profile and the interaction between the cam and the needle (cam follower). The tubular weft knitting machine non-linear cam profile design is established. According to the study's findings, changes in the harmonizing curve cam profile and cam lift ($h = 16.5$ mm), consistent elastic band quality, smooth elastic yarn, good stretch, and especially reduced yarn breakage.

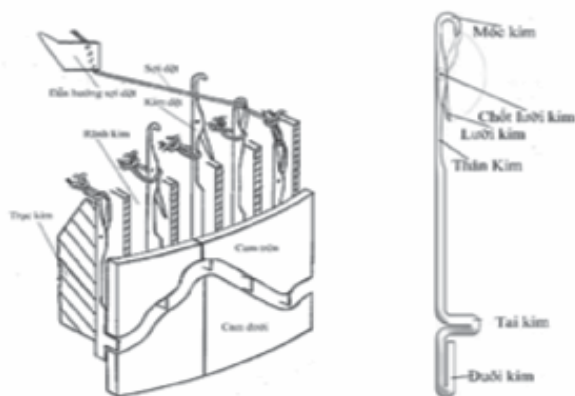
Keywords: Weft knitting; Knitting needle assembly; Non-linear cylinder cam; Force angle of cam. 

1. TỔNG QUAN

Dây thun khẩu trang y tế yêu cầu có tính đàn hồi cao, dễ đeo, dễ tháo, bề mặt mịn [1]. Để dệt ra các sợi dây dạng ống tròn có đường kính từ 2,5 đến 3mm có độ co giãn tốt thì thường được dệt từ 20% đến 50% spandex và sợi poly hoặc cotton thì công nghệ dệt kim đan ngang một mặt phải được sử dụng phổ biến. Đặc điểm của sản phẩm dệt đan ngang là chỉ sử dụng kim lưỡi, vòng sợi liên kết với nhau theo phương ngang được thể hiện ở hình 1, có khả năng kéo giãn tốt, biên dạng cam và tốc độ cam quyết định sự khác nhau về kiểu dệt [3], (hình 2).



Hình 1. Sự hình thành vòng sợi của sản phẩm dệt kim đan ngang



Hình 2. Đường đi kim dệt trên bề mặt cam và hình dạng kim lưỡi

Một số nghiên cứu trên cơ sở xây dựng mô hình toán học biên dạng cam trụ thông qua phân tích lý thuyết thiết kế cam và các chuyển động trong không gian. Cam hình trụ có kích

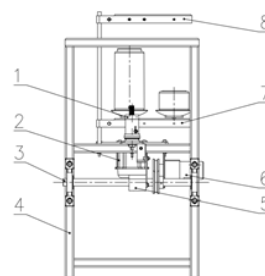
thước nhỏ, mô men xoắn cao, có biên dạng là đường cong không gian kín nên cần có dữ liệu đường bao chính xác để lập trình gia công trên máy CNC [6]. Sử dụng mô hình thực thể Cam ba chiều G NX và xử lý lập trình có thể gia công được biên dạng cam chính xác hơn, dễ dàng hơn [7]. Phân tích động học đường cong cam để đưa ra thông số ảnh hưởng như: tốc độ, biên dạng đường cong, gia tốc, góc ma sát, độ giật đoạn làm việc và độ nâng của cam [8, 9].

Bài báo này trình bày nghiên cứu biên dạng cam và các thông số của cam ảnh hưởng đến chất lượng dây thun khẩu trang y tế trong thiết bị dệt đan ngang dạng ống.

2. THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM VÀ PHƯƠNG PHÁP

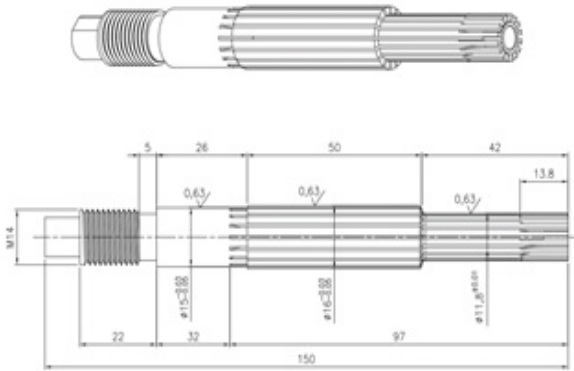
Thiết bị thí nghiệm

Thiết bị thí nghiệm được thể hiện ở hình 3 [2, 3]. Trong thiết bị thử nghiệm này, cụm trục kim được thiết kế thẳng đứng, sử dụng 16 kim lưỡi, có tốc độ quay 1900 [vg/ph], sợi được cấp là tổ hợp sợi spandex và sợi cotton với tỉ lệ 1:1. Đầu dệt với trục kim có 16 rãnh kim thể hiện trên hình 4 và kết cấu của cam trên, cam dưới để tạo chuyển động dệt hình thành vòng sợi [3, 4].

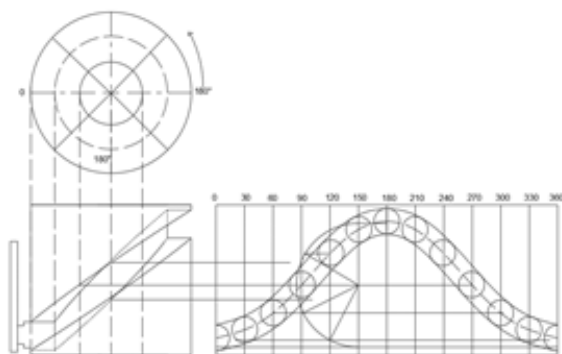


Hình 3. Thiết bị dệt thí nghiệm

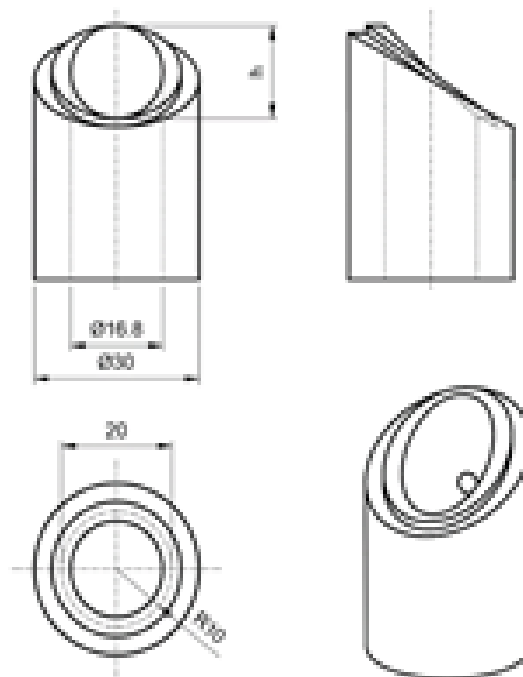
- 1 - Cụm trục kim; 2 - Động cơ chính;
- 3 - Trục kéo sản phẩm; 4 - Khung máy;
- 5 - Cụm kéo sản phẩm; 6 - Động cơ kéo sản phẩm;
- 7 - Cụm đỡ chỉ; 8 - Cụm dẫn chỉ.



Trên cơ sở hỗ trợ phần mềm thiết kế cam CAMTRAX64, giả thiết đường đi của kim có thể đi gần đúng theo các đường biên dạng lý thuyết nêu trên, đường cong cam được mô hình hóa thể hiện ở hình 7, so sánh các đường cong và lựa chọn biên dạng tốt nhất với thông số đầu vào của cam (hình 8). Các thông số chính gồm: Đường kính sợi đưa vào dẹt $d = 0,123$ mm; Chiều dài sợi trên một vòng lặp tính theo công thức: $L = 16,66 \times d$ [12], $L = 16,4$ mm; Chiều cao thấp nhất = 10,6 mm; Chiều cao cao nhất = 27 mm; Đường kính ngoài = 23,5 mm; Chiều cao trụ = 30 mm (điều chỉnh lại chiều cao trong phần mềm Solidwork); Độ sâu = 3,35 mm; thông số hai hành trình từ $0^\circ - 180^\circ$ và $180^\circ - 360^\circ$ là các góc đi xa và về gần.



Hình 7. Đường cong cam được mô hình hóa



Hình 8. Thông số cam dẹt

Trong bài báo này, nghiên cứu cho 3 dạng đường cong, mô phỏng so sánh các dạng đường cong dựa trên các điều kiện ràng buộc đầu vào khi thay đổi chiều cao nâng h là 15 mm; 16,5 mm; 18 mm. Giá trị bộ thông số thực nghiệm được mô tả ở bảng 1.

Bảng 1. Giá trị các biến thay đổi

TT	Thông số	Ký hiệu	Các mức			Khoảng thay đổi
1	Biên dạng cam	S	Harmonic	Modified Sine	Polynomial	-
2	Chiều cao nâng cam	h	15 mm	16.5 mm	18 mm	3 mm

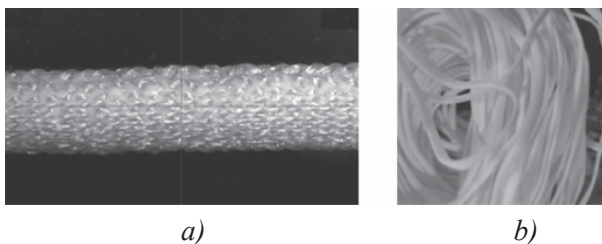
Với các thông số thay đổi biên dạng cam và chiều cao nâng cam, ma trận trực giao với 3 cấp độ được thiết kế theo phương pháp Taguchi, ma trận phù hợp là L9. Sau khi thực

thực nghiệm, đo kết quả sản phẩm dẹt so với đường kính tiêu chuẩn $d = 3,5$ mm, kết quả sai lệch đường kính với bộ thí nghiệm và tính toán hệ số S/N được tổng hợp ở bảng 2 [6].

Bảng 2. Hệ số ratio S/N của mảng trực giao Taguchi

TT	Biên dạng	Chiều cao nâng	Đường kính dây thun (mm)	Sai lệch RS (mm)	S/N Ratio
Bộ 1	Harmonic	15 mm	3.17	0.33	9.444943
Bộ 2	Modified Sine	15 mm	3.15	0.39	8.229447
Bộ 3	Polynomial	15 mm	3.05	0.45	7.779776
Bộ 4	Harmonic	16.5 mm	3.43	0.07	25.85027
Bộ 5	Modified Sine	16.5 mm	3.71	0.21	13.92903
Bộ 6	Polynomial	16.5 mm	3.75	0.25	11.67066
Bộ 7	Harmonic	18 mm	4.61	1.11	-0.91233
Bộ 8	Modified Sine	18 mm	4.75	1.25	-1.78344
Bộ 9	Polynomial	18 mm	5.07	1.57	-3.47206

Như trên bảng, với giá trị S/N càng lớn thì càng tốt, do đó chọn được bộ thông số tối ưu là biên dạng cam là đường cong Harmonic, chiều cao nâng cam: $h = 16,5$ mm. Kết quả nghiên cứu đã được tiến hành thiết kế bộ cam thực theo thông số trên, thực hiện trên thiết bị thí nghiệm có được hình ảnh sản phẩm thực tế ở hình 9 (a, b).



Hình 9. Hình ảnh chụp bề mặt sợi dây thun (a) và sản phẩm dây thun dệt (b)

Sản phẩm có bề mặt trơn, không bị lỗi, thử độ co giãn có chất lượng tốt, độ giãn dài gấp khoảng 2,5 - 3 lần so với độ dài ban đầu, đường kính của dây thun ổn định, không có sự thay đổi đột ngột hay rời.

4. KẾT LUẬN

Ảnh hưởng của biên dạng cam và chiều cao nâng của cam đến sản phẩm dây thun khâu trang trên cơ sở phân tích tính toán một số đường cong biên dạng cam thiết kế thực nghiệm theo phương pháp Taguchi đã được nghiên cứu và có thể lựa chọn biên dạng cam tối ưu để đảm bảo yêu cầu của sản phẩm có độ co giãn tốt, đường kính ổn định, bề mặt thẩm mỹ với độ trơn bề mặt và có tính đàn hồi cao. Kết quả thực nghiệm cho thấy, biên dạng cam có dạng đường cong Harmonic, chiều cao cam $h = 16,5$ mm cho sản phẩm không bị lỗi và đạt được yêu cầu đề ra, phù hợp cho thiết bị dệt kim đan ngang. Như vậy, thực nghiệm kết hợp với phần mềm Camtranx hỗ trợ có độ tin cậy cao trong việc thiết kế và sản xuất CAM, dễ dàng lựa chọn biên dạng cam cho các sản phẩm dệt khác nhau, nâng cao hiệu quả sản xuất và chất lượng sản phẩm. ❖



Ngày nhận bài: 12/9/2022

Ngày phản biện: 22/9/2022

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8389-1:2010.
- [2]. Nguyễn Phương Diễm; *Công nghệ dệt kim*. NXB. Bách Khoa Hà Nội, 1988.
- [3]. Nguyễn Thị Ngọc Huyền, Lê Đức Bảo; *Thiết kế, chế tạo máy dệt kim đơn 20 đầu trục kim làm khẩu trang y tế*, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, pp 16-23, 2020, ISSN 2615 - 9910.
- [4]. Đặng Vũ Giao, Lê Văn Tiến, Nguyễn Đắc Lộc và các tác giả khác; *Công nghệ chế tạo máy* - Tập 1, 2. NXB. ĐH và THCN, Hà Nội 1976.
- [5]. PGS. TS. Trần Minh Nam; *Giáo trình chuẩn bị dệt*. NXB. Bách khoa Hà Nội, Hà Nội 2006.
- [6]. PGS, TS. Nguyễn Trọng Hùng, TS. Phùng Xuân Sơn; *Giáo trình thiết kế thực nghiệm trong chế tạo máy*. NXB. Xây dựng, 2016.
- [7]. Yuan L. Lai, Jui P. Hung, and Jian H. Chen; *Roller guide design and manufacturing for spatial cylindrical Cams*. World Academy of Science, Engineering and Technology 38, 2008.
- [8]. G. Song, Y. Li, and J. Wu; *A Study on the Optimum Design of Non-linear Cam Profiles in Weft-knitting Machines*. 10.1533/joti.2002.0037.
- [9]. K. Oldham, N. D. Burns & G. J. Simms; *Non linear Cams for weft-knitting machines*. Manufacturing Systems Engineering, University of Bradford, Bradford 7, West Yorkshire, England, 01 Dec 2008.
- [10]. J. J. F. Knapton & T. W.-Y. Lau – 19,22,3; “The design and dynamics of non-linear cams for use in high speed weft knitting machines”, part I, IV, V (1978).
- [11]. G. Song, Y. Li, and J. Wu; *A study on the optimum design of non-linear Cam profiles in weft knitting machines*, 10.1533/joti.2002.0037.
- [12]. Alenka Pavko-Cuden, Ales Hladnik, Franci Sluga; *Loop Length of Plain Single Weft Knitted Structure with Elastane*, June 2013, DOI:10.1177/155892501300800214.