



CON LẮN NHỰA CÓ TRỌNG LƯỢNG PHÂN TỬ SIÊU CAO (UHMW-PE) - MỘT LỰA CHỌN CHO BĂNG TẢI SỬ DỤNG TRONG CÔNG NGHIỆP MỎ

Phạm Anh Tuấn, Nguyễn Duy Phương, Phạm Xuân Anh

Công ty Cổ phần Cơ khí Hòn Gai- Vinacomin, 108 Lê Thánh Tông, Quảng Ninh, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 02/11/2025

Ngày nhận bài sửa: 20/01/2026

Ngày chấp nhận đăng: 15/02/2026

*Tác giả liên hệ:

Email: phamanhtuan1268@gmail.com

TÓM TẮT

Băng tải được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp mỏ, dùng để vận chuyển đất đá thải, than, khoáng sản, ... trong mỏ hầm lò, lộ thiên, nhà máy tuyển, cảng, ... Hiệu quả sử dụng băng tải ảnh hưởng đến hiệu quả sản xuất chung của đơn vị sử dụng. Một bộ phận quan trọng của băng tải là con lăn. Trước đây, các con lăn băng tải sử dụng trong công nghiệp mỏ thường được chế tạo từ thép. Con lăn băng tải nhựa đã được sử dụng trong các ngành công nghiệp hóa chất, thực phẩm do khả năng chống ăn mòn hóa học của loại con lăn này. Gần đây, một số nước trên thế giới đã nghiên cứu chế tạo con lăn nhựa có trọng lượng phân tử siêu cao (UHMW-PE - Ultra-High Molecular Weight Polyethylene) dùng cho băng tải sử dụng trong công nghiệp mỏ. Bài báo giới thiệu thông tin chung về loại con lăn băng tải này và con lăn nhựa UHMW-PE do Công ty Cổ phần Cơ khí Hòn Gai- Vinacomin chế tạo.

Từ khóa: băng tải, con lăn băng tải, con lăn nhựa UHMW-PE.

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, băng tải được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp mỏ trên thế giới. Khối lượng vận chuyển đất đá thải, than, quặng trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) rất lớn. Trong những năm gần đây, băng tải hóa vận chuyển trong TKV có những chuyển biến mạnh: vận chuyển than trong mỏ than hầm lò, vận chuyển than tại các cảng than, vận chuyển đất đá thải tại mỏ than Cao Sơn, các tuyến vận chuyển than đến cảng, đến các nhà máy nhiệt điện; vận chuyển than, quặng tại các nhà máy tuyển, ... Chiều dài của băng tải, của tuyến băng tải rất lớn, đến hàng kilomet. Hiệu quả sử dụng băng tải ảnh hưởng đến hiệu quả sản xuất chung của đơn vị sử dụng. Một bộ phận quan trọng của băng tải là con lăn. Trước đây, các con lăn băng tải sử dụng trong công nghiệp mỏ thường được chế tạo từ thép. Con lăn băng tải nhựa đã được sử dụng trong các ngành công nghiệp hóa chất, thực phẩm do khả năng chống ăn mòn hóa học của loại con lăn

này. Gần đây, trên thế giới đã nghiên cứu chế tạo con lăn từ nhựa có trọng lượng phân tử siêu cao (UHMW-PE - Ultra-High Molecular Weight Polyethylene) dùng cho băng tải sử dụng trong công nghiệp mỏ. Vì vậy, thông tin về loại con lăn này cần cho các đơn vị sử dụng băng tải để nghiên cứu, lựa chọn áp dụng có hiệu quả.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Chức năng của con lăn trong băng tải

Trong băng tải, con lăn có vai trò quan trọng, có nhiệm vụ [1]:

- Dẫn hướng và đỡ dây băng tải;
- Chịu toàn bộ trọng lượng của vật liệu tải, phân phối đều tải trọng lên khung máy và hệ truyền động;
- Giúp băng tải chạy ổn định theo đường dẫn đã định. Đảm bảo dây băng tải không bị xô lệch, đặc biệt ở các đoạn cong hoặc dốc;
- Giảm ma sát và từ đó giảm lực cản và tiêu hao năng lượng và mài mòn dây băng;



- Giảm rung và tiếng ồn: Con lăn chất lượng cao giúp giảm rung chấn, tăng độ êm khi vận hành.

Để đáp ứng nhiệm vụ trên, con lăn băng tải phải đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật:

- Yêu cầu về môi trường làm việc: Chịu được bụi, nước, bùn, hóa chất, ... tác động của môi trường, nhất là trong nhà máy hóa chất, nhà máy tuyển, ... Làm việc ngoài trời hoặc trong môi trường có độ ẩm cao.

- Chịu được tải trọng và số vòng quay làm việc theo tính toán;

- Chịu được mài mòn và có tuổi thọ đáp ứng yêu cầu;

- Dễ dàng lắp đặt và thay thế.

Yêu cầu kỹ thuật đối với chi tiết con lăn băng tải:

- Vỏ con lăn: Chịu tải trọng, chống ăn mòn, chịu mài mòn tốt. Đặc biệt quan trọng trong môi trường khai khoáng hoặc vận chuyển vật liệu sắc nhọn.

- Gối đỡ và làm kín: Chống bụi, nước, chất lỏng, đảm bảo độ kín (IP65–IP67), chịu tải lớn, bôi trơn lâu dài hoặc không cần bảo dưỡng.

- Trục con lăn: Chịu được tải trọng, gia công chính xác;

- Vòng bi: Chịu được tải trọng, có tuổi thọ đáp ứng yêu cầu.

2.2. Con lăn nhựa có trọng lượng phân tử siêu cao (UHMW-PE)

Từ những yêu cầu đối với con lăn băng tải, các nhà nghiên cứu và chế tạo tìm cách nâng cao chất lượng chế tạo, vật liệu, hoàn thiện kết cấu để đáp ứng các điều kiện làm việc của băng tải, giảm tiêu hao năng lượng. Một trong những hướng nghiên cứu giảm tiêu hao năng lượng là giảm khối lượng con lăn. Để giảm ăn mòn hóa chất có trong môi trường cần nâng cao tính chất cơ lý vật liệu chế tạo con lăn. Để đáp ứng hai yêu cầu này, những năm gần đây ở Trung Quốc, LB Nga và một số nước đã nghiên cứu chế tạo con lăn băng tải có các chi tiết chế tạo từ nhựa UHMW-PE (con lăn nhựa UHMW-PE). Các con lăn loại này cũng được dùng cho các băng tải sử dụng trong ngành mỏ.

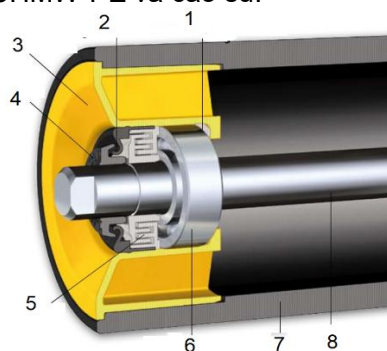
Một số kết quả thử nghiệm con lăn nhựa UHMW-PE, con lăn nhựa PVC và con lăn thép thể hiện trên Bảng 1 [2].

Bảng 1. Kết quả thử nghiệm một số loại con lăn

TT	Thông số	Con lăn		
		UHMW-PE	PVC	Thép
1	Tuổi bền	A	C	B
2	Chịu ẩm	A	A	D
3	Chịu mài mòn	B	C	B
4	Kín bụi	A	B	B
5	Chống axit	A	A	D
6	Chống kiềm	A	C	D
7	Chống ồn	A	A	D
8	Hệ số ma sát thấp	A	B	D

Ghi chú: A- Rất tốt; B- Tốt; C- Trung bình; D- Kém

Con lăn nhựa UHMW-PE có kết cấu tương tự con lăn thép (Hình 1). Ngoài vòng bi và trục bằng thép, các chi tiết còn lại chế tạo từ nhựa UHMW-PE và cao su.



Hình 1. Kết cấu con lăn nhựa UHMW-PE

1. Vòng chắn trong; 2. Vòng chắn ngoài; 3. Gối đỡ; 4. Vòng bảo vệ
5. Vòng chắn mỡ; 6. Vòng bi; 7. Vỏ; 8. Trục thép



Từ đặc tính của vật liệu chế tạo, con lăn nhựa UHMW-PE có một số điểm mạnh:

- Làm việc tốt trong môi trường có chất ăn axit, kiềm, hóa chất, ẩm ướt;
- Giảm rung và tiếng ồn trong khi làm việc;
- Chống dính bám vật liệu. Ưu điểm này dẫn đến không làm dính bết con lăn, gây mòn dây băng, gây lệch dây băng;
- Khi bị mòn hỏng không tạo ra cạnh sắc làm rách dây băng và gây mất an toàn cho người sử dụng;

- Khối lượng con lăn nhựa chỉ bằng 46 – 51% khối lượng con lăn thép cùng loại [2]. Con lăn nhựa UHMW-PE có ưu thế để giảm công suất tiêu thụ của băng tải do khối lượng nhẹ hơn con lăn thép.

Để tạo sản phẩm mới, áp dụng tiến bộ của một số nước, tạo thêm lựa chọn cho các đơn vị sử dụng băng tải trong nước, Công ty Cổ phần Cơ khí Hòn Gai- Vinacomin (CK Hòn Gai) đã đầu tư dây chuyền tự động hóa đồng bộ chế tạo con lăn nhựa UHMW-PE dùng trong ngành mỏ và các ngành công nghiệp khác (Hình 2).



Hình 2. Dây chuyền chế tạo con lăn nhựa UHMW-PE tại Công ty Cổ phần Cơ khí Hòn Gai- Vinacomin

Khối lượng con lăn nhựa UHMW-PE do Công ty sản xuất nhẹ hơn con lăn thép cùng loại. Trong Bảng 2 thể hiện so sánh khối lượng một số con lăn nhựa do CK Hòn Gai chế tạo và khối lượng con lăn thép [3], [4].

Bảng 2. So sánh khối lượng con lăn nhựa UHMW-PE của CK Hòn Gai và con lăn thép

TT	Bề rộng dây băng, mm	Đường kính con lăn, mm	Khối lượng con lăn, kg					
			Nhánh trên		Tỷ lệ khối lượng PE/thép, %	Nhánh dưới		Tỷ lệ khối lượng PE/thép, %
			Thép	UHMW-PE		Thép	UHMW-PE	
1	800	127	7,5	4,4	58	19	13,9	73
2	1000	127	8,5	4,68	55	21,5	16,6	77
3	1200	127	10	5,7	57	26	20	77

Như vậy, con lăn nhựa UHMW-PE do CK Hòn Gai chế tạo có khối lượng chỉ bằng 56,6% con lăn thép nhánh trên, đối với nhánh dưới: 75,6%.

Để đánh giá giảm tiêu hao năng lượng, xem xét tỷ lệ giảm tiêu hao điện khi thay con lăn thép bằng con lăn nhựa UHMW-PE.

Công suất động cơ băng tải xác định theo công thức [3].

$$N = \frac{W_0 v_b}{1000 \eta}, \text{ kW} \quad (1)$$

Trong đó: W_0 - Lực cản băng tải, N;

v_b - Vận tốc băng, m/s.

η - Hiệu suất bộ truyền động, $\eta = 0,95-0,98$.

Chọn $\eta = 0,95$.

Lực cản W_0 xác định theo công thức:

$$W_0 = kg(q + 2q_b + q'_{cl} + q''_{cl})Lw \cos \beta \pm gqL \sin \beta, \text{ N} \quad (2)$$

Trong đó:

q - Khối lượng phân bố vật liệu trên băng, kg/m;

q_b - Khối lượng phân bố dây băng, kg/m;

q'_{cl} - Khối lượng phân bố con lăn nhánh có tải, kg/m;

q''_{cl} - Khối lượng phân bố con lăn nhánh có tải, kg/m;

L - Chiều dài vận chuyển, m;

w - Hệ số lực cản chung băng tải. $w = 0,03$ (Bảng 3.3 [3])

β - Góc dốc vận chuyển, độ (+ : vận chuyển lên, - : vận chuyển xuống);



g - Gia tốc trọng trường. $g = 9,8 \text{ m/s}^2$;
 k - Hệ số tính đến chiều dài vận chuyển.

Gọi tỷ số khối lượng con lăn nhựa UHMW-PE với con lăn tương tự chế tạo từ thép là hệ số giảm khối lượng k_1 . Đối với con lăn nhánh có tải k'_1 ; không tải k''_1

Khi đó, từ đó từ công thức (1), (2) xác định được hệ số giảm công suất tiêu thụ động cơ dẫn động băng tải do thay con lăn thép bằng con lăn UHMWPE trên băng tải vận chuyển lên dốc là:

$$k_2 = \frac{kg[(1-k'_1q'_{cl})+(1-k''_1q''_{cl})]Lw\cos\beta}{kg(q+2q_b+q'_{cl}+q''_{cl})Lw\cos\beta+gqL\sin\beta} \quad (3)$$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sử dụng các công thức (1) ÷ (3) xác định hệ số giảm công suất của băng tải có chiều dài vận chuyển $L = 200 \text{ m}$, 300 m ; bề rộng băng: $B = 1000 \text{ mm}$; góc dốc: 0° , 10° , 16° ; vận tốc băng $v = 2 \text{ m/s}$ dùng để vận chuyển than với $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, bước

Bảng 3. Hệ số giảm công suất băng tải khi thay con lăn thép bằng con lăn UHMWPE.

TT	Thông số băng tải					k_2
	Q, tấn/h	L, m	B, mm	v, m/s	β , độ	
1	800	200	1000	2,0	0	0,077
2	800	200	1000	2,0	10	0,022
3	800	200	1000	2,0	16	0,015
4	800	300	1000	2,0	0	0,076
5	800	300	1000	2,0	10	0,020
6	800	300	1000	2,0	16	0,014

Kết quả tính toán cho thấy, đối với băng tải đã chọn, khi thay con lăn thép bằng con lăn nhựa UHMW- PE do CK Hòn Gai chế tạo, điện năng tiêu thụ của băng tải giảm từ 1,4% đến 7,7% tùy theo điều kiện làm việc.

Hiện nay, con lăn nhựa UHMW- PE do CK Hòn Gai chế tạo đã được lắp đặt và phục vụ sản xuất tại Công ty TNHH Một thành viên Nhôm Lâm Đồng – TKV, Công ty Tuyển than Cửa Ông – TKV và chuẩn bị đưa vào sử dụng tại một số Công ty khác.



Hình 3. Con lăn nhựa UHMW- PE lắp trên băng tải vận chuyển quặng bauxit của Công ty TNHH Một thành viên Nhôm Lâm Đồng – TKV

con lăn: nhánh có tải $l'_{cl} = 1,0 \text{ m}$, nhánh không tải $l'_{cl} = 2,0 \text{ m}$; góc nghiêng con lăn nhánh có tải $\beta' = 30^\circ$; Khi đó, năng suất $Q = 800 \text{ t/h}$ (Bảng 2.8 [3]). Đường kính con lăn $D_p = 127 \text{ mm}$, khối lượng 03 con lăn thép nhánh có tải: 25,5 kg, khối lượng con lăn thép nhánh không tải: 21,5 kg. Khối lượng phân bố dây băng 16,6 kg/m. Khối lượng phân bố con lăn thép nhánh có tải: $q'_{cl} = 25,5/1,0 = 25,5 \text{ kg/m}$; không tải: $q''_{cl} = 21,5/2 = 10,75 \text{ kg/m}$. Hệ số $k'_1 = 0,55$; $k''_1 = 0,77$ (Bảng 2).

Khối lượng phân bố vật liệu trên băng q xác định [3].

$$q = \frac{Q}{3,6v_b}, \text{ kg/m} \quad (4)$$

$$q = 800/(3,6.2) = 111 \text{ kg/m}$$

Kết quả tính toán hệ số giảm công suất k_2 khi áp dụng con lăn nhựa UHMWPE thay thế con lăn thép thể hiện trong Bảng 3.

4. KẾT LUẬN

➢ Băng tải được sử dụng nhiều trong công nghiệp mỏ. Trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam băng tải được sử dụng để vận chuyển đá thải, than, quặng, ... Con lăn băng tải là bộ phận quan trọng của băng tải, chất lượng, độ bền ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng băng tải;

➢ Trên thế giới gần đây đã nghiên cứu chế tạo và đưa vào sử dụng con lăn băng tải nhựa có trọng lượng phân tử siêu cao (UHMW- PE) trong ngành mỏ. Công ty Cổ phần Cơ khí Hòn Gai – Vinacomin đã đầu tư dây chuyền sản xuất con lăn loại này và hiện nay đã cung cấp cho một số đơn vị trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam sử dụng;

➢ Với một số ưu điểm, đáp ứng được điều kiện làm việc của băng tải trong ngành mỏ, con lăn nhựa UHMW- PE là một sự lựa chọn dành cho các nhà sử dụng băng tải □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] <https://semokeanov.ru/services/konveyernyy-rolik-dlya-lentochnykh-konveyerov/>, trực tuyến, truy cập ngày 15/10/2025.
- [2] <https://kon-prom.ru/rolik2.php>, trực tuyến, truy cập ngày 15/10/2025
- [3] Шахмейстер Л.Г., Дмитриев В.Г., *Теория и расчёт ленточных конвейеров*, Издательство Машиностроение. Москва, 1978
- [4] Nguyễn Văn Kháng, Máy và tổ hợp thiết bị mỏ, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2005

ULTRA-HIGH MOLECULAR WEIGHT POLYETHYLENE (UHMW-PE) ROLLERS - AN OPTION FOR BELT CONVEYORS USED IN THE MINING INDUSTRY

Anh Tuan Pham, Duy Phuong Nguyen, Xuan Anh Pham

Vinacomin- Hon Gai Mechanical Joint Stock Company, 108 Le Thanh Tong, Quang Ninh, Vietnam

ARTICLE INFOR

TYPE: Research Article

Received: 02/11/2025

Revised: 20/01/2026

Accepted: 15/02/2026

Corresponding author:

Email: phamanhtuan1268@gmail.com

ABSTRACT

Belt conveyors are widely used in the mining industry, used to transport waste rock, coal, minerals, ... in underground mines, open-pit mines, processing plants, ports, ... The efficiency of using conveyor belts affects the overall production efficiency of the using company. An important part of the belt conveyor is the rollers. Previously, conveyor rollers used in the mining industry were often made of steel. Plastic conveyor rollers have been used in the chemical and food industries due to the chemical corrosion resistance of this type of roller. Recently, some countries in the world have researched and manufactured Ultra-high molecular weight plastic rollers (UHMW-PE) for belt conveyors used in the mining industry. This article introduces general information about this type of conveyor roller and UHMW-PE rollers manufactured by Vinacomin - Hon Gai Mechanical Joint Stock Company.

Từ khóa: *belt conveyors, belt conveyor roller, UHMW-PE rollers.*

@ Vietnam Mining Science and Technology Association