

# THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO HỆ THỐNG BĂNG TẢI CON LĂN CHỦ ĐỘNG

## DESIGN AND MANUFACTURE THE ACTIVATED ROLLER BELT CONVEYOR

**Trương Quốc Thanh, Trần Anh Sơn**

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh

### TÓM TẮT

Đẩy nhanh quá trình vận chuyển, nâng cao năng suất, nhịp độ sản xuất là một trong những mong muốn của các doanh nghiệp, điều này phụ thuộc rất lớn vào hệ thống vận chuyển, cách bố trí các băng tải và không gian hoạt động của phân xưởng. Hiện nay, nhiều doanh nghiệp, cơ sở sản xuất lớn nhỏ vẫn sử dụng phương pháp kết hợp các băng chuyền đơn hướng, đồng thời với các cơ cấu phân loại đơn giản gây mất thời gian, hạn chế không gian sử dụng. Với mong muốn khắc phục điều đó, nghiên cứu hướng đến một giải pháp vận chuyển tối ưu mang tính cách mạng là hệ thống băng tải con lăn chủ động bằng cách cung cấp nhiều tính năng, độ tin cậy, đồng thời giảm tổng chi phí của hệ thống. Công nghệ chuyển tải này đã chứng minh thành công trong việc cải thiện năng suất, giảm chi phí lao động không cần thiết và giảm chi phí hoạt động trong một loạt các ứng dụng xử lý đóng gói. Có thể nói, hệ thống băng tải con lăn chủ động là một thiết bị vận chuyển thông minh khi có thể kết hợp nhiều tính năng chuyển tải, phân loại, hoặc sắp nhập hàng hóa.

**Từ khóa:** Băng tải con lăn chủ động; Bánh xe Omni Wheel; Hệ thống băng tải con lăn.

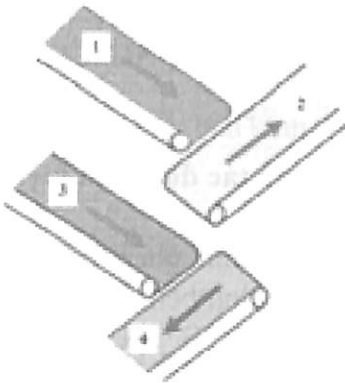
### ABSTRACT

Stimulating conveyance process, rising the productivity and production rate is one of desires of bussiness. This significantly depends on the convey system, the arrangement of conveyors and the space capacity of the factory. Nowadays, many bussiness, companies usually use a method that can incorporate conventional single direction conveyors and sorting mechanisms, which causes being time-comsuming, limits the space of use. With a view to tackle these drawbacks, the research aims at propoising an optimized conveyance technology is an activated rollers belt system. By providing more funtionality and reliability while reducing total system costs. This revolutionary conveyance technology has proven successful at improving productivity, eliminating unnecessary labor costs, and reducing operational expenses in a variety of package handling applications. Thanks to the aforementioned characteristics, this technology is a smart conveyance equipment with lots of features for conveying, aligning and sorting goods.

**Keywords:** Activated Roller Belt Conveyor, Omni Wheels, Conveys Roller System.

## 1. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN

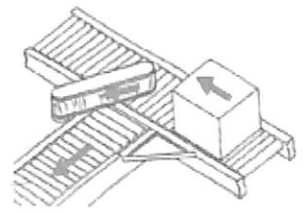
Hệ thống băng tải là một thiết bị công nghiệp phổ biến dùng để vận chuyển nguyên vật liệu, hàng hóa từ nơi này đến nơi khác. Hệ thống băng tải là một phần không thể thiếu trong quá trình sản xuất của các doanh nghiệp, xí nghiệp lớn. Đặc biệt, hệ thống băng tải rất hữu ích trong các công việc liên quan đến vận chuyển các vật nặng hoặc công kênh đến các địa điểm xa. Có thể nói, băng tải đóng vai trò quan trọng trong quá trình sản xuất, giúp đẩy nhanh tiến độ công việc, giảm lượng nhân công và tăng lợi nhuận. Trong thời đại công nghệ phát triển.



Hình 1. Sự chuyển hướng của băng tải

Các hệ thống băng tải không chỉ để vận chuyển hàng hóa đơn thuần mà còn đòi hỏi có nhiều tính năng mới, tiên tiến được tích hợp ngay vào sản phẩm băng tải để đáp ứng đầy đủ nhu cầu ngày càng cao của người sử dụng. Thế hệ băng tải hiện nay, bên cạnh các ưu điểm thì vẫn còn một số giới hạn cần được thay đổi và cải tiến. Một trong số đó là khả năng thay đổi, điều chỉnh hướng trong quá trình vận chuyển kém linh hoạt. Hình 1, mô tả sự chuyển hướng của băng tải. Khi sản phẩm muốn vận chuyển ra bên ngoài theo hai hướng khác nhau thì cần khoảng bốn băng tải, cặp băng tải (1) và (2) sẽ đưa hàng về một hướng, cặp băng tải (3) và (4) sẽ vận chuyển hàng theo hướng còn lại.

Một vấn đề khác, đó là việc phân loại hàng hóa. Ở đầu ra của sản phẩm cần có sự phân loại thì hầu hết được thực hiện bằng phương pháp thủ công (Hình 2-a) hoặc cần có cơ cấu hỗ trợ như cang gạt, hệ thống đẩy sản phẩm,... (Hình 2-b). Nhược điểm của cơ cấu phân loại kiểu này chính là thực hiện thủ công hoặc mức độ tự động hóa thấp, cấu tạo công kênh, chiếm nhiều không gian làm việc.



(a)

(b)

Hình 2. Phân loại sản phẩm trên băng tải:  
(a) Thao tác thủ công (b) Sử dụng hệ thống gạt sản phẩm

Trước tình hình đó, nhiều nhà khoa học đã tiến hành nghiên cứu giải pháp khắc phục. Trong đó có rất nhiều sáng chế đã có từ lâu đời [1, 2], có thể chia thành các nhóm sáng chế liên quan như, sử dụng mô hình con lăn đa hướng đơn giản có khả năng xoay 90°, hoặc sử dụng con lăn dựa trên nguyên lý bánh xe omni để tận dụng tối đa các hướng xoay [3, 4]. Còn nếu phân loại theo cơ cấu có kể đến việc sử dụng điều khiển riêng con lăn chuyển tải hoặc chạy đồng bộ vừa băng tải vừa con lăn [2, 5, 6]. Những băng tải hiện đại này đã số được phát triển từ những nước phương Tây, nơi có nền công nghiệp tự động hóa phát triển, được biết đến như Công ty Intralox, một công ty của Hoa Kỳ đã thành công trong việc phát triển loại hình vận chuyển thông minh này. Ở Việt Nam, vẫn chưa có bất kỳ nghiên cứu nào đối với loại hình băng tải này.

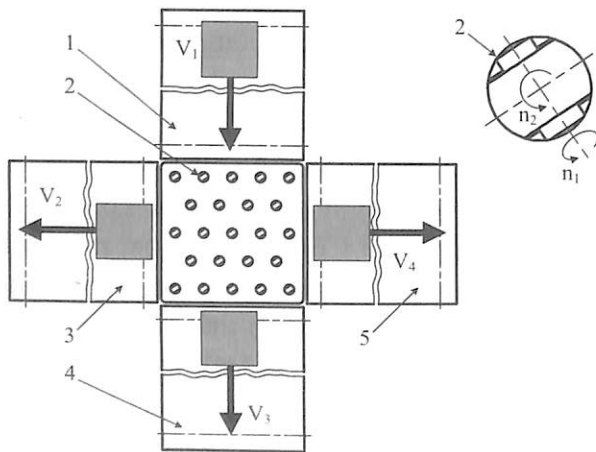
Việt Nam đang trong quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa, so với tình hình

hiện tại, nhiều khó khăn trong công đoạn vận chuyển, tuy nhiên với mức độ hài lòng với loại hình băng tải truyền thống, các doanh nghiệp không có nhiều nhu cầu thay đổi, mặc dù một số công ty đã bắt đầu đề xuất hướng đi mới trong khâu vận chuyển. Từ cái nhìn đó, mong muốn có được một công nghệ vận chuyển thông minh là điều cần thiết khi vừa đảm bảo nâng cao năng suất, tăng nhịp sản xuất vừa đảm bảo sự hiện đại trong dây chuyền sản xuất.

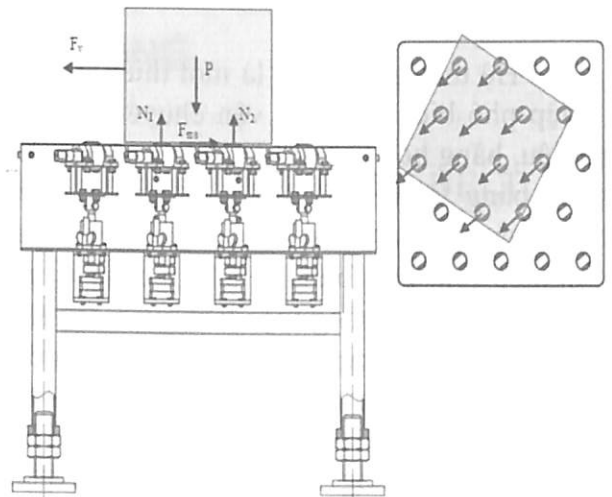
**2. MÔ HÌNH THIẾT KẾ**

**2.1. Yêu cầu ban đầu và mô hình thiết kế**

Hệ thống băng tải con lăn chủ động được chia làm hai phần chính: Bộ phận cụm camera nhận biết hình ảnh và bộ phận các con lăn và cơ cấu chấp hành. Thiết kế cho phép trọng lượng hàng hóa tối đa 600N và con lăn có khả năng xoay được các góc 90° sang trái hoặc sang phải để phân loại kiện hàng. Hàng hóa đi từ băng tải đầu vào (1) trước khi qua hệ thống con lăn chủ động (2), bộ phận nhận biết sẽ đọc và gửi tín hiệu về trung tâm điều khiển và xử lý tín hiệu. Bộ phận điều khiển sẽ điều phối sự hoạt động của các con lăn, nhằm điều hướng phân loại sản phẩm sang các băng tải tiếp theo (3), (4), (5) có hướng khác nhau.



Hình 3. Sơ đồ hoạt động của hệ thống con lăn chủ động



Hình 4. Phân tích lực khi vật chuyển động trên băng tải

**2.2. PHÂN TÍCH ĐỘNG LỰC HỌC HỆ THỐNG**

**a) Phân tích lực tác động lên kiện hàng**

Xét mô hình phân tích lực trên vật (hàng hóa) như hình bên, lực tác động lên vật bao gồm các lực  $F_v, F_{ms}, N, P$ .

Trong đó:  $F_v$  được xem là lực tạo chuyển động cho vật di chuyển, cũng là lực vòng của các con lăn.

$$\text{Nhu vậy, } F_v = \frac{M}{d}(N) \tag{1}$$

$F_{ms}$ : Lực ma sát sinh ra do ma sát trên 2 bề mặt vật (hàng hóa) và các con lăn.

$F_{ms} = \mu N = \mu P = \mu mg$  (N) với  $\mu$  là hệ số ma sát, được chọn theo vật liệu carton/nhựa.

Nhu vậy, theo định luật Newton 3, ta có:

$$m\vec{a} = \vec{F}_v + \vec{F}_{ms} \tag{2}$$

Hay:  $ma = F_v - F_{ms}$  (3)

Như vậy, khi con lăn đột ngột chuyển hướng, cũng sẽ gây ra một lực quán tính ly tâm từ chuyển động quay của cụm con lăn.

Xét hệ quy chiếu tổng quát, với hệ quy chiếu K' quay với vector tốc độ góc  $\vec{\omega}$  và tịnh tiến với một gia tốc  $\vec{a}$ , vật phải chịu tác động của 4 lực quán tính sau đây:

$\vec{F}_{in} = -m\vec{a}$  (4)

Lực Coriolis:

$\vec{F}_{Co} = -2m\vec{\omega} \cdot \vec{v}_r$  (5)

Với  $\vec{v}_r$  là vector bán kính của vật trong hệ quy chiếu quay.

Lực quán tính ly tâm:

$\vec{F}_{cen} = -m\vec{\omega} \cdot (\vec{\omega} \times \vec{r})$  (6)

Với  $\vec{r}$  là vector bán kính của vật trong hệ quy chiếu quay.

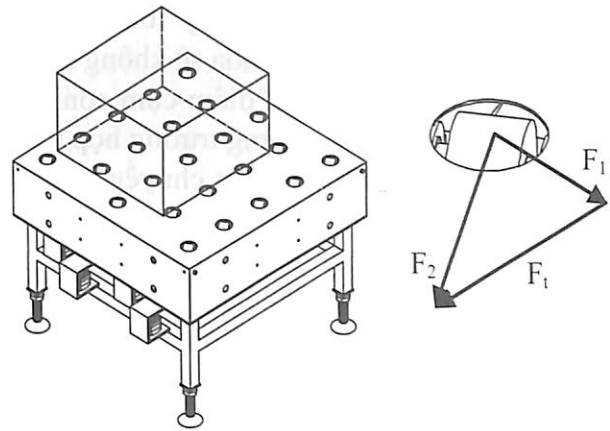
Lực Euler:

$\vec{F}_{Euler} = -m \frac{d\vec{\omega}}{dt} \cdot \vec{r}$  (7)

Với  $\frac{d\vec{\omega}}{dt}$  là sự thay đổi vector tốc độ góc  $d\vec{\omega}$  theo thời gian.

Như vậy, tổng lực quán tính tác động lên vật bao gồm:

$\vec{F}_{qt} = \vec{F}_{in} + \vec{F}_{Co} + \vec{F}_{cen} + \vec{F}_{Euler}$  (8)



Hình 5. Phân tích lực tại thời điểm vật chuyển hướng

**b) Phân tích chuyển động khi chuyển hướng hàng hóa**

Tại thời điểm chuyển hướng quỹ đạo hàng hóa một góc 90°, xem như xây ra hai lực đặt lên vật, một được xem là lực gây ra trước đó, lực còn lại gây ra sau khi đã chuyển hướng, vậy tại thời điểm tức thời, tổng hợp được một lực Ft tác dụng lên vật theo hướng xiêng như Hình 5, Lực này tác dụng lên vật (hàng hóa) gây biến dạng quỹ đạo chuyển động.

$F = m\dot{v}(N)$  (9)

Hay, F cũng là lực vòng của con lăn:

$F = \frac{M}{d}(N)$

$\vec{F}_t = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$  (10)

Trong đó: Ft là lực tổng hợp, F1 và F2 là các lực thành phần, góc hợp lực là 90°.

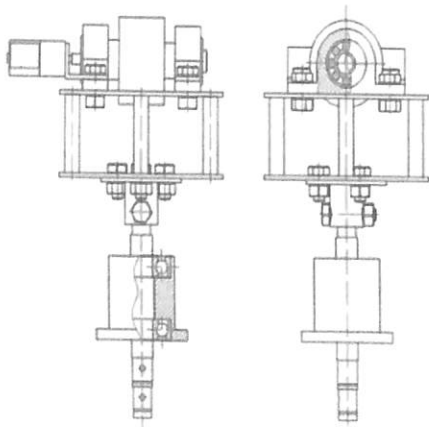
Do tác dụng của 2 lực F và F' có độ lớn như nhau nên tổng hợp được một lực:

$F_t = \frac{F}{\cos(45^\circ)}$  (11)

Như vậy, lực này gây biến dạng phương chuyển động, hàng hóa sẽ không hoàn toàn chuyển hướng tại thời điểm cụm con lăn kích hoạt góc xoay  $90^\circ$ , nhưng trường hợp trên chỉ xảy ra tức thời khi con lăn chuyển hướng ổn định, hàng hóa vẫn đi đúng hướng. Sự biến dạng quỹ đạo như vậy có thể được tính toán thông qua điều chỉnh vận tốc góc của cụm con lăn, để hạn chế lực quán tính, đồng thời tránh được sự ảnh hưởng của lực  $F_1$ .

### c) Cấu tạo cụm con lăn chủ động

Là cụm đóng vai trò quan trọng trong hệ thống băng tải Hình 5, có thể thấy hệ thống băng tải này được hình thành từ việc sử dụng đồng bộ từng cụm con lăn riêng lẻ phân bố đều trên mặt khung. Cụm con lăn được chia làm hai tầng, tầng trên được lắp con lăn cố định trên hai ổ đỡ và được truyền động bằng động cơ DC giảm tốc; tầng bên dưới là một trục trơn dài cố định trên hai ổ đỡ đặt cố định trong ống lót, giúp toàn cụm có thể xoay quanh trục khi được truyền động từ pully răng gắn bên dưới phần trục công tác. Như vậy, cụm con lăn vừa đóng vai trò làm đế gá con lăn trên xoay tạo chuyển động cho hàng hóa, vừa có thể xoay toàn cụm quanh tâm gá trên trục đỡ ổ bi dưới tác động của cụm truyền động đai răng.



Hình 6. Cụm con lăn chủ động được thể hiện qua các hình chiếu

### 3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

Để chứng minh cho khả năng làm việc của hệ thống băng tải, nhóm tác giả đã cho tiến hành thực nghiệm quá trình vận chuyển và điều hướng hàng hóa là khối hộp kích thước  $300 \times 300 \text{mm}$ , nặng 6kg. Quá trình được tiến hành tại Phòng Thí nghiệm của Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh. Khi sản phẩm di chuyển ngang qua camera, trung tâm điều khiển nhận được hình ảnh, phân tích và xuất tín hiệu thay đổi hướng cụm con lăn, đưa hàng hóa sang bên phải hoặc trái (xoay một góc  $\pm 90^\circ$ ), hoặc đi thẳng (không xoay) theo đúng yêu cầu của việc phân loại.

### 4. KẾT LUẬN

Hệ thống thiết bị băng tải con lăn chủ động thể hiện như một thiết bị vận chuyển thông minh với bản mô tả đã được trình bày. Thiết bị hoàn toàn thuyết phục với các tính năng linh hoạt có thể vận chuyển hàng nhanh, đồng thời thực hiện chức năng kép là điều phối dòng hàng phân loại. Khả năng đáp ứng nhanh, dễ sử dụng, không cơ cấu phân loại truyền thống và quan trọng là tránh va đập, hoặc làm méo mó hàng hóa, góp phần giảm lượng hàng hóa phế phẩm là những ưu điểm đáng kể giúp thiết bị đạt đến tầm cao mới, mở ra loại hình vận chuyển thông minh trong giai đoạn mà sản xuất dây chuyền phát triển rộng, đồng thời với những tính năng ưu việt giúp tạo được lòng tin và dần có được vị thế trên thị trường Việt Nam, mở ra bước ngoặt mới trong cách mạng vận chuyển.

Nghiên cứu này được tài trợ từ kinh phí đề tài cấp Trường, mã số Ta-CK-2017-05; Các tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ quý báu của Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh. ❖

Ngày nhận bài: **05/11/2017**  
Ngày phản biện: **19/11/2017**

---

**Tài liệu tham khảo:**

- [1]. Becker, R.M., Roller transfer conveyor. 1972, Google Patents.
- [2]. Burch, R.H., Angled-roller article-rotating belt conveyor. 2006, Google Patents.
- [3]. Spira, B. and R.A. Warren, Omni-directional roller. 1969, Google Patents.
- [4]. Potter, S.D., Omni-directional wheel. 2011, Google Patents.
- [5]. Fourny, M.L., Conveyor, Belt, and Module Having Multi-Directional Wheels. 2010, Google Patents.
- [6]. Costanzo, M., E.M. Pressler, and M.L. Fourny, Conveyor and method for diverting closely spaced articles. 2008, Google Patents.