

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN NĂNG SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG CẮT VẢI KHI CẮT BẰNG TIA LASER

STUDY ON THE EFFECT OF TECHNOLOGY FACTORS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF FABRIC IN CUTTING PROCESS WITH LASER

Vũ Văn Tàn¹, Tạ Hồng Phong¹, Nguyễn Văn Hạng¹ Ngô Hữu Mạnh¹

Email: vutannnn@gmail.com

¹Trường Đại học Sao Đỏ

Ngày nhận bài: / /

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: / /

Ngày chấp nhận đăng: / /

Tóm tắt

Trong ngành công nghiệp may, việc cắt vải theo phương pháp cơ học truyền thống có nhiều hạn chế như đường cắt không chính xác, năng suất, chất lượng thấp, giá thành cao, cần có thiết bị định vị vải khi cắt... Để khắc phục những nhược điểm trên, nhóm tác giả đã nghiên cứu, thiết kế và chế tạo máy cắt vải, da bằng laser phục vụ ngành công nghiệp may nhằm nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm. Trong bài báo này, nhóm tác giả dùng phương pháp thực nghiệm để đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ như chiều dày cắt, công suất và tốc độ cắt đến hình dạng, kích thước sản phẩm, chất lượng vết cắt. Thiết bị cắt vải bằng tia laser đã được nhóm tác giả nghiên cứu, thiết kế và chế tạo. Kết quả nghiên cứu làm cơ sở cho việc xây dựng bộ thông số tối ưu khi cắt vật liệu vải trên thiết bị cắt bằng laser.

Từ khóa: Máy cắt laser; vật liệu vải; năng suất cắt; tốc độ cắt; chiều dày cắt.

Abstract

In the garment industry, the cutting of fabrics by traditional mechanical methods has many shortcomings such as inaccurate cutting lines, low productivity, poor quality, high cost, etc. On the other hand, it takes time to position the fabric in the cutting process. To overcome these disadvantages, the authors have researched, designed and fabricated a laser cutting machine for the garment industry that improves the productivity and quality of products. In this paper, the authors used empirical methods to evaluate the effect of technological factors such as cutting thickness, cutting power and cutting speed on shape, and quality of the product. The results of the study are the basis for the set of optimal parameters for cutting fabric on the laser cutting device.

Keywords: Laser cutting machine; fabric; cutting productivity; cutting speed; cutting thickness

1. GIỚI THIỆU

Khi cắt vật liệu vải bằng phương pháp cơ học, do tính chất vật lý của vật liệu nên trong quá trình tiếp xúc giữa dao cắt và vật liệu, dưới tác dụng của lực cắt, vật liệu thường bị xô lệch, dẫn đến sai lệch về kích thước của mẫu cắt, đặc biệt là trong trường hợp cắt nhiều lớp, với tốc độ cắt chậm. Trong trường hợp đường cắt phức tạp, việc cắt theo phương pháp cơ học gặp nhiều khó khăn. Hơn nữa, khi cắt theo phương pháp cơ học, cần phải có bộ phận định vị trong quá trình cắt... Những yếu tố này làm cho năng suất và chất lượng sản phẩm thấp, giá thành sản phẩm cao.

Để khắc phục những nhược điểm khi cắt vật liệu vải, đa theo phương pháp truyền thống ngày nay người ta sử dụng tia laser. Tia Laser

đã được sử dụng rộng rãi để cắt kim loại và phi kim loại. Theo W.M. Steen [1], việc dùng tia Laser để cắt vật liệu có nhiều ưu điểm như: không cần thiết bị kẹp chặt vật liệu cắt, các biên dạng phức tạp được thực hiện dễ dàng và hoàn toàn tự động. Một ưu điểm khác của việc cắt vật liệu vải bằng laser là vật liệu được cắt bằng nhiệt giúp ngăn những sợi không bị kéo ra trong quá trình xử lý [2].

Ngày nay, trong ngành công nghiệp may đã ứng dụng các thiết bị cắt laser vào sản xuất để nâng cao chất lượng và hạ giá thành sản phẩm. Với mục đích ứng dụng những thành tựu khoa học kỹ thuật vào thực tế sản xuất, nhóm tác giả đã nghiên cứu, thiết kế và chế tạo mô hình máy cắt vải, da bằng laser. Trong bài báo này, nhóm tác giả nghiên cứu, tiến hành thực nghiệm đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố

công nghệ như chiều dày cắt, công suất cắt và tốc độ cắt đến chất lượng vết cắt.

2. THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

2.1. Thiết bị và vật liệu thực nghiệm

Thiết bị thực nghiệm được sử dụng trong nghiên cứu này là máy cắt vải bằng tia laser (được nhóm tác giả nghiên cứu, thiết kế và chế tạo). Thiết bị sử dụng công nghệ Laser CO₂, [3], [4]. Phạm vi làm việc của máy 400x600x250mm, công suất 50W. Thực nghiệm được tiến hành trên ba loại vải có thành phần cotton khác nhau là: Loại vải 60% cotton, loại vải 70% cotton, loại vải 100% cotton [5].

Quá trình thực nghiệm được tiến hành trong các trường hợp thay đổi số lớp cắt, thay đổi tốc độ cắt và thay đổi công suất cắt để đánh giá khả năng cắt, hiệu suất cũng như chất lượng vết cắt của thiết bị.



Hình 1. Thiết bị cắt vải bằng laser- ĐHSD



Hình 2. Mẫu vải thực nghiệm

2.2. Thực nghiệm

2.2.1. Đánh giá ảnh hưởng của chiều dày lớp vải cắt và công suất cắt.

- Trường hợp 1: Số lớp cắt là 01 lớp, công suất cắt thay đổi từ 20% đến 60%, tốc độ cắt 20mm/s. Kết quả thực nghiệm được thể hiện trên bảng 1.



Hình 3. Sản phẩm cắt TH1 – 1 lớp

Bảng 1. Số lớp cắt là 01 lớp, công suất từ 20% ÷60%, tốc độ cắt 20mm/s

Số lớp	Công suất	Tốc độ cắt	Năng suất
1	20	20mm/s	2.81SP/ph
1	30	20mm/s	2.81SP/ph
1	40	20mm/s	2.81SP/ph
1	50	20mm/s	2.81SP/ph
1	60	20mm/s	2.81SP/ph

- Trường hợp 2: Số lớp cắt là 03 lớp, công suất cắt thay đổi từ 20% đến 60%, tốc độ cắt 20mm/s. Kết quả thực nghiệm được thể hiện trên bảng 2. Sản phẩm cắt trên ba loại vải thể hiện trên hình 4, 5 và 6.



Hình 4. Sản phẩm cắt TH2 – 3 lớp (Loại vải 60% cotton)



Hình 5. Sản phẩm cắt TH2 – 3 lớp (Loại vải 70% cotton)



Hình 6. Sản phẩm cắt TH2 – 3 lớp (Loại vải 100% cotton)

Bảng 2. Số lớp cắt là 03 lớp, công suất từ 20% ÷60%, tốc độ cắt 20mm/s

Số lớp	Công suất	Tốc độ cắt	Năng suất
3	20	20mm/s	8.23SP/ph
3	30	20mm/s	8.23SP/ph
3	40	20mm/s	8.23SP/ph
3	50	20mm/s	8.23SP/ph
3	60	20mm/s	8.23SP/ph

- Trường hợp 3: Số lớp cắt là 05 lớp, công suất cắt thay đổi từ 20% đến 60%, tốc độ cắt 20mm/s. Kết quả thực nghiệm và sản phẩm cắt được thể hiện trên bảng 3, hình 7 và hình 8.



Hình 7. Sản phẩm cắt TH3 – 5 lớp (Loại vải 60% cotton)

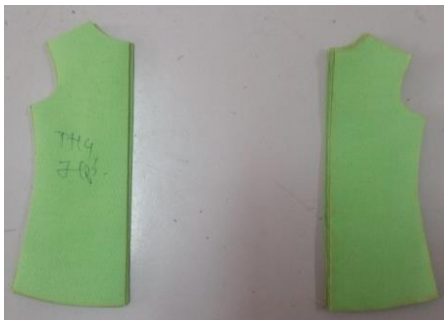


Hình 8. Sản phẩm cắt TH3 – 5 lớp (Loại vải 70% cotton)

Bảng 3. Số lớp cắt là 05 lớp, công suất cắt từ 20% ÷60%, tốc độ cắt 20mm/s

Số lớp	Công suất	Tốc độ cắt	Năng suất
5	20	20mm/s	14.05SP/ph
5	30	20mm/s	14.05SP/ph
5	40	20mm/s	14.05SP/ph
5	50	20mm/s	14.05SP/ph
5	60	20mm/s	14.05SP/ph

- Trường hợp 4: Số lớp cắt là 07 lớp, công suất cắt thay đổi từ 20% đến 60%, tốc độ cắt 20mm/s. Kết quả thực nghiệm được thể hiện trên bảng 4.



Hình 9. Sản phẩm cắt TH4 – 7 lớp

Bảng 4. Số lớp cắt là 07 lớp, công suất cắt từ 20% ÷60%, tốc độ cắt 20mm/s

Số lớp	Công suất	Tốc độ cắt	Năng suất
7	20	20mm/s	19.66SP/ph
7	30	20mm/s	19.66SP/ph
7	40	20mm/s	19.66SP/ph
7	50	20mm/s	19.66SP/ph
7	60	20mm/s	19.66SP/ph

- Trường hợp 5: Số lớp cắt là 09 lớp, công suất cắt thay đổi từ 40% đến 80%, tốc độ cắt 20mm/s. Kết quả thực nghiệm được thể hiện trên bảng 5.

Bảng 5. Số lớp cắt là 09 lớp, công suất cắt từ 40% ÷80%, tốc độ cắt 20mm/s

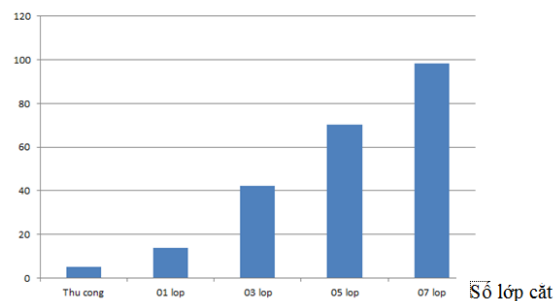
Số lớp	Công suất	Tốc độ cắt	Năng suất
9	40	20mm/s	25.28SP/ph
9	50	20mm/s	25.28SP/ph
9	60	20mm/s	25.28SP/ph
9	70	20mm/s	25.28SP/ph
9	80	20mm/s	25.28SP/ph



Hình 10. Sản phẩm cắt TH4 – 9 lớp

Từ thông số thực nghiệm trong các bảng 1 đến bảng 5 ta xây dựng được đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa chiều dày lớp cắt và năng suất cắt khi công suất cắt thay đổi từ 20% đến 60%, tốc độ cắt là 20mm/s trên hình 11.

Năng suất (SP)



Hình 11. Đồ thị mối liên hệ giữa năng suất và số lớp cắt khi tốc độ cắt là 20mm/s

Trên hình 11 thể hiện kết quả thực nghiệm cắt vải trên máy cắt vải bằng Laser khi tốc độ cắt là 20mm/s và số lớp vải tăng dần, công suất cắt thay đổi từ 20% đến 60%. Khi số lớp cắt tăng

lên, năng suất cắt tăng. Tuy nhiên trong trường hợp số lớp cắt nhiều sẽ ảnh hưởng đến chất lượng vết cắt. Số lớp cắt càng nhiều, hiện tượng cháy sém tại mép cắt của sản phẩm càng tăng.

- Năng suất cắt thực hiện trên thiết bị Laser cao hơn rất nhiều so với cắt bằng phương pháp thủ công.

- Trong tất cả các trường hợp thực nghiệm, sản phẩm cắt đảm bảo đúng hình dạng, kích thước, vết cắt đảm bảo độ thẳng theo đường chỉ, vết cắt không bị sờn, không bị xô vãi và đạt độ chính xác cao về kích thước thiết kế.

- Khi công suất cắt càng nhỏ thì đường cắt càng mịn và đẹp. Khi nhiệt cắt càng tăng thì mép cắt có hiện tượng cháy sém. Tuy nhiên khi chọn nhiệt cắt quá nhỏ thì sẽ ảnh hưởng đến công suất cắt, chiều dày lớp cắt thậm chí sản phẩm cắt có thể không đứt hoàn toàn.

- Trong trường hợp số lớp cắt là 01, 03, 05 lớp, tốc độ cắt 20mm/s. Sản phẩm cắt vẫn đảm bảo đúng hình dạng, ngay ngắn, không bị sờn, không bị xô vãi, sản phẩm đảm bảo đúng kích thước thiết kế và cắt hết chiều dày lớp cắt trong tất cả các trường hợp trên.

- Trong trường hợp số lớp cắt là 07 và 09 lớp. Khi nhiệt cắt nhỏ thì không cắt đứt hết chiều dày các lớp vải. Khi công suất cắt là 20%, tốc độ cắt 20mm/s thì số lớp cắt đứt là 05 lớp.

- Khi số lớp vật liệu càng dày, do hiện tượng tích nhiệt trong các lớp vải nên số lớp vật liệu càng dày, hiện tượng cháy sém tại mép cắt của sản phẩm càng tăng.

- Đối với cắt vải, vải có thành phần polyester càng lớn càng dễ cắt. Tuy nhiên vải có thành phần Polyeste càng lớn thì vết cắt có hiện tượng cháy sém.

2.2.2. Đánh giá ảnh hưởng của tốc độ cắt

Để đánh giá ảnh hưởng của nhiệt cắt đến năng suất và chất lượng sản phẩm, nhóm tác giả tiến hành thực nghiệm trong các trường hợp:

- Trường hợp 6: Số lớp cắt là 01 lớp, công suất cắt không đổi bằng 30%. Tốc độ cắt tăng dần từ 30mm/s đến 70mm/s. Kết quả thực nghiệm được thể hiện trên bảng 6.

Bảng 6. Số lớp cắt là 01 lớp, công suất cắt 30%, tốc độ cắt từ 30mm/s đến 70mm/s

Số lớp	Công suất	Tốc độ cắt	Năng suất
1	30	30mm/s	15.73s/SP
1	30	40mm/s	12.00s/SP
1	30	50mm/s	9.7s/SP
1	30	60mm/s	8.04s/SP
1	30	70mm/s	7.47s/SP

- Trường hợp 7: Số lớp cắt là 03 lớp, công suất cắt không đổi bằng 30%. Tốc độ cắt tăng dần từ 30mm/s đến 70mm/s. Kết quả thực nghiệm được thể hiện trên bảng 7.

Bảng 7. Số lớp cắt là 03 lớp, công suất cắt 30%, tốc độ cắt từ 30mm/s đến 70mm/s

Số lớp	Công suất	Tốc độ cắt	Năng suất
3	30	30mm/s	5.24s/SP
3	30	40mm/s	4.00s/SP
3	30	50mm/s	3.23s/SP
3	30	60mm/s	2.68s/SP
3	30	70mm/s	2.49s/SP

- Trường hợp 8: Số lớp cắt là 05 lớp, công suất cắt không đổi bằng 30%. Tốc độ cắt tăng dần từ 30mm/s đến 70mm/s. Kết quả thực nghiệm được thể hiện trên bảng 8.

Bảng 8. Số lớp cắt là 05 lớp, công suất cắt 30%, tốc độ cắt từ 30mm/s ÷ 70mm/s

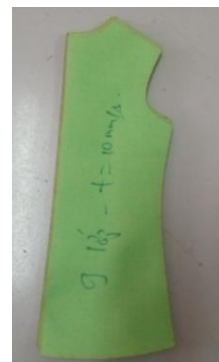
Số lớp	Công suất	Tốc độ cắt	Năng suất
5	30	30mm/s	3.15s/SP
5	30	40mm/s	2.40s/SP
5	30	50mm/s	1.94s/SP
5	30	60mm/s	2.68s/SP

- Trường hợp 9: Số lớp cắt là 07 lớp, công suất cắt không đổi bằng 30%. Tốc độ cắt tăng dần từ 30mm/s đến 70mm/s. Kết quả thực nghiệm được thể hiện trên bảng 9.

Bảng 9. Số lớp cắt là 07 lớp, công suất cắt 30%, tốc độ cắt từ 30mm/s ÷ 70mm/s

Số lớp	Công suất	Tốc độ cắt	Năng suất
7	50	10 mm/s	3.01s/SP
7	50	15mm/s	2.57s/SP
7	50	20mm/s	2.22s/SP
7	50	25mm/s	

- Trường hợp 10: Số lớp cắt là 10 lớp, công suất cắt không đổi bằng 70%. Tốc độ cắt tăng dần từ 10mm/s đến 20mm/s. Kết quả thực nghiệm được thể hiện trên bảng 10



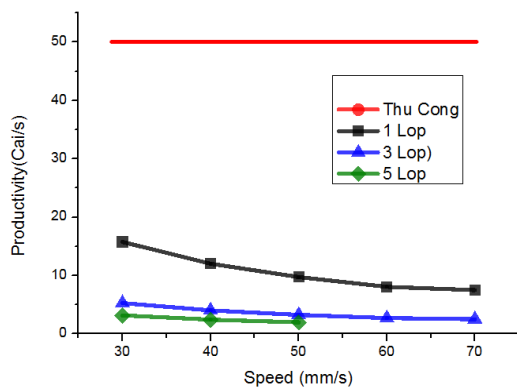
Hình 12. Sản phẩm cắt TH10 – 9 lớp

Bảng 10. Số lớp cắt là 09 lớp, công suất cắt 70%, tốc độ cắt từ 10mm/s đến 20mm/s

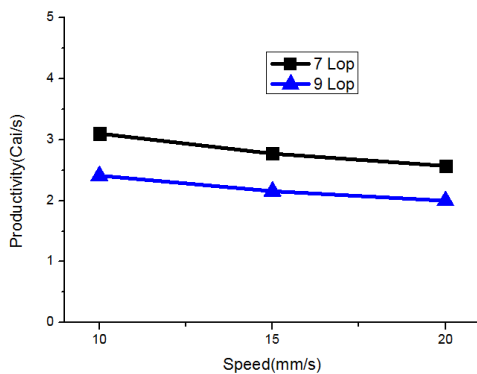
Số lớp	Công suất	Tốc độ cắt	Năng suất
9	70	10 mm/s	2.41s/SP
9	70	15mm/s	2.15s/SP
9	70	20mm/s	2.00s/SP
9	70	25mm/s	

Từ bảng 6, 7, 8 ta xây dựng được đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa năng suất cắt và tốc độ cắt (hình 13)

Từ bảng 9, 10 ta xây dựng được đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa tốc độ cắt và năng suất cắt chiều dày lớp cắt và năng suất cắt (hình 14)



Hình 13. Đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa năng suất cắt và tốc độ cắt khi thay đổi chiều dày lớp cắt, công suất cắt là 30%.



Hình 14. Đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa năng suất cắt và tốc độ cắt khi thay đổi chiều dày lớp cắt.

- Để tăng năng suất cắt ta cần tăng chiều dày lớp cắt và tốc độ cắt. Tuy nhiên khi tốc độ cắt lớn, chiều dày cắt lớn và nhiệt cắt nhỏ thì lớp cắt không đứt hoàn toàn.

THÔNG TIN VỀ TÁC GIẢ:

1. TS. Vũ Văn Tân

Đơn vị công tác: Trường Đại học Sao Đỏ

Địa chỉ: Số 24, Thái Học II, Phường Sao Đỏ, Thị xã Chí Linh, Tỉnh Hải Dương

ĐT: 0911 422 658

- Trong trường hợp số lớp cắt là 01, 03 lớp thì khi công suất cắt là 30%, tốc độ cắt tăng dần từ 30mm/s lên 70mm/s thì thiết bị vẫn cắt đứt hoàn toàn chiều dày lớp vật liệu.

- Khi chiều dày lớp vải là 05 lớp, thì khi tăng tốc độ lên 60mm/s, chiều dày lớp vật liệu cắt không đứt hoàn toàn.

- Khi tăng chiều dày cắt lên 07 lớp và 09 lớp, nhiệt cắt tăng lên 70% và tốc độ cắt giảm thì chiều dày lớp vật liệu đứt hoàn toàn. Sản phẩm có hình dạng, kích thước đúng theo thiết kế, mép cắt mịn. Tuy nhiên trong trường hợp nhiệt cắt cao, tốc độ cắt chậm, số lớp cắt lớn thì mép cắt của sản phẩm có hiện tượng cháy sém.

3. KẾT LUẬN

- Sản phẩm cắt trên thiết bị cắt bằng laser đảm bảo đúng hình dạng và kích thước theo thiết kế. Chất lượng vết cắt đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, mịn và đảm bảo tính thẩm mỹ.

- Khi cắt vật liệu vải có số lớp nhỏ, nên chọn công suất cắt nhỏ, tốc độ cắt từ 25mm/s đến 30 mm/s. Khi đó chất lượng vết cắt là tốt nhất.

- Khi cắt nhiều lớp, cần giảm tốc độ và tăng công suất cắt. Tuy nhiên khi tăng công suất cắt, giảm tốc độ sẽ dẫn đến hiện tượng vết cắt bị cháy sém.

- Công suất cắt trong phạm vi nhất định không ảnh hưởng đến năng suất cắt.

- Sử dụng thiết bị cắt vải, da bằng Laser góp phần tăng năng suất, chất lượng sản phẩm trong ngành công nghiệp may mặc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. W.M. Steen, J. Mazumder (2010). *Laser material processing, 4th ed., Springer, London; New York.*
- [2]. C. Cherif (2011). *Textile Werkstoffe für den Leichtbau: Techniken - Verfahren - Materialien - Eigenschaften, Springer, Berlin.*
- [3]. Nguyễn Minh Cảo, Nguyễn Văn Trọng (1984), *Laser và ứng dụng, Nhà Xuất bản Thành phố Hồ Chí Minh.*
- [4]. Nguyễn Đức Hân, Nguyễn Minh Hiên (1984), *Kỹ thuật Laser và made, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.*
- [5]. *Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 5782:2009 về Hệ thống cỡ số tiêu chuẩn quần áo (2009) - Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 38 Vật liệu dệt.*

Email: vutannn@gmail.com