

TÍNH TOÁN, KIỂM BỀN CHO BĂNG TẢI CHUYỀN VẢI CÓ CÔNG SUẤT 30 TẤN/NGÀY TRONG NHÀ MÁY MAY CÔNG NGHIỆP

STRENGTH CALCULATION AND VERIFICATION OF A FABRIC CONVEYOR WITH A CAPACITY OF 30 TONS PER DAY IN AN INDUSTRIAL GARMENT FACTORIES

ThS. Nguyễn Thu Thủy

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

Email: ntthuy.dm@uneti.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, tính toán thiết kế và kiểm tra độ bền của hệ thống băng tải chuyền vải sử dụng trong nhà máy may công nghiệp với công suất 30 tấn/ngày. Trên cơ sở phân tích yêu cầu công nghệ, đặc tính vật liệu vải và điều kiện làm việc thực tế, các thông số chính của băng tải như chiều rộng băng, tốc độ vận chuyển, công suất động cơ và kết cấu khung đỡ được xác định. Các tính toán cơ học được thực hiện nhằm đánh giá khả năng chịu tải, độ bền và độ ổn định của các bộ phận chủ yếu như băng tải, con lăn, trục và khung băng. Kết quả kiểm bền cho thấy: lực tác dụng lên khung băng tải $[\sigma] = 170 \text{ Mpa}$, công suất động cơ 2,0 kW, hệ thống băng tải đáp ứng các yêu cầu về độ bền, an toàn và độ tin cậy trong quá trình vận hành liên tục.

Từ khoá: Băng tải chuyền vải; Nhà máy may công nghiệp; Tính toán thiết kế; Kiểm bền kết cấu.

ABSTRACT

The paper presents the research results, design calculations, and strength verification of a fabric conveyor system used in an industrial garment manufacturing plant with a capacity of 30 tons per day. Based on the analysis of technological requirements, fabric material characteristics, and actual operating conditions, the main conveyor parameters – including belt width, conveying speed, motor power, and supporting frame structure – were determined. Mechanical calculations were conducted to evaluate the load-bearing capacity, strength, and structural stability of the principal components, such as the conveyor belt, rollers, shafts, and supporting frame. The strength verification results indicate that the stress acting on the conveyor frame is $[\sigma] = 170 \text{ MPa}$, and the selected motor power is 2.0 kW. The conveyor system satisfies the requirements for strength, safety, and reliability under continuous operating conditions.

Keywords: Fabric conveyor belt; Industrial garment factory; Design calculation; Structural strength verification.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngành công nghiệp may mặc đang phát triển mạnh mẽ cùng với quá trình công nghiệp hóa và hiện đại hóa sản xuất. Trong các nhà máy may công nghiệp quy mô lớn, việc tổ chức vận chuyển nguyên vật liệu, đặc biệt là vải và bán thành phẩm, có vai trò quan trọng trong việc nâng cao năng suất lao động, giảm chi phí sản xuất và cải thiện điều kiện làm việc cho người lao động. Hệ thống băng tải chuyên vải là một trong những giải pháp hiệu quả, góp phần tự động hóa quá trình vận chuyển và liên kết các công đoạn trong dây chuyền sản xuất, bởi hệ thống băng tải đóng vai trò trung tâm trong việc vận chuyển nguyên liệu trong sản xuất công nghiệp [1].

Tuy nhiên, nhiều nhà máy may hiện nay vẫn sử dụng các phương thức vận chuyển thủ công hoặc các hệ thống băng tải được thiết kế chưa tối ưu, dẫn đến năng suất thấp, tiêu hao năng lượng lớn và tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn trong quá trình vận hành. Băng tải công nghiệp cần được thiết kế và tính toán hợp lý để đáp ứng các yêu cầu về công suất làm việc liên tục, độ bền và độ tin cậy trong sản xuất, cũng như đảm bảo hoạt động ổn định mà không bị hỏng hóc do tải trọng và điều kiện vận hành thực tế [2, 3].

Bên cạnh đó, các yếu tố như lựa chọn vật liệu, phân tích tính năng cơ học của dây băng và tính toán ứng suất, biến dạng là vô cùng quan trọng trong quá trình thiết kế. Các nghiên cứu về tính chất cơ học của băng tải cho thấy rằng đặc tính của lớp vải gia cố và lớp phủ cao su ảnh hưởng lớn đến khả năng chịu lực của dây băng khi vận hành liên tục [4].

Vì vậy, việc nghiên cứu, tính toán thiết kế và kiểm tra độ bền cho hệ thống băng tải chuyên vải có công suất 30 tấn/ngày cho nhà máy may công nghiệp là cần thiết và có ý nghĩa

thực tiễn cao. Nghiên cứu này nhằm xác định các thông số kỹ thuật hợp lý, đánh giá khả năng chịu lực và độ bền của các bộ phận chính, từ đó đảm bảo hệ thống băng tải làm việc an toàn, ổn định và đáp ứng yêu cầu sản xuất. Kết quả nghiên cứu không chỉ góp phần nâng cao hiệu quả vận hành của nhà máy may mà còn cung cấp cơ sở khoa học cho việc thiết kế, chế tạo và ứng dụng các hệ thống băng tải tương tự trong thực tế.

2. TÍNH TOÁN BĂNG TẢI CHUYÊN VẢI

Băng tải là thiết bị cơ khí được sử dụng rộng rãi trong các dây chuyền sản xuất công nghiệp nhằm vận chuyển vật liệu theo phương liên tục hoặc gián đoạn. Trong ngành may công nghiệp, băng tải chuyên vải được sử dụng để vận chuyển vải cuộn, vải tấm và bán thành phẩm giữa các công đoạn, góp phần giảm lao động thủ công và nâng cao năng suất sản xuất [7, 12].

Nguyên lý làm việc của băng tải dựa trên chuyển động tuần hoàn của dây băng quanh các tang dẫn động và tang bị động. Động cơ truyền mô men xoắn đến tang dẫn động thông qua hộp giảm tốc, lực ma sát giữa tang và dây băng tạo ra lực kéo làm dây băng chuyển động và mang theo vật liệu. Các lực tác dụng lên hệ thống bao gồm trọng lượng dây băng, trọng lượng vật liệu, lực căng băng và lực cản chuyển động [9].

Công suất băng tải phụ thuộc vào lực kéo cần thiết, tốc độ băng và hiệu suất truyền động. Công suất động cơ được xác định theo biểu thức [9, 10]:

$$P = \frac{F \cdot v}{\eta}$$

Dây băng là bộ phận trực tiếp chịu lực kéo và tải trọng vật liệu. Điều kiện bền của dây

băng được xác định thông qua so sánh ứng suất kéo lớn nhất với ứng suất cho phép của vật liệu băng [8, 12].

$$\sigma = \frac{F}{A} \leq [\sigma]$$

Trục dẫn động và con lăn chịu tác dụng đồng thời của mô men xoắn và lực uốn. Kiểm bền trục thường sử dụng thuyết bền Von Mises để xác định ứng suất tương đương và so sánh với ứng suất cho phép của vật liệu trục [5, 6, 11].

Khung băng tải là kết cấu chịu lực chính, chịu tải trọng bản thân hệ thống và tải trọng vật liệu. Việc tính toán khung băng dựa trên lý thuyết uốn và điều kiện độ võng cho phép [5, 8].

$$\sigma_u \leq [\sigma], f_{\max} \leq \frac{L}{460} = 170 \text{ MPa}$$

Thông số đầu vào: Lượng vải max 30 tấn/ngày.

Áp dụng công thức:

$$Q = \frac{30000}{24} = 1250 \text{ kg/h}$$

- Tỷ trọng trung bình của vải thô:

$$\gamma = 250 - 350 \text{ kg/m}^3$$

- Tính lưu lượng thể tích, áp dụng công thức:

$$Q_v = \frac{1250 \text{ kg/h}}{300 \text{ kg/m}^3} \approx 4,16 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Tính tiết diện, vật liệu băng tải:

- Vải phân bố đều theo chiều ngang, chiều cao lớp vải: $h = 150 \text{ mm} = 0,15 \text{ m}$.

Diện tích mặt cắt ngang tải vải:

$$A = B \times h = 0,8 \times 0,15 = 0,12 \text{ m}^2$$

→ Tốc độ yêu cầu để đạt lưu lượng:

$$Q_v = A \cdot v \Rightarrow v = \frac{0,0416}{0,12} \approx 0,346 \text{ m/s}$$

Chọn tốc độ 0.35 m/s để đảm bảo dư tải, tránh tắc nghẽn.

- Lựa chọn cấu hình băng tải:

Bảng 1. Thông số băng chuyền vải

TT	Thông số	Lựa chọn đề xuất
1	Loại băng tải	Băng tải cao su gân, băng tải phẳng
2	Chiều rộng băng tải (B)	800 mm
3	Tốc độ băng tải (v)	0.35 m/s
4	Góc nghiêng max	$\leq 2^\circ$
5	Chiều dài băng (L)	8 m

- Tính công suất động cơ:

Áp dụng công thức tính công suất động cơ của băng tải:

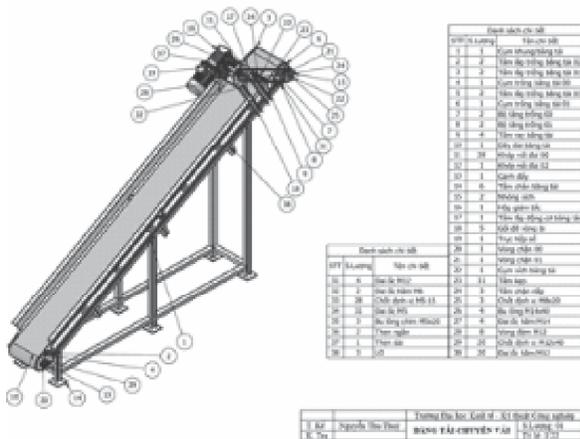
$$P = \frac{Q \cdot g \cdot H}{\eta \cdot 3600}$$

Áp dụng công thức ta có:

$$P = \frac{1250 \cdot 9,81 \cdot 3}{0,8 \cdot 3600} = 1,27 \text{ kW}$$

Chọn động cơ có dư tải: 2,0 kW.

Từ các thông số tính toán, dựa vào điều kiện làm việc của hệ thống, ta có thiết kế sơ bộ băng chuyền như sau:



Hình 1. Kết cấu của băng chuyền vải trong nhà máy may công nghiệp

3. KIỂM BỀN BĂNG TẢI CHUYỀN VẢI BẰNG PHẦN MỀM ANSYS

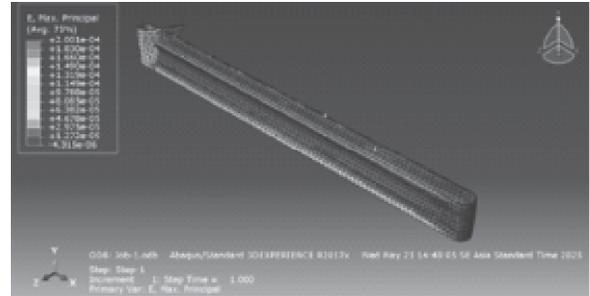
Kiểm nghiệm bền băng tải bằng phần mềm Ansys, điều kiện thử nghiệm trong 3 trường hợp (tăng dần tải trong quá trình làm việc).



Hình 2. Tải trọng tác dụng lên băng tải bằng 1500 kg/h

Trường hợp thứ nhất: Tăng tải tác dụng lên băng chuyền từ 1272 - 2975 kg/h, quan sát băng tải ta thấy: Lưới có hiện tượng dẫn đều, có một đường dọc theo giữa băng tải bắt đầu chuyển màu, và tại vị trí cuốn của động cơ cũng bắt đầu xuất hiện màu xanh nhạt. Tiếp tục cho hoạt động tại chế độ này, qua quan sát cho thấy, lưới không dẫn thêm và màu giữ nguyên tại vị

trí đó. Kết luận rằng, với tải trọng này băng tải hoàn toàn làm việc ổn định.



Hình 3. Tải trọng tác dụng lên băng tải trên 2000 kg/h

Trường hợp thứ hai: Tăng tải từ 2975 - 4570 kg/h, lúc này mắt lưới dần đều, tại hai mép ngoài của băng tải xuất hiện chuyển màu đều trên toàn bộ chiều dài. Đồng thời, tại vị trí cuốn băng tải của động cơ cũng xuất hiện chuyển màu xanh nhạt. Tiếp tục cho chạy bền ở chế độ này, không thấy xuất hiện chuyển màu thêm cũng như mắt lưới không dẫn thêm. Kết luận rằng, tải trọng này băng tải vẫn làm việc ổn định và đảm bảo điều kiện bền.



Hình 4. Tải trọng tác dụng lên băng tải trên 3000 kg/h

Trường hợp thứ ba: Tăng tải trọng lớn hơn, từ 3843 - 4611 kg/h, băng tải vẫn hoạt động bình thường, từ trên 5380 kg/h lúc này mắt lưới dần đều và trải khắp băng tải, đồng thời tại vị trí cuốn băng tải của động cơ xuất hiện chuyển màu xanh nhạt sang màu cam và đỏ tại vị trí giữa băng. Tiếp tục cho chạy bền

băng tải ở tải trọng này, quan sát cho thấy băng tải vẫn hoạt động ổn định.

Kiểm bền cho băng tải ở các tải trọng khác nhau cho thấy, tải trọng tăng hơn gấp nhiều lần so với tính toán, băng tải vẫn làm việc ổn định và đảm bảo điều kiện bền.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã nghiên cứu, tính toán thiết kế và kiểm tra độ bền của hệ thống băng tải chuyên vận tải trong nhà máy may công nghiệp với công suất 30 tấn/ngày. Trên cơ sở phân tích yêu cầu công nghệ và điều kiện làm việc thực tế, các thông số chính: chiều rộng băng, tốc độ vận chuyển, công suất động cơ và kết cấu khung đỡ đã được xác định.

Kiểm bền bằng phần mềm ANSYS cho thấy các bộ phận chính của hệ thống, bao gồm dây băng, con lăn, trục và khung băng tải, đều thỏa mãn điều kiện bền và làm việc ổn định. Ứng suất lớn nhất tác dụng lên khung băng tải đạt $[\sigma] = 170 \text{ Mpa}$, công suất động cơ 2,0 kW đảm bảo yêu cầu vận hành liên tục.

Kết quả nghiên cứu có thể làm cơ sở tham khảo cho thiết kế, chế tạo và ứng dụng các hệ thống băng tải chuyên vận tải trong các nhà máy may công nghiệp. ❖

Ngày nhận bài: **24/12/2025**

Ngày phân biện: **08/01/2026**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. İ. Gerdemeli, S. Kurt & E. T. Dayan, “*Belt Conveyor Design and Analysis*”. In Scientific Proceedings XI International Congress “*Machines, Technologies, Materials*”, ISSN 1310-3946, 2014.
- [2]. Chudasama Pratik Naresh, Darji Jaydeep Kanubhai, Dalvi Yash Deepak & Borade Sandip Ramchandra, “*Design, Analysis and Optimisation of Belt Conveyor for Coal Application*”. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), vol. 09, no. 03, pp, 2021.
- [3]. Dariusz Woźniak & Monika Hardygóra, “*Aspects of Selecting Appropriate Conveyor Belt Strength*”. Energies, vol. 14, no. 19, 6018; DOI:10.3390/en14196018, 2021.
- [4]. Miriam Andrejiova, Anna Grincova, Daniela Marasova, “*Measurement and simulation of impact wear damage to industrial conveyor belts*”. Wear, vol. 368-369, pp. 400-407, 15 Dec. 2016; DOI:10.1016/j.wear.2016.10.010.
- [5]. Trần Văn Địch, “*Thiết kế chi tiết máy*”. NXB. Khoa học & Kỹ thuật, 2010.
- [6]. Nguyễn Trọng Hiệp, “*Chi tiết máy – Tập 1, 2*”. NXB Giáo dục, 2009.
- [7]. Lê Văn Uyển, “*Máy vận chuyển và nâng chuyển*”. NXB. Khoa học & Kỹ thuật, 2012.
- [8]. Nguyễn Đình Công, “*Sức bền vật liệu*”. NXB. Xây dựng, 2008.
- [9]. CEMA, “*Belt Conveyors for Bulk Materials*”, 7th Ed, 2020.
- [10]. DIN 22101, “*Belt conveyors – Basis for calculation*”, 2011.
- [11]. Shigley et. al., “*Mechanical Engineering Design*”. McGraw-Hill, 2015.
- [12]. Harnisch & Jennewein, “*Conveyor Belt Technology*”. Springer, 2018.