

NGHIÊN CỨU TÌNH HÌNH ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ – TỰ ĐỘNG HÓA TRONG DÂY CHUYỀN SẢN XUẤT MAY CÔNG NGHIỆP VÀ TRIỂN VỌNG PHÁT TRIỂN TẠI VIỆT NAM

RESEARCH ON THE APPLICATION OF MECHANICAL TECHNOLOGY -
AUTOMATION IN INDUSTRIAL GARMENT PRODUCTION LINES AND
DEVELOPMENT PROSPECTS IN VIETNAM

ThS. Nguyễn Gia Phong

Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

Email: ngphong@uneti.edu.vn

TÓM TẮT

Ngành dệt may Việt Nam đang đứng trước yêu cầu đổi mới công nghệ trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0. Các giải pháp cơ khí – tự động hóa như máy trải vải tự động, máy cắt CNC, robot may, hệ thống chuyền treo bán tự động, kết hợp với công nghệ số như CAD/CAM và mô phỏng 3D, đang góp phần thay đổi quy trình sản xuất theo hướng hiện đại, chính xác và hiệu quả hơn. Bài báo này tổng quan các ứng dụng công nghệ cơ khí – tự động hóa trong sản xuất may công nghiệp, phân tích xu hướng phát triển trên thế giới, đánh giá thực trạng và thách thức khi triển khai tại Việt Nam. Trên cơ sở đó, bài báo đề xuất định hướng phát triển công nghệ sản xuất may theo hướng tự động hóa, tích hợp IoT và trí tuệ nhân tạo, nhằm nâng cao năng suất, chất lượng sản phẩm và năng lực cạnh tranh của ngành dệt may Việt Nam.

Từ khóa: Dệt may; Cơ khí chính xác; Tự động hóa; CAD/CAM; Robot may; Sản xuất thông minh.

ABSTRACT

Vietnam's textile and garment industry is facing increasing demands for technological innovation in the context of Industry 4.0. Mechanical and automation solutions such as automatic fabric spreading machines, CNC cutting systems, sewing robots, and semi-automatic hanger lines, combined with digital technologies such as CAD/CAM and 3D simulation, are transforming production processes towards greater precision and efficiency. This paper provides an overview of mechanical and automation technologies applied in industrial garment production, analyzes global development trends, and evaluates the current situation and challenges in Vietnam. Based on this analysis, the study proposes development directions towards automated and smart manufacturing, integrating IoT and artificial intelligence, in order to improve productivity, product quality, and the competitiveness of Vietnam's textile and garment industry.

Keywords: Textile and garment; Precision mechanics; Automation; CAD/CAM; Sewing robots; Smart manufacturing. 

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Ngành dệt may Việt Nam là một trong những ngành công nghiệp mũi nhọn, đóng góp hơn 15% kim ngạch xuất khẩu quốc gia và tạo việc làm cho hàng triệu lao động [10]. Tuy nhiên, trong bối cảnh cạnh tranh toàn cầu và sự dịch chuyển chuỗi cung ứng, các doanh nghiệp dệt may Việt Nam đang đối mặt với nhiều thách thức, bao gồm năng suất lao động còn thấp, tỷ lệ tự động hóa hạn chế và chi phí sản xuất ngày càng tăng [8].

Sự phát triển mạnh mẽ của Cách mạng công nghiệp 4.0 đang mở ra cơ hội đổi mới toàn diện cho ngành dệt may, trong đó công nghệ cơ khí và tự động hóa đóng vai trò then chốt. Các giải pháp như máy trải vải tự động, máy cắt CNC, robot may, và hệ thống chuyền treo bán tự động đã được chứng minh giúp tối ưu hóa quy trình, giảm hao phí và nâng cao chất lượng sản phẩm [1, 2]. Đồng thời, công nghệ CAD/CAM, mô phỏng 3D và tích hợp IoT – AI đang thay đổi phương thức thiết kế và quản trị sản xuất theo hướng thông minh, linh hoạt hơn [3, 5].

Nhiều nghiên cứu quốc tế đã chỉ ra rằng việc áp dụng đồng bộ công nghệ cơ khí chính xác và tự động hóa trong may mặc không chỉ cải thiện năng suất mà còn nâng cao khả năng đáp ứng yêu cầu đa dạng của thị trường [2, 4]. Ở Việt Nam, một số doanh nghiệp tiên phong đã thử nghiệm các giải pháp CAD/CAM, Lean Manufacturing và chuyển đổi số, bước đầu đạt được hiệu quả tích cực [6, 7, 9]. Tuy nhiên, mức độ triển khai còn hạn chế do chi phí đầu tư cao, thiếu nguồn nhân lực chất lượng và khó khăn trong tích hợp công nghệ [8].

Vì vậy, việc nghiên cứu và tổng quan về ứng dụng công nghệ cơ khí – tự động hóa

trong dây chuyền sản xuất may công nghiệp là cần thiết nhằm cung cấp cơ sở khoa học, định hướng phát triển và đề xuất giải pháp phù hợp cho ngành dệt may Việt Nam. Đây cũng là một hướng đi tất yếu để nâng cao năng suất, chất lượng sản phẩm, đồng thời tăng cường năng lực cạnh tranh trong bối cảnh hội nhập toàn cầu.

2. TỔNG QUAN CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ – TỰ ĐỘNG HÓA TRONG NGÀNH DỆT MAY

Ngành dệt may Việt Nam đang chịu áp lực cạnh tranh toàn cầu khi tham gia sâu vào các chuỗi cung ứng quốc tế. Để đáp ứng yêu cầu về chất lượng sản phẩm, tốc độ giao hàng và chi phí cạnh tranh, nhiều doanh nghiệp đã đầu tư mạnh vào công nghệ cơ khí – tự động hóa (CNC, robot, IoT, AI). Nếu như trước đây phần lớn quy trình sản xuất phụ thuộc lao động thủ công thì ngày nay, tỷ lệ tự động hóa ngày càng cao, đặc biệt ở các khâu trải vải, cắt, may, kiểm tra chất lượng và đóng gói [1, 2]. Sau đây là các ứng dụng công nghệ cơ khí – tự động hóa trong sản xuất may công nghiệp.

2.1. Máy trải và cắt vải tự động

Trong khâu chuẩn bị sản xuất, máy trải vải tự động giúp giảm thời gian và công sức lao động so với trải thủ công. Tiếp đó, máy cắt CNC sử dụng dao quay hoặc laser để cắt chính xác theo rập đã lập trình, giảm hao phí nguyên liệu từ 3-5% [1].

Hiệu quả cắt có thể được đánh giá thông qua công thức:

$$\eta_c = \frac{A_{sp}}{A_v} \times 100\%$$

Trong đó:

- η_c : Hiệu suất sử dụng vải (%);
- A_{sp} : Diện tích vải sử dụng cho sản phẩm;

- A_v : Tổng diện tích vải tiêu hao.

Các nghiên cứu thực nghiệm cho thấy η_c đạt 82-90% khi dùng máy cắt CNC, trong khi thủ công chỉ đạt 75-80% [3].

2.2. Robot và tự động hóa trong may

Ứng dụng robot may được xem là bước tiến quan trọng, đặc biệt trong khâu may chi tiết nhỏ (cổ áo, túi, khóa kéo). Robot giúp tăng tốc độ may 20-25%, đồng thời giảm sai lệch đường may. Tuy nhiên, chi phí đầu tư còn cao, nên mới chủ yếu áp dụng ở doanh nghiệp lớn [4].

Hệ thống chuyền treo (hanger system) phân phối bán thành phẩm tự động, giảm thời gian chờ đợi, tối ưu hóa cân bằng chuyền. Một chuyền may sử dụng hanger system có thể nâng năng suất lên 15-20% so với chuyền truyền thống [5].

2.3. Công nghệ CAD/CAM và mô phỏng 3D

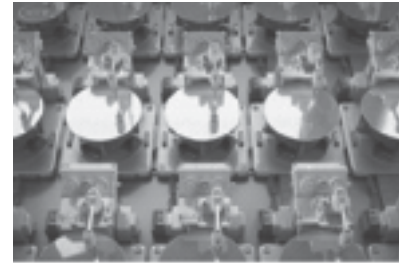
Ứng dụng CAD/CAM trong thiết kế rập và giác sơ đồ đã trở thành tiêu chuẩn trong nhiều doanh nghiệp may. Nhờ đó, có thể giảm hao phí nguyên liệu 5-8% [6].

Mô phỏng 3D (3D garment simulation) cho phép thử nghiệm mẫu áo/quần trên mô hình ảo, kiểm tra độ vừa vặn và kiểu dáng trước khi cắt may thực tế. Điều này giúp:

- Rút ngắn thời gian phát triển mẫu từ 5-7 ngày xuống còn 1-2 ngày;
- Giảm chi phí thử mẫu vật lý tới 50% [7].



Hình 1. Máy cắt Laser tự động



Hình 2. Robot và tự động hóa trong may



Hình 3. Công nghệ mô phỏng 3D

2.4. Tích hợp IoT và AI trong sản xuất

Công nghệ IoT cho phép kết nối máy may, máy cắt, hệ thống kiểm tra chất lượng vào mạng lưới quản lý chung. Dữ liệu thu thập từ cảm biến (tốc độ kim, độ căng chỉ, thời gian vận hành) được xử lý để dự đoán hỏng hóc, nhờ đó giảm 15-20% chi phí bảo trì [8].

Trong khi đó, AI được ứng dụng trong:

- Nhận diện lỗi may qua camera (phát hiện lỗi đường chỉ, lệch rập);
- Dự báo nhu cầu thị trường để tối ưu hóa kế hoạch sản xuất;



• Tự động phân bổ lao động theo năng suất từng công đoạn [9].

Công nghệ MES (Manufacturing Execution System) khi tích hợp IoT + AI giúp doanh nghiệp may đạt được sản xuất tinh gọn (lean manufacturing), giảm tồn kho bán thành phẩm và nâng cao khả năng phản ứng với đơn hàng nhỏ, đa dạng.

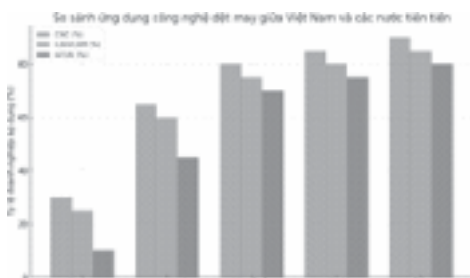
2.5 . Tác động đến năng suất và chất lượng

Tổng hợp từ nhiều nghiên cứu và thực tiễn triển khai:

- Năng suất lao động: Tăng 15-35% khi áp dụng đồng bộ máy cắt CNC, CAD/CAM và hệ thống chuyền treo [2, 5, 6];
- Hao phí nguyên liệu: Giảm 5-10% nhờ giác sơ đồ tối ưu [3, 6];
- Chất lượng sản phẩm: Tỷ lệ lỗi giảm 20-40% nhờ kiểm soát bằng cảm biến và AI [8, 9];
- Chi phí bảo trì: Giảm 15-25% do bảo trì dự đoán (predictive maintenance) [10].



Hình 4. Tích hợp IoT và AI trong sản xuất



Hình 5. So sánh tỷ lệ doanh nghiệp may Việt Nam ứng dụng công nghệ với các nước

3. ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ – TỰ ĐỘNG HÓA TRONG NGÀNH DỆT MAY TRÊN THẾ GIỚI

Trong hai thập kỷ qua, ngành dệt may toàn cầu đã có những bước tiến vượt bậc nhờ sự ứng dụng của công nghệ cơ khí chính xác, tự động hóa và số hóa. Các quốc gia có ngành công nghiệp dệt may phát triển như Mỹ, Nhật Bản, Đức, Hàn Quốc và Trung Quốc đã sớm đầu tư mạnh mẽ vào việc tích hợp máy móc hiện đại và hệ thống điều khiển thông minh vào sản xuất [1, 4, 7].

Ở châu Âu, nhiều doanh nghiệp sử dụng máy cắt vải CNC và robot may có khả năng xử lý vật liệu với độ chính xác cao, giảm 20-30% lượng phế liệu so với cắt thủ công [2]. Ngoài ra, các hệ thống dây chuyền tự động theo đơn vị (Unit Production System – UPS) được ứng dụng rộng rãi trong các nhà máy may ở Đức và Ý, giúp rút ngắn thời gian sản xuất một sản phẩm từ vài giờ xuống còn 40-60 phút [3].

Tại Nhật Bản và Hàn Quốc, các tập đoàn dệt may đã triển khai mô hình “Smart Factory”, trong đó các công đoạn như trải vải, cắt, may, kiểm tra chất lượng đều được kết nối qua hệ thống IoT và giám sát bằng trí tuệ nhân tạo (AI). Nhờ đó, doanh nghiệp có thể theo dõi năng suất theo thời gian thực, dự báo lỗi sản phẩm và tối ưu hóa lịch trình sản xuất [5], [6].

Trung Quốc – trung tâm sản xuất dệt may lớn nhất thế giới – đã đầu tư mạnh vào robot may tự động và công nghệ thiết kế CAD/CAM. Một số nhà máy tại Quảng Châu và Thâm Quyển đã đạt mức tự động hóa trên 60%, nhờ đó giảm đáng kể sự phụ thuộc vào lao động giá rẻ [8]. Đồng thời, Trung Quốc cũng tiên phong ứng dụng công nghệ in 3D trong thiết kế mẫu, rút ngắn chu kỳ phát triển sản phẩm từ vài tuần xuống chỉ còn vài ngày [9].

Tại Mỹ, sự kết hợp giữa công nghệ may tự động và trí tuệ nhân tạo đang thúc đẩy xu hướng “reshoring” – đưa sản xuất trở lại trong nước. Các công ty như SoftWear Automation đã phát triển hệ thống Sewbot, có thể tự động may áo T-shirt với tốc độ và độ chính xác cao, mở ra khả năng cạnh tranh với chi phí lao động thấp ở châu Á [10].

Như vậy, kinh nghiệm từ các quốc gia phát triển cho thấy việc ứng dụng đồng bộ cơ khí – tự động hóa – số hóa đã và đang thay đổi toàn diện ngành dệt may. Các giải pháp này không chỉ giúp nâng cao năng suất, chất lượng sản phẩm, mà còn tạo điều kiện để ngành dệt may thích ứng với xu hướng sản xuất tinh gọn (Lean Manufacturing) và cá nhân hóa theo nhu cầu khách hàng.

4. THỰC TRẠNG VÀ TRIỂN VỌNG PHÁT TRIỂN TẠI VIỆT NAM

4.1. Thực trạng ứng dụng công nghệ

Ngành dệt may Việt Nam hiện có hơn 6.000 doanh nghiệp, trong đó phần lớn là doanh nghiệp vừa và nhỏ [1]. Dù đóng góp lớn vào xuất khẩu, nhưng trình độ công nghệ còn hạn chế:

- Khâu trải và cắt vải: Khoảng 70% doanh nghiệp vẫn cắt thủ công, chỉ một số ít dùng máy cắt CNC hoặc laser [2];
- Khâu may: Hầu hết vẫn dựa vào lao động thủ công, hệ thống chuyền treo tự động mới xuất hiện tại vài nhà máy lớn (ví dụ: May 10, Vinatex) [3];
- CAD/CAM: Đã được ứng dụng trong thiết kế rập và giác sơ đồ ở một số công ty xuất khẩu, nhưng chưa phổ biến rộng rãi [4];

- IoT và AI: Mới ở mức thử nghiệm, chưa có hệ thống sản xuất thông minh hoàn chỉnh [5].

4.2. Những khó khăn

- Chi phí đầu tư cao: Máy cắt CNC, robot may, hệ thống chuyền treo có giá hàng triệu USD, vượt quá khả năng của nhiều doanh nghiệp vừa và nhỏ [6];

- Nguồn nhân lực hạn chế: Kỹ sư cơ khí – tự động hóa trong ngành may còn thiếu, công nhân chưa quen với thao tác trên thiết bị số [7];

- Khó khăn trong tích hợp công nghệ: Hệ thống máy móc nhập khẩu từ nhiều hãng khác nhau, thiếu chuẩn kết nối chung, dẫn đến khó đồng bộ [8];

- Phụ thuộc lao động giá rẻ: Việt Nam vẫn dựa vào lợi thế nhân công chi phí thấp, do đó động lực đầu tư công nghệ chưa mạnh [9];

- Áp lực từ xu hướng “xanh” và bền vững: Các thị trường lớn (Mỹ, EU) yêu cầu sản xuất xanh, tiết kiệm năng lượng, trong khi công nghệ hiện tại ở Việt Nam chưa đáp ứng tốt [10].

4.3. Triển vọng phát triển tại Việt Nam

Bên cạnh thách thức, triển vọng phát triển tại Việt Nam cũng rất rõ rệt:

- Các hiệp định thương mại tự do (CPTPP, EVFTA) tạo điều kiện để doanh nghiệp nâng cấp công nghệ;
- Nhà nước đã có chính sách hỗ trợ chuyển đổi số và khuyến khích áp dụng công nghệ 4.0 trong sản xuất;
- Một số doanh nghiệp tiên phong (như )

May 10, TNG, Vinatex) đã đầu tư hệ thống CAD/CAM, chuyển treo tự động, mở đường cho ngành [3, 4].

5. KẾT LUẬN

Ứng dụng công nghệ cơ khí – tự động hóa trong ngành dệt may đang trở thành xu hướng tất yếu để nâng cao năng suất, chất lượng và khả năng cạnh tranh. Việt Nam đã bắt đầu áp dụng CNC, CAD/CAM, IoT trong sản xuất nhưng mức độ còn hạn chế so với các nước tiên tiến. Do đó, việc đầu tư mạnh mẽ hơn vào công nghệ hiện đại, kết hợp đào tạo nhân lực chất lượng cao, sẽ là giải pháp then chốt giúp ngành dệt may Việt Nam chuyển dịch sang sản xuất thông minh và bền vững trong thời gian tới. ❖

Ngày nhận bài: **15/10/2025**

Ngày phản biện: **27/10/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Wang, J., & Xu, Y. (2020), “*Application of CNC Cutting Technology in Garment Manufacturing*”. *Journal of Textile Engineering*, 36(4), 55-62.
- [2]. Li, H., Zhang, L., & Chen, Y. (2021), “*Automation and Robotics in Apparel Production: A Review*”. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 33(2), 145-163.
- [3]. Gopalakrishnan, S., & Jayaraman, S. (2023), “*Smart Manufacturing in Textiles and Apparel*”. Springer.
- [4]. Behera, B. K. (2018), “*3D Body Scanning and CAD in Apparel Design*”. Woodhead Publishing.
- [5]. Xu, B., & Zhao, Y. (2022), “*Integration of IoT and AI in Garment Production Systems*”. *Journal of Manufacturing Systems*, 65, 310-321.
- [6]. Nguyễn Văn Hùng (2019), “*Ứng dụng công nghệ CAD/CAM trong thiết kế và sản xuất ngành may*”. *Tạp chí Cơ khí Việt Nam*, 12, 25-30.
- [7]. Trần Thị Thu Hà, & Lê Văn Dũng (2020), “*Ứng dụng Lean Manufacturing trong quản lý sản xuất may công nghiệp*”. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ – Đại học Công nghiệp Hà Nội*, 59(3), 45-52.
- [8]. Tran, T. Q., & Le, D. H. (2022), “*Digital Transformation in Vietnam's Textile and Garment Industry*”. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 60(3), 88-97.
- [9]. Nguyễn Thị Lan Anh (2021), “*Tự động hóa và xu hướng phát triển trong ngành dệt may Việt Nam*”. *Tạp chí Dệt May Việt Nam*, 8, 12-18.
- [10]. International Labour Organization (ILO) (2019), “*The Future of Work in Textiles, Clothing, Leather and Footwear*”. Geneva: ILO.