

Đổi mới quy trình may đính túi thông qua nghiên cứu, thiết kế, chế tạo hệ thống cữ, gá, dưỡng bán tự động lắp cho máy lập trình Juki AMS-221EN/2516

Hoàng Xuân Hiệp, Nguyễn Sỹ An*, Nguyễn Văn Lâm, Đỗ Xuân Chũ, Dương Thị Hoàn

Trường Đại học Công nghiệp và Thương mại Hà Nội, xã Gia Lâm, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 25/12/2025; ngày chuyển phản biện 28/12/2025; ngày nhận phản biện 25/1/2026; ngày chấp nhận đăng 30/1/2026

Tóm tắt:

Công đoạn may đính túi trong sản xuất veston/jacket thường thực hiện trên máy một kim. Khi may, người vận hành phải gấp mép và giữ mép đính liên tục để bảo đảm độ chính xác đường may mí, đồng thời lấy và sắp xếp bán thành phẩm sau may. Các thao tác này làm tăng thời gian chu trình may và gây biến động chất lượng. Bài báo đề xuất đổi mới quy trình may đính túi trên máy Juki AMS-221EN/2516 bằng hệ thống cữ-gá-dưỡng bán tự động. Hệ thống tích hợp cơ cấu gấp mép và ép giữ vải dùng khí nén, điều khiển PLC (bộ điều khiển logic khả trình) theo mô hình chu trình-trạng thái để đồng bộ với chuyển động may và tự động lấy, sắp xếp bán thành phẩm sau may; nhờ đó quản lý liên động rõ ràng và tăng độ tin cậy khi vận hành lặp lại. Thử nghiệm sản xuất được thực hiện 30 lần trong 30 ngày (mỗi lần 4 giờ; n=30 cho mỗi phương án). Kết quả cho thấy, thời gian chu trình trung bình giảm từ $11,9 \pm 0,7$ giây/chi tiết xuống $8,3 \pm 0,5$ giây/chi tiết (giảm 30,3%; Welch t-test, $p < 0,001$), tương ứng sản lượng tăng từ 1212 lên 1739 chi tiết/4 giờ (tăng 43,5%). Đường may mí ổn định hơn và ít phụ thuộc tay nghề nhờ loại bỏ thao tác giữ mép.

Từ khóa: cữ-gá-dưỡng, Juki AMS-221EN/2516, khí nén, may đính túi, máy may lập trình, Programmable Logic Controller, tự động hóa may.

Chỉ số phân loại: 2.3, 2.11

Innovation of the pocket attachment sewing process through research, design, and fabrication of a semi-automatic jig-fixture-template system for the Juki AMS-221EN/2516 programmable sewing machine

Xuan Hiep Hoang, Sy An Nguyen*, Van Lam Nguyen, Xuan Chu Do, Thi Hoan Duong

Hanoi Industrial and Trade University, Gia Lam Commune, Hanoi, Vietnam

Received 25 December 2025; revised 25 January 2026; accepted 30 January 2026

Abstract:

Pocket facing attachment in veston/jacket production is commonly performed on single-needle sewing machines. During sewing, operators must manually fold and continuously hold the facing edge to ensure stitch-line accuracy, while retrieving and arranging semi-finished parts after sewing. These manual operations increase the sewing cycle time and lead to quality variation. This study proposes an innovative pocket-facing sewing process on the Juki AMS-221EN/2516 programmable sewing machine using a semi-automatic jig-fixture-template system. The system integrates a pneumatic edge-folding and clamping mechanism controlled by a PLC using a cycle-state control scheme synchronised with the sewing motion, and automatically retrieves and arranges semi-finished parts after sewing; consequently, interlocks are clearly managed and operational reliability is improved under repeated operation. Production trials were conducted 30 times over 30 days (4 hours per trial; n=30 for each method). Results show that the mean cycle time decreased from 11.9 ± 0.7 s/part to 8.3 ± 0.5 s/part (-30.3%; Welch's t-test, $p < 0.001$), corresponding to an output increase from 1212 to 1739 parts per 4 hours (+43.5%). The topstitch line became more stable and less dependent on operator skill due to the elimination of manual edge holding.

Keywords: automation in garment manufacturing, computer-programmable sewing machine, jig-fixture-template system, Juki AMS-221EN/2516, pneumatic actuator, pocket attachment sewing, Programmable Logic Controller.

Classification numbers: 2.3, 2.11

*Tác giả liên hệ: Email: anns@hict.edu.vn

1. Đặt vấn đề

Ngành may mặc giữ vai trò quan trọng trong cơ cấu sản xuất công nghiệp và xuất khẩu của Việt Nam. Ở nhóm sản phẩm có yêu cầu thẩm mỹ cao như veston, jacket..., bộ phận túi áo (đáp túi) vừa có chức năng sử dụng vừa quyết định cảm quan thẩm mỹ, do đó đòi hỏi độ chính xác và tính đồng đều cao của mép gấp và đường mí.

Trong quy trình may áo veston, công đoạn may đáp túi thường gồm các bước:

Bước 1: Kiểm tra thứ tự bán thành phẩm; đặt lót túi bên phải và đáp túi bên trái vị trí người may.

Bước 2: Đặt lót túi lớn lên bàn máy (đầu bấm hướng về trụ kim); gấp 1 cm cạnh dưới đáp túi và đặt lên lót túi theo đầu bấm.

Bước 3: May mí đáp túi cách mép 1,5 mm.

Bước 4: Kiểm tra độ trùng khít cạnh trên của đáp túi với cạnh trên của lót túi.

Bước 5: Lấy và sắp xếp bán thành phẩm sau may theo thứ tự để chuyển sang công đoạn kế tiếp.

Với phương pháp truyền thống, công nhân phải gấp mép thủ công và đồng thời giữ - căn chỉnh mép gấp trong suốt chu trình may. Các thao tác này phụ thuộc nhiều vào tay nghề, làm tăng thời gian chu trình và dễ phát sinh sai lệch đường mí khi vật liệu trượt hoặc mép gấp không ổn định, từ đó ảnh hưởng đến chất lượng và tính đồng đều của sản phẩm.

Trên thị trường đã có các máy chuyên dụng may túi tự động với mức tự động hóa khá cao, tuy nhiên chi phí đầu tư lớn, tính chuyên biệt cao, tốn nhiều thời gian và chi phí thay thế khuôn dưỡng khi kích thước túi thay đổi. Trong khi đó, nhiều doanh nghiệp trong nước vẫn khai thác máy may lập trình để may các chi tiết theo quỹ đạo lập trình sẵn, nhưng phần lớn thao tác chuẩn bị bán thành phẩm (gấp mép, giữ mép, lấy và sắp xếp sau may) vẫn được thực hiện thủ công hoặc bằng dưỡng thao tác thủ công. Vì vậy, hướng tiếp cận cải tạo trên nền máy sẵn có bằng hệ thống cũ - gá - dưỡng bán tự động nhằm tự động hóa các thao tác thủ công nêu trên và vẫn giữ được tính linh hoạt khi thay đổi mã hàng là cần thiết. So với hướng đề xuất cải tiến, máy chuyên dụng thường có chi phí đầu tư và chi phí thay đổi mã hàng (thay cũ - gá - dưỡng) cao hơn, thời gian chuyển đổi dài hơn và mức linh hoạt thấp hơn khi sản xuất nhiều mã hàng nhỏ lẻ.

Trong nghiên cứu này, máy may lập trình Juki AMS-221EN/2516 được chọn làm nền tảng do có khả năng may theo quỹ đạo lập trình, cơ cấu ép giữ vải và vùng làm việc phù hợp để tích hợp đồ gá, cũ dưỡng mà không làm thay đổi kết cấu nguyên bản của máy [1].

Mục tiêu của nghiên cứu là thiết kế, chế tạo và tích hợp hệ thống cũ-gá-dưỡng bán tự động gồm cơ cấu gấp mép, ép giữ và cơ cấu lấy, xếp sản phẩm được tự động hoá, điều khiển bằng PLC để đồng bộ với chu trình may; qua đó rút ngắn thời gian chu trình và nâng cao tính ổn định chất lượng trong điều kiện sản xuất.

Các đóng góp chính của nghiên cứu gồm: (i) Đề xuất kiến trúc cơ cấu gấp mép tự động dùng khí nén phù hợp công đoạn may đáp túi; (ii) Xây dựng logic điều khiển PLC theo mô hình chu trình - trạng thái để đồng bộ hóa chuyển động gấp/ép/thu hồi với chu trình may; (iii) Đánh giá định lượng trong điều kiện sản xuất thông qua so sánh thời gian chu trình và năng suất giữa hai phương án.

2. Tổng quan nghiên cứu

Tự động hóa trong may mặc gặp nhiều thách thức do vật liệu vải mềm, dễ biến dạng và yêu cầu thẩm mỹ cao, khiến việc kẹp, dẫn, định vị chi tiết trong quá trình may khó đạt độ lặp như các vật liệu cứng. Nhiều hướng nghiên cứu gần đây tập trung vào robot/thiết bị gấp mềm kết hợp thị giác máy nhằm chủ động bù sai lệch đường may và thao tác với vật liệu mềm [2-5].

Đối với tự động hóa ở mức xưởng sản xuất, một hướng tiếp cận hiệu quả là sử dụng đồ gá/template để ổn định chi tiết và/hoặc cơ cấu cấp phôi tự động tích hợp với máy may công nghiệp (đặc biệt là máy may lập trình). Các nhà khoa học đã phát triển hệ thống cấp phôi tự động và template tự chế cho máy may lập trình nhằm giảm thao tác thủ công, đồng thời phân tích ảnh hưởng của tính chất vải tới khả năng may tự động [6, 7]. Điểm mới của nghiên cứu này là tích hợp đồng thời (i) cơ cấu gấp mép và ép giữ dùng khí nén, (ii) cơ cấu lấy - xếp bán thành phẩm sau may, và (iii) logic điều khiển PLC theo mô hình chu trình - trạng thái để đồng bộ hóa với chu trình may - tập trung riêng cho công đoạn may đáp túi trong điều kiện sản xuất.

Riêng với công đoạn túi áo, các nhà sản xuất cung cấp nhiều máy chuyên dụng may túi tự động (automatic pocket/welting machines), có khả năng tự động định vị, may và xử lý một số thao tác sau may. Ví dụ, Juki cung cấp dòng máy may túi tự động APW và Automated Sewing Systems (A-S-S) cung cấp các máy may túi tự động BASS. Các thiết bị này có mức tự động hóa cao nhưng thường yêu cầu đầu tư lớn, độ linh hoạt không cao khi thay đổi mã hàng nên chỉ phù hợp cho dây chuyền chuyên môn hóa cao [8, 9].

Trong bối cảnh nhiều doanh nghiệp đang sở hữu máy may lập trình, hướng cải tạo (retrofit) bằng hệ thống cũ-gá-dưỡng bán tự động là lựa chọn tối ưu, nhằm tự động hóa các thao tác tốn thời gian nhưng vẫn giữ được tính linh hoạt của

máy. Bảng 1 tóm tắt một số hướng tiếp cận tiêu biểu và vị trí của giải pháp đề xuất trong nghiên cứu này.

Bảng 1. So sánh một số hướng tiếp cận tự động hóa công đoạn may túi và vị trí của giải pháp đề xuất.

Hướng tiếp cận	Ví dụ/ nguồn	Mức tự động hóa và phạm vi	Nhận xét so sánh (chi phí/linh hoạt)
Máy chuyên dụng may túi tự động	[8, 9]	Tự động hóa cao, thực hiện nhiều bước trong chu trình may túi, độ linh hoạt không cao khi mã hàng thay đổi liên tục.	Đầu tư lớn, tính chuyên biệt cao; phù hợp dây chuyền chuyên môn hóa
Robot/thiết bị gấp mềm + thị giác máy	[2, 3, 5]	Tự động hóa cao, hướng tới thao tác vật liệu mềm và bù sai lệch	Phức tạp, chi phí cao; chủ yếu ở mức nghiên cứu/ thử nghiệm
Máy may lập trình + đồ gá/tem (template) + cơ cấu phụ trợ	[6, 7], nghiên cứu này	Tự động hóa bán tự động; hỗ trợ gấp mép, ép giữ/định vị, lấy, xếp sau may	Chi phí cải tạo thấp hơn; linh hoạt theo mã hàng nhưng cần hiệu chỉnh thông số

Nhìn chung, giải pháp của nghiên cứu này nằm giữa hai cực: tự động hóa cao nhưng chi phí lớn (máy chuyên dụng/robot) và thao tác thủ công phụ thuộc tay nghề; ưu thế cốt lõi là cải tạo chi phí thấp trên máy lập trình sẵn có, vẫn giữ tính linh hoạt khi đổi mã hàng, đồng thời tự động hóa các thao tác tốn thời gian (gấp - ép - lấy - xếp).

3. Đề xuất hệ thống và phương pháp nghiên cứu

3.1. Đối tượng, vật liệu và phạm vi thử nghiệm

Đối tượng nghiên cứu là công đoạn may đáp túi trong quy trình may áo veston, với yêu cầu gấp mép 1 cm và may mí cách mép 1,5 mm; đường may thẳng, mũi may đều, mật độ 4 mũi/cm.

Nghiên cứu so sánh hai phương án: (i) may thủ công trên máy 1 kim và (ii) may trên máy may lập trình Juki AMS-221EN/2516 có lắp hệ thống cũ-gá-dưỡng bán tự động.

Thử nghiệm được thực hiện trên một số mã hàng veston tại doanh nghiệp; vật liệu và kích thước đáp túi giữ cố định trong suốt quá trình đo và sử dụng cùng một công nhân vận hành để bảo đảm tính so sánh giữa hai phương án. Phương pháp thí nghiệm, chỉ tiêu đánh giá và cách xử lý số liệu được trình bày ở mục 3.5.

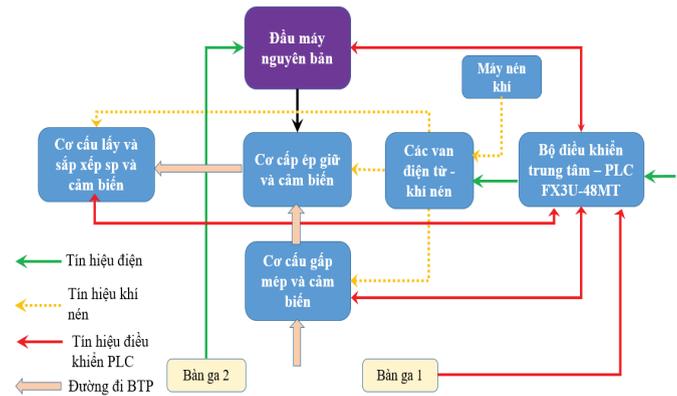
3.2. Đề xuất hệ thống

Hệ thống cũ-gá-dưỡng được đề xuất để tự động hóa một phần công đoạn may đáp túi áo trên máy lập trình Juki AMS-221EN/2516. Hệ thống được tích hợp trực tiếp lên máy và không làm thay đổi kết cấu nguyên bản, bao gồm 2 phần chính:

Phần cơ cấu chấp hành gồm các cơ cấu cơ khí kết hợp với truyền động bằng khí nén thông qua các xi lanh.

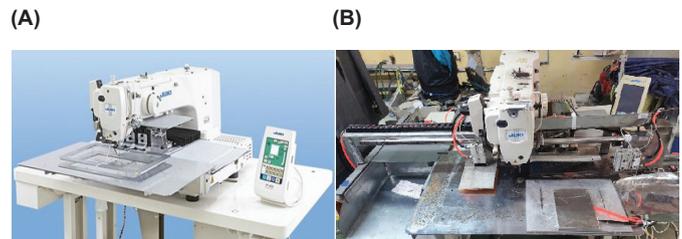
Phần điều khiển: Sử dụng PLC để điều khiển việc cấp khí nén cho xi lanh thông qua các van điện từ bộ lọc khí và điều áp.

Các thành phần trên được thiết kế và phối hợp đồng bộ để thực hiện các chức năng gấp mép, ép giữ, định vị sản phẩm, điều khiển chu trình may theo trình tự xác định, sắp xếp bán thành phẩm sau khi may. Sơ đồ tổng thể cấu trúc hệ thống cải tiến được trình bày tại hình 1.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống cũ, gá, dưỡng bán tự động. Nguồn: Nhóm nghiên cứu.

Máy may lập trình Juki AMS-221EN/2516 được lựa chọn làm nền tảng nghiên cứu đổi mới quy trình may đáp túi trong nghiên cứu này. Hình dạng và kết cấu tổng thể của máy trước và sau khi lắp thêm hệ thống cũ-gá-dưỡng bán tự động được thể hiện ở hình 2.

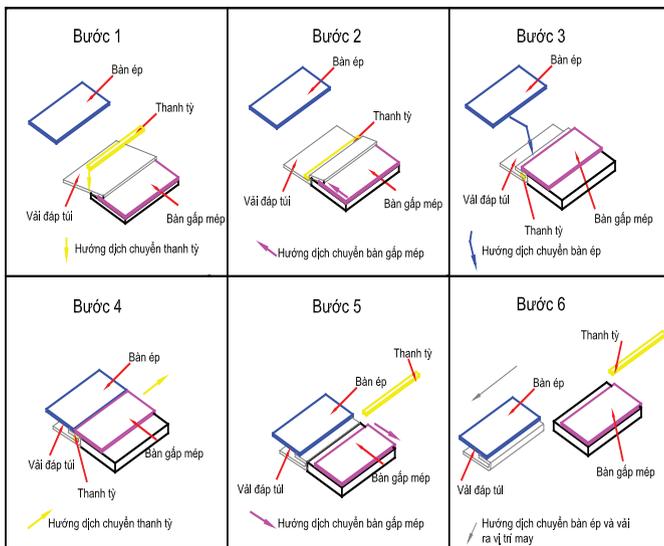


Hình 2. Máy lập trình Juki AMS-221EN/2516 trước và sau khi lắp thêm hệ thống cũ, gá, dưỡng bán tự động. (A) Máy trước khi cải tiến; (B) Máy sau khi lắp thêm hệ thống cũ-gá-dưỡng bán tự động.

3.3. Cơ cấu chấp hành

3.3.1. Phần cơ khí

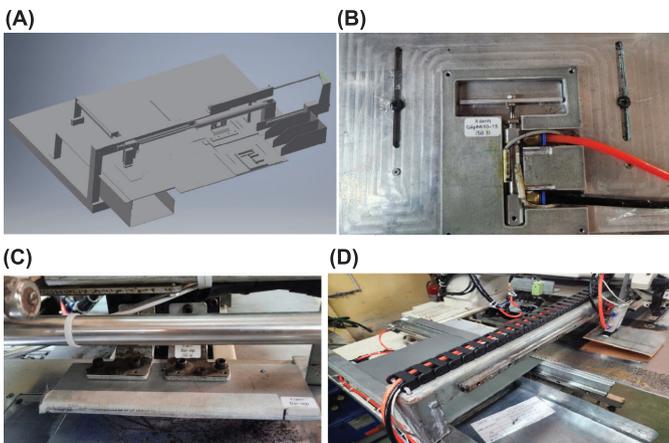
Bài toán đặt ra đối với phần cơ khí là cần chế tạo bộ dưỡng gấp mép để bảo đảm có thể gấp mép tự động đạt yêu cầu kỹ thuật của đường may mí. Cơ cấu gấp mép tự động làm việc trên nguyên lý 6 bước như hình 3.



Hình 3. Nguyên lý gấp mép tự động. Nguồn: Nhóm nghiên cứu.

Phần cơ khí của hệ thống được thiết kế, chế tạo bao gồm cơ cấu gấp mép tự động, cơ cấu ép giữ sản phẩm trong quá trình may và cơ cấu lấy và sắp xếp sản phẩm sau may. Cấu trúc và nguyên lý làm việc của các cơ cấu cơ khí được thiết kế và mô phỏng trên phần mềm Inventor (hình 4A). Cơ cấu gấp mép được thiết kế với các chi tiết dẫn hướng và bề mặt tiếp xúc phù hợp với vật liệu vải, để bảo đảm mép gấp đều, chính xác và không gây hư hỏng bề mặt vải trong suốt chu trình làm việc (hình 4B).

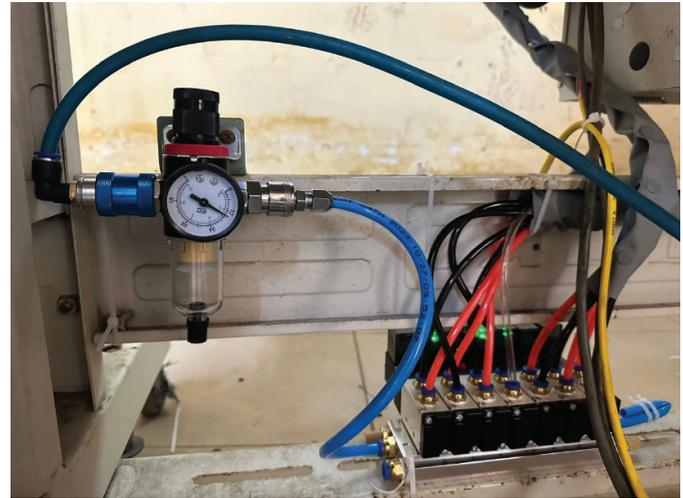
Cơ cấu ép giữ có nhiệm vụ cố định và dẫn hướng sản phẩm theo đúng quỹ đạo may đã được lập trình sẵn trên máy Juki AMS-221EN/2516 (hình 4C). Nhờ đó, đường mí đáp túi được bảo đảm thẳng, đúng vị trí thiết kế và có độ lặp cao giữa các sản phẩm. Cơ cấu lấy và sắp xếp sản phẩm sau khi may xong giúp giảm thao tác cho công nhân để họ có thời gian đặt vải cho sản phẩm tiếp theo (hình 4D).



Hình 4. Cơ cấu cơ khí chính của hệ thống cũ, gá, dưỡng bán tự động. (A) Mô phỏng thiết kế trên Inventor; (B) Cơ cấu gấp mép; (C) Cơ cấu ép; (D) Cơ cấu lấy và xếp bán thành phẩm. Nguồn: Nhóm nghiên cứu.

Các cơ cấu được bố trí gọn gàng, dễ tháo lắp và điều chỉnh, không ảnh hưởng đến kết cấu nguyên bản của máy. Thiết kế này cho phép hệ thống cải tiến có thể triển khai thực tế trong môi trường sản xuất mà không yêu cầu thay đổi lớn về thiết bị hiện có; đồng thời khi kích thước túi thay đổi, doanh nghiệp chỉ cần linh hoạt chế tạo nhanh phần dưỡng may cho phù hợp là có thể tiến hành sản xuất.

3.3.2. Phần khí nén



Hình 5. Van điện từ và bộ lọc khí nén. Nguồn: Nhóm nghiên cứu.

Hệ thống khí nén trong nghiên cứu này được thiết kế để thực hiện các chức năng gấp mép, ép giữ và định vị sản phẩm trong suốt chu trình may đáp túi. Đây là hệ thống chấp hành chính, đóng vai trò trực tiếp trong việc thay thế các thao tác thủ công của công nhân, đồng thời bảo đảm tính ổn định và khả năng lặp của quá trình công nghệ.

Hệ thống sử dụng các xi lanh khí nén làm cơ cấu chấp hành, được bố trí tương ứng với từng công đoạn như xếp vải, ép giữ, gấp mí và kéo, định vị sản phẩm. Mỗi xi lanh đảm nhiệm một chức năng cụ thể và được lựa chọn về đường kính, hành trình và lực đẩy dựa trên đặc tính vật liệu vải cũng như yêu cầu công nghệ của công đoạn may đáp túi áo veston. Cụ thể, lực kẹp được chọn đủ lớn để chống trượt khi may nhưng không gây biến dạng vải; hành trình xi lanh bảo đảm hết biên độ gấp-ép theo kích thước đáp túi; áp suất làm việc được giới hạn theo đặc tính vật liệu và được hiệu chỉnh thực nghiệm để bảo đảm chuyển động êm.

Các xi lanh được điều khiển thông qua van điện từ và kết hợp với bộ lọc, điều áp (hình 5) để bảo đảm áp suất làm việc ổn định, chuyển động êm và kéo dài tuổi thọ thiết bị. Tốc độ chuyển động của xi lanh được điều chỉnh bằng van tiết lưu để phù hợp với từng giai đoạn của chu trình may, tránh hiện tượng va đập cơ khí hoặc làm xô lệch vật liệu.

Nguyên tắc hoạt động của hệ thống khí nén được xây dựng theo trình tự tuần tự, trong đó các cơ cấu gấp và ép giữ chỉ được kích hoạt khi sản phẩm đã được định vị ổn định. Việc phân chia rõ ràng chức năng và trình tự làm việc của từng xi lanh góp phần hạn chế xung đột cơ khí, giảm rung động và nâng cao độ chính xác của quá trình tạo hình đắp túi.

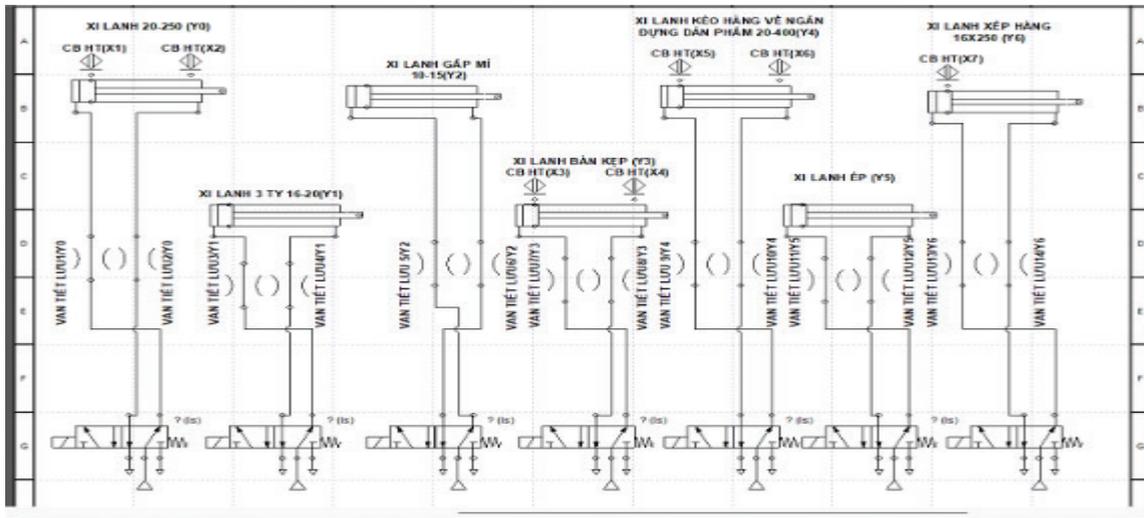
Hệ thống khí nén được mô phỏng trên phần mềm Automation Studio để kiểm tra logic làm việc và sự phối hợp giữa các cơ cấu chấp hành. Kết quả mô phỏng cho thấy các xi lanh hoạt động đúng trình tự thiết kế, chuyển động ổn

định và đáp ứng yêu cầu công nghệ của quá trình may đắp túi bán tự động (hình 6).

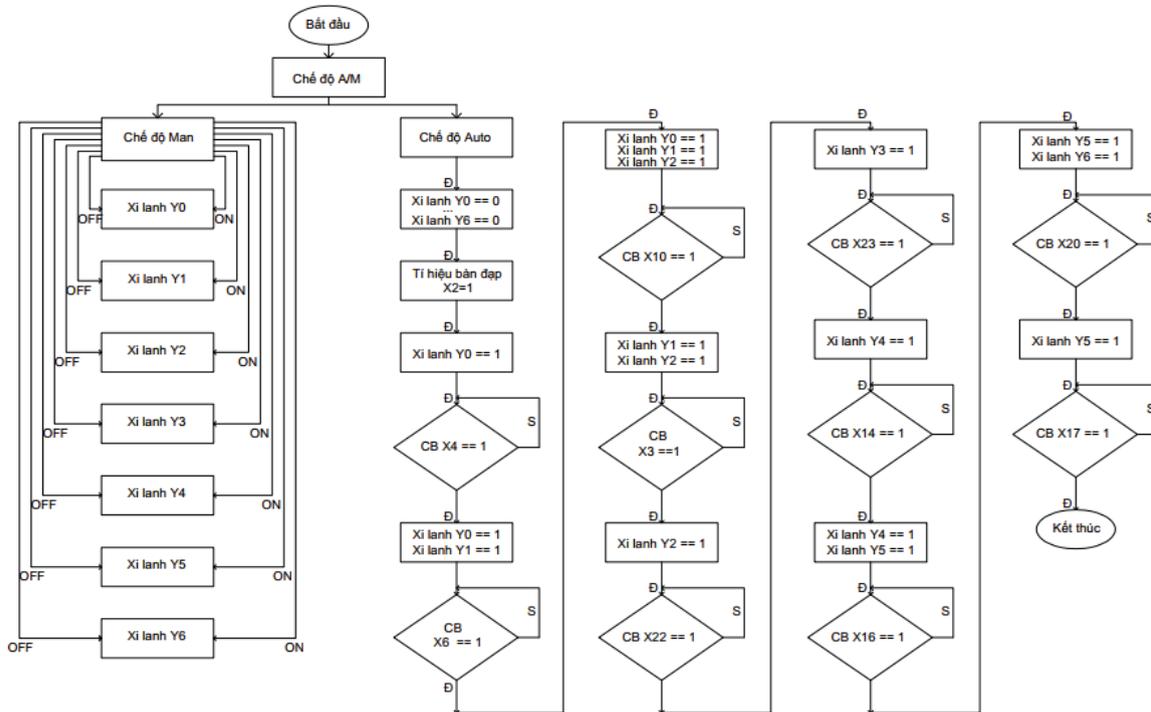
3.4. Phần điều khiển điện - điện tử

3.4.1. Thiết kế, chế tạo tủ điện điều khiển

Để tích hợp hệ thống cũ-gá-dưỡng bán tự động, một tủ điện điều khiển được thiết kế và lắp bổ sung cho máy Juki AMS-221EN/2516. Tủ điện là trung tâm cấp nguồn, xử lý tín hiệu điều khiển và điều khiển các cơ cấu chấp hành khí nén của hệ thống (hình 7). Nguồn điện lưới được đưa vào tủ



Hình 6. Mô phỏng hoạt động của các xi lanh khí nén trên phần mềm Automation Studio. Nguồn: Nhóm nghiên cứu.



Hình 7. Lưu đồ thuật toán điều khiển. Nguồn: Nhóm nghiên cứu.

điện qua MCB tổng để đóng cắt và bảo vệ. Từ nguồn AC, bộ nguồn chuyển đổi tạo điện áp DC ổn định (ví dụ 24 VDC) cấp cho PLC, cảm biến và cuộn hút van điện từ, bảo đảm hệ thống làm việc ổn định và giảm nguy cơ suy giảm tín hiệu khi tải thay đổi.

Các mạch công suất và mạch điều khiển được tách riêng; tín hiệu vào/ra được gom nhóm theo chức năng để thuận tiện đấu nối, kiểm tra và bảo trì. Cách tổ chức này làm giảm nhiễu điện từ, tăng độ tin cậy khi làm việc liên tục trong môi trường sản xuất.

Bên cạnh đó, các phần tử như relay trung gian, terminal đấu nối và thiết bị bảo vệ được bố trí theo nguyên tắc phân tầng chức năng, bảo đảm khoảng cách an toàn và khả năng mở rộng khi cần bổ sung tín hiệu hoặc cơ cấu trong các nghiên cứu tiếp theo.

3.4.2. Logic điều khiển PLC

PLC được sử dụng làm bộ điều khiển trung tâm, tiếp nhận tín hiệu từ cảm biến (tiệm cận, hành trình) và trạng thái chu trình may, sau đó phát lệnh điều khiển các van điện từ để kích hoạt xi lanh khí nén theo đúng trình tự công nghệ.

PLC FX3U-48MT được lựa chọn do đáp ứng số lượng tín hiệu vào/ra để điều khiển các cơ cấu gấp mép, ép giữ và lấy-xếp bán thành phẩm; đồng thời cho phép mở rộng/hiệu chỉnh thuận tiện khi thay đổi yêu cầu công nghệ.

Chu trình điều khiển được tổ chức theo mô hình chu trình-trạng thái (cycle-state), gồm các trạng thái: chuẩn bị, xếp-gấp mép, ép giữ, thực hiện chu trình may và lấy-xếp bán thành phẩm. Chuyển trạng thái dựa trên tín hiệu cảm biến và điều kiện liên động để bảo đảm an toàn và tính lặp.

Cách tổ chức điều khiển theo trạng thái góp phần đồng bộ hóa chuyển động cơ cấu với chu trình may, đồng thời cho phép hiệu chỉnh nhanh các tham số như thời gian trễ, áp suất kẹp và hành trình khi thay đổi vật liệu hoặc kích thước chi tiết.

Bài toán điều khiển hệ thống làm việc ở hai chế độ như lưu đồ thuật toán:

Chế độ Man: Dùng để kiểm tra và điều khiển từng cơ cấu/xi lanh riêng lẻ (bật/tắt theo hành trình) trong quá trình lắp đặt và bảo trì.

Chế độ Auto: Điều khiển theo trình tự logic dựa trên tín hiệu cảm biến để vận hành chu trình may bán tự động.

3.5. Phương pháp thí nghiệm, chỉ tiêu đánh giá và xử lý số liệu

Thí nghiệm được tiến hành trong điều kiện sản xuất với hai phương án (may thủ công bằng máy 1 kim và may bằng máy lập trình Juki AMS-221EN/2516 lắp hệ thống cũ-gá-dưỡng bán tự động). Mỗi phương án được vận hành liên tục 4 giờ cho một phiên đo; thực hiện 30 phiên đo trong 30 ngày (mỗi ngày một ca), do đó cỡ mẫu $n=30$ cho mỗi phương án. Trong suốt quá trình thử nghiệm, mã hàng, vật liệu, kích thước đáp túi và người vận hành được giữ không đổi. Việc kiểm soát nhằm loại trừ ảnh hưởng của khác biệt vật liệu và tay nghề, qua đó bảo đảm so sánh công bằng hiệu quả giữa hai phương án.

Trong mỗi phiên đo, ghi nhận tổng số bán thành phẩm hoàn thành (N), số sản phẩm đạt yêu cầu (N-đạt) và số sản phẩm không đạt (N-không-đạt). Tiêu chí đạt/không đạt dựa trên yêu cầu kỹ thuật công đoạn (mép gấp đúng 1 cm, đường may mí cách mép 1,5 mm, đường mí thẳng, mũi đều và không có lỗi ngoại quan ảnh hưởng chất lượng).

Thời gian chu trình trung bình cho một sản phẩm được quy đổi từ số lượng sản phẩm hoàn thành trong 4 giờ theo công thức: $t=14.400/N$ (giây/chi tiết). Tỷ lệ đạt yêu cầu và không đạt lần lượt được tính:

$$p = \frac{N_{\text{đạt}}}{N}; q = \frac{N_{\text{không đạt}}}{N}$$

Số liệu được mô tả bằng trung bình $\pm SD$. So sánh giữa hai phương án sử dụng kiểm định t hai mẫu độc lập hiệu chỉnh Welch cho chỉ tiêu thời gian chu trình; cỡ ảnh hưởng báo cáo bằng Hedges' g. Đối với chỉ tiêu sản lượng (BTP/4 giờ), tỷ số tốc độ sản xuất được ước lượng theo mô hình Poisson và báo cáo kèm khoảng tin cậy 95%; mức ý nghĩa thống kê chọn $\alpha=0,05$.

4. Kết quả

Hệ thống cũ-gá-dưỡng bán tự động được lắp đặt và thử nghiệm trên máy may lập trình Juki AMS-221EN/2516 tại công đoạn may đáp túi áo veston trong điều kiện sản xuất. Mỗi phương án được vận hành liên tục 4 giờ; thử nghiệm lặp trong 30 ngày ($n=30$ cho mỗi phương án). Trong toàn bộ thời gian thử nghiệm, mã hàng, vật liệu và công nhân vận hành được giữ cố định để bảo đảm tính so sánh. Các chỉ tiêu đánh giá gồm thời gian chu trình (giây/chi tiết), sản lượng (chi tiết/4 giờ) và quan sát định tính về độ ổn định đường may mí và mép gấp.

Đối với phương pháp may thủ công trên máy 1 kim, tổng thời gian dự kiến hoàn thành một sản phẩm xấp xỉ 12 giây, bao gồm thời gian các thao tác kiểm tra, gấp mép, may mí và sắp xếp bán thành phẩm sau may (bảng 2).

Bảng 2. Thời gian may thủ công.

Bước may	Nội dung bước may	Thời gian thực hiện (giây)
1	Kiểm tra thứ tự bán thành phẩm	1
	Đặt lót túi bên phải, đắp túi bên trái người may	1
2	Đặt lót túi lớn lên bàn máy, đầu bấm hướng về trụ kim	2
	Bè gấp 1 cm cạnh dưới đắp túi, đặt lên lót túi theo đầu bấm	3
3	May mí đắp túi cách 1,5 mm	3
4	Kiểm tra cạnh trên của đắp túi bằng cạnh trên của lót túi	1
5	Đặt bán thành phẩm may xong sang bên trái người may	1
Tổng thời gian		12

Nguồn: Nhóm nghiên cứu.

Sau khi tích hợp hệ thống cũ-gá-dưỡng bán tự động, thao tác gấp mép và giữ mép trong quá trình may được thay bằng cơ cấu gấp-ép tự động; đồng thời thao tác lấy và sắp xếp bán thành phẩm sau may được hỗ trợ tự động. Nhờ đó, thời gian dự kiến để hoàn thành một sản phẩm giảm xuống khoảng 8 giây (bảng 3).

Bảng 3. Thời gian may bằng máy may lập trình Juki AMS-221EN/2516 cải tiến.

Bước may	Nội dung bước may	Thời gian thực hiện (giây)
1	Kiểm tra thứ tự bán thành phẩm	1
2	Đặt đắp túi lên bàn máy theo đầu bàn ép, cơ cấu tự động gấp mép đắp túi	3
	Đặt lên lót túi theo đầu (mép vải lót bằng mép vải đắp)	2
3	May mí đắp túi cách 1,5 mm	2
Tổng thời gian		8

Nguồn: Nhóm nghiên cứu.

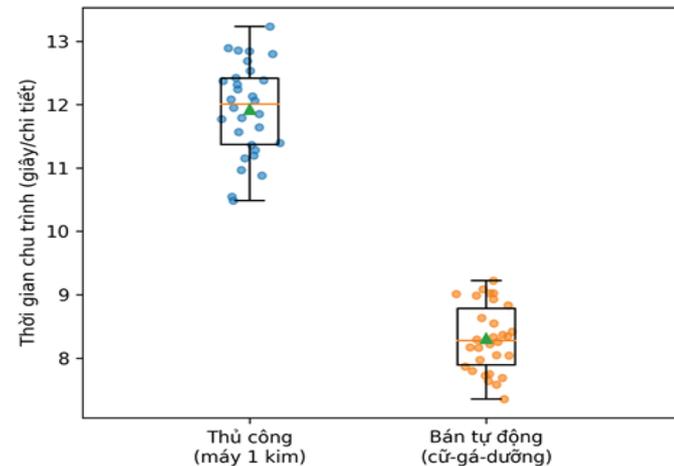
So sánh giữa phương án truyền thống và phương án cải tiến cho thấy thời gian chu trình trung bình giảm từ $11,9 \pm 0,7$ giây xuống $8,3 \pm 0,5$ giây/chi tiết (giảm 30,3%; kiểm định t hiệu chỉnh Welch, $p < 0,001$). Mức ảnh hưởng của giải pháp đối với chỉ tiêu thời gian chu trình là rất lớn (Hedges' $g = 5,62$; KTC 95%: 4,48-6,75). Tương ứng, sản lượng bán thành phẩm (BTP) tăng từ 1212 lên 1739 BTP trong 4 giờ (tăng 43,5%). Mô hình hóa sản lượng trong khoảng thời gian cố định theo phân bố Poisson cho thấy tỷ số tốc độ sản xuất đạt 1,435 (KTC 95%: 1,33-1,54; $p < 0,001$), khẳng định mức cải thiện có ý nghĩa thống kê trong điều kiện thử nghiệm. Các số liệu tổng hợp được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. So sánh năng suất khi may thủ công và may bằng Juki AMS-221EN/2516 cải tiến trong 4 giờ.

STT	Phương pháp may	Sản lượng (BTP/4 giờ)	Thời gian trung bình/ BTP (giây)	Năng suất tương đối (%)
1	May thủ công bằng máy 1 kim	1212	11,9	100,0
2	May bằng Juki AMS-221EN/2516 lắp hệ thống cũ-gá-dưỡng bán tự động	1739	8,3	143,5

BTP: bán thành phẩm. Nguồn: Số liệu đo trong điều kiện sản xuất, $n=30$.

Trong quá trình thử nghiệm, hệ thống điện - điều khiển và các cơ cấu chấp hành khí nén hoạt động ổn định, không phát sinh sự cố. Các chuyển động gấp mép, ép giữ và định vị sản phẩm diễn ra đồng bộ với chu trình may của máy, bảo đảm tính lặp và độ chính xác cao. Đồng thời, chất lượng đường may và độ đồng đều của mép đắp túi sau cải tiến được cải thiện rõ rệt, ít phụ thuộc vào tay nghề người vận hành. Quá trình sắp xếp bán thành phẩm sau khi may được thực hiện tự động và tiết kiệm thời gian thao tác cho công nhân (hình 8).



Hình 8. Phân bố thời gian chu trình (giây/chi tiết) của hai phương án ($n=30$ mỗi phương án).

5. Bàn luận

Thử nghiệm được thực hiện trên một mã hàng, một loại vật liệu và một công nhân vận hành; do đó, kết quả phản ánh hiệu quả trong điều kiện kiểm soát và có thể thay đổi khi vật liệu, kích thước túi hoặc người vận hành thay đổi. Đây là cơ sở để mở rộng thử nghiệm ở các điều kiện sản xuất khác nhau trong các nghiên cứu tiếp theo. Nhìn chung, kết quả phản ánh hiệu quả trong điều kiện kiểm soát; khi thay đổi vật liệu hoặc người vận hành, cần nghiên cứu bổ sung để xác nhận tính tổng quát và phạm vi áp dụng rộng hơn

Khi thay đổi loại vải (độ dày, độ trơn, độ bai giãn) hoặc kích thước đáy túi, các thông số công nghệ cần được hiệu chỉnh (áp suất kẹp, thời gian trễ, hành trình và vị trí đường) để tránh trượt vật liệu và bảo đảm mép gấp/đường mí ổn định; do đó kết quả hiện tại nên được hiểu là hiệu quả trong miền thông số đã kiểm soát.

Kết quả thực nghiệm cho thấy việc tự động hóa thao tác gấp mép và cơ cấu ép giữ-định vị trong suốt chu trình may là yếu tố then chốt góp phần rút ngắn thời gian chu trình và ổn định chất lượng. Kết luận này phù hợp với các nghiên cứu về tự động hóa may dựa trên đồ gá/tem (template) trên máy may công nghiệp, trong đó việc ổn định chi tiết trước và trong khi may làm giảm phụ thuộc vào kỹ năng thao tác của người vận hành [6, 7].

So với các máy chuyên dụng may túi tự động trên thị trường, giải pháp đề xuất có mức tự động hóa thấp hơn (không thay thế hoàn toàn chu trình may túi), nhưng ưu điểm là có thể triển khai dạng cải tạo (retrofit) trên máy may lập trình sẵn có, phù hợp khi doanh nghiệp cần nâng năng suất, linh hoạt khi thay đổi mã hàng nhưng hạn chế đầu tư thiết bị chuyên dụng [8, 9]. Tính linh hoạt của máy may lập trình vẫn được giữ lại, trong khi các thao tác gây tổn thời gian (gấp mép, giữ mép, lấy-xếp sau may) được hỗ trợ tự động.

Về mặt điều khiển, việc tổ chức PLC theo mô hình chu trình-trạng thái và thiết kế liên động dựa trên tín hiệu cảm biến góp phần hệ thống đạt tính lặp và độ tin cậy trong vận hành liên tục. Tuy nhiên, do đặc tính vật liệu mềm và biến thiên theo loại vải, hiệu quả của hệ thống phụ thuộc vào hiệu chỉnh áp suất kẹp, hành trình và thời gian điều khiển; đây cũng là vấn đề được nhấn mạnh trong các nghiên cứu về may tự động theo tính chất vải [6].

Hiệu quả kinh tế: Để đánh giá khả năng triển khai trong sản xuất, nghiên cứu ước tính hiệu quả kinh tế dựa trên chi phí nhân công trực tiếp quy đổi theo thời gian (đơn giá theo giây). Trong tính toán, giả thiết sản lượng kế hoạch 2400 chi tiết/ngày, 26 ngày công/tháng (tương đương 62.400 chi tiết/tháng) và đơn giá công đoạn $k=8,2$ đồng/giây. Các kết quả kinh tế được tính trên các giả định về sản lượng kế hoạch, đơn giá theo giây và thời gian chu trình trung bình; chưa bao gồm chi phí bảo trì, khấu hao, dừng máy, đào tạo và biến động đơn hàng, vì vậy nên xem như ước lượng tham khảo cho điều kiện tương tự.

Chi phí nhân công trực tiếp hàng tháng cho công đoạn được ước tính theo biểu thức: $C_{\text{tháng}} = t \times Q_{\text{tháng}} \times k$, trong đó t là thời gian may trung bình cho một chi tiết (giây/chi tiết), $Q_{\text{tháng}}$ là sản lượng kế hoạch theo tháng và k là đơn giá theo giây. Kết quả tính toán được tổng hợp trong bảng 5.

Bảng 5. Ước tính hiệu quả kinh tế của giải pháp dựa trên chi phí theo giây và sản lượng kế hoạch (62.400 chi tiết/tháng).

Phương án	Thời gian trung bình/1 BTP (giây)	Sản lượng kế hoạch (BTP/tháng)	Đơn giá (đồng/giây)	Chi phí nhân công trực tiếp (đồng/tháng)
May thủ công bằng máy 1 kim	11,9	62400	8,2	6.088.992
Juki AMS-221EN/2516 lắp hệ thống cũ-gá-dưỡng bán tự động	8,3	62400	8,2	4.246.944

BTP: bán thành phẩm. Nguồn: Số liệu đo trong điều kiện sản xuất, $n=30$.

Theo bảng 5, khi áp dụng bộ cũ-gá-dưỡng bán tự động, chi phí nhân công trực tiếp cho công đoạn giảm từ 6.088.992 xuống 4.246.944 đồng/tháng, tương ứng tiết kiệm 1.842.048 đồng/tháng. Mức tiết kiệm này tương đương khoảng 224.640 giây (~62,4 giờ) lao động/tháng cho cùng sản lượng kế hoạch.

Với chi phí chế tạo và lắp đặt hệ thống ước tính khoảng 55.000.000 đồng, thời gian hoàn vốn ước tính $T_{-HV} = 55.000.000 / 1.842.048 \approx 29,8$ tháng. Nếu sử dụng giá trị thời gian chu trình trung bình đo được trong thử nghiệm (8,3 giây/chi tiết), thời gian hoàn vốn xấp xỉ 2-2,5 năm. Do đó, có thể xem thời gian hoàn vốn nằm trong khoảng 2-2,5 năm. Các tính toán trên chưa tính đến lợi ích từ việc giảm sản phẩm lỗi, giảm thời gian sửa lại và khả năng tận dụng thời gian tiết kiệm để tăng sản lượng. Bên cạnh đó, có thể thấy rằng đáy túi là chi tiết rất điển hình trong các sản phẩm

may mặc nên nếu nghiên cứu này được nhân rộng ra nhiều nhà máy may thì hiệu quả thu được sẽ tăng lên đáng kể thông qua năng suất may đáp túi tăng lên.

Giới hạn của nghiên cứu là thử nghiệm định lượng được thực hiện trên một số mã hàng điển hình; do đó cần mở rộng đánh giá trên nhiều nhóm vật liệu (độ dày, độ trơn, độ bai giãn) và nhiều kích thước túi để xác lập miền thông số công nghệ. Trong các nghiên cứu tiếp theo, nhóm tác giả đề xuất bổ sung mô-đun giám sát quá trình, chất lượng (đo lệch đường mí, kiểm soát mép gấp) và mở rộng phân tích hiệu quả kinh tế theo hướng tính đến chi phí vận hành, bảo dưỡng, cũng như các kịch bản quy mô sản xuất khác nhau để hỗ trợ quyết định triển khai ở doanh nghiệp.

6. Kết luận

Nghiên cứu đã đề xuất và triển khai giải pháp đổi mới quy trình may đáp túi trên máy may lập trình Juki AMS-221EN/2516 thông qua thiết kế, chế tạo và tích hợp hệ thống cũ-gá-dưỡng bán tự động. Hệ thống sử dụng cơ cấu gấp mép và ép giữ bằng khí nén, điều khiển bằng PLC theo mô hình chu trình-trạng thái để đồng bộ với chu trình may; đồng thời hỗ trợ lấy và sắp xếp bán thành phẩm sau may.

Kết quả thử nghiệm trong điều kiện sản xuất trong 30 ngày, mỗi ngày một ca dài 4 giờ (4 giờ vận hành liên tục cho mỗi phương án) cho thấy thời gian chu trình trung bình/chi tiết giảm từ $11,9 \pm 0,7$ xuống $8,3 \pm 0,5$ giây/chi tiết (giảm 30,3%), và sản lượng tăng từ 1212 lên 1739 BTP/4 giờ (tăng 43,5%). Chất lượng đường mí ổn định hơn và ít phụ thuộc tay nghề nhờ loại bỏ thao tác giữ mép trong quá trình may.

Trong các nghiên cứu tiếp theo, có thể định lượng chất lượng bằng các chỉ tiêu như độ lệch đường mí so với mép (mm), độ thẳng đường may (sai số hình học), độ đồng đều mép gấp (độ lệch chiều rộng gấp), tỷ lệ lỗi ngoại quan và phân tích lặp lại theo nhiều loại vải/người vận hành.

Giải pháp đề xuất có thể triển khai theo hướng cải tạo trên máy sẵn có, không làm thay đổi kết cấu nguyên bản của máy, phù hợp với điều kiện đầu tư của nhiều doanh nghiệp

may trong nước. Khi áp dụng cho vật liệu hoặc kích thước túi khác, cần hiệu chỉnh các thông số khí nén và tham số điều khiển PLC để bảo đảm độ ổn định.

Trong các nghiên cứu tiếp theo cần mở rộng phạm vi thử nghiệm theo nhóm vật liệu và kích thước túi, đồng thời thực hiện phân tích hiệu quả kinh tế để đánh giá khả năng nhân rộng ở quy mô doanh nghiệp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] JUKI Corporation (2025), *AMS-221EN Series-Pattern Stitching Machine*. https://www.juki.co.jp/industrial_e/products_e/apparel_e/cycle_e/detail.php?cd=AMS-221EN_E, accessed 1 December 2025.
- [2] J. Shen, Z. Zhou, Z. Wang, et al. (2025), “Autonomous sewing technology and system: A new strategy for the garment industry by integrating soft fingers and machine vision technology”, *Textiles*, **5(4)**, DOI: 10.3390/textiles5040045.
- [3] Y.W. Choi, J. Lee, S. Lee, et al. (2025), “A vision-guided adaptive and optimized robotic fabric gripping system for garment manufacturing automation”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, **92**, DOI: 10.1016/j.rcim.2024.102874.
- [4] R. Nayak, R. Padhye (2015), *Automation in Garment Manufacturing*, Woodhead Publishing, 426pp.
- [5] M. Kudo, Y. Nasu, K. Mitobe, et al. (2000), “Multi-arm robot control system for manipulation of flexible materials in sewing operation”, *Mechatronics*, **10(3)**, pp.371-402, DOI: 10.1016/S0957-4158(99)00047-1.
- [6] S. Lee, S. Rho, D. Lim, et al. (2021a), “A basic study on establishing the automatic sewing process according to textile properties”, *Processes*, **9(7)**, DOI: 10.3390/pr9071206.
- [7] S. Lee, S. Rho, D. Lim, et al. (2021b), “Implementation of an automated manufacturing process for smart clothing: The case study of a smart sports bra”, *Processes*, **9(2)**, DOI: 10.3390/pr9020289.
- [8] JUKI Corporation (2023), *APW-895N/APW-896N-Automatic Welting Machine*. https://www.juki.co.jp/industrial_e/products_e/apparel_e/automatic_e/detail.php?cd=APW-895N_APW-896N_E, accessed 1 December 2025.
- [9] Automated Sewing Systems (A-S-S) GmbH (2023), *Bass 3204-Sewing System for Pocket Openings (Product Brochure)*, https://assag.de/pdfs/machines/bass3204_eng.pdf, accessed 1 December 2025.