

Mở đầu

Tài liệu này được biên tập từ các hướng dẫn tính toán băng tải sau đây:

- ❖ Bridgestone, Conveyor Belt Design Manual;
- ❖ Funner Dunlop, Conveyor Handbook
- ❖ Funner Dunlop, Selecting the Proper Conveyor Belt;
- ❖ CSMA, Belt Conveyors for Bulk Materials.

Nội dung được tóm lược nhằm trợ giúp quá trình tính toán cơ khí để lựa chọn các thành phần chính của một hệ thống băng tải. Các nội dung tính toán được trình bày ở đây bao gồm:

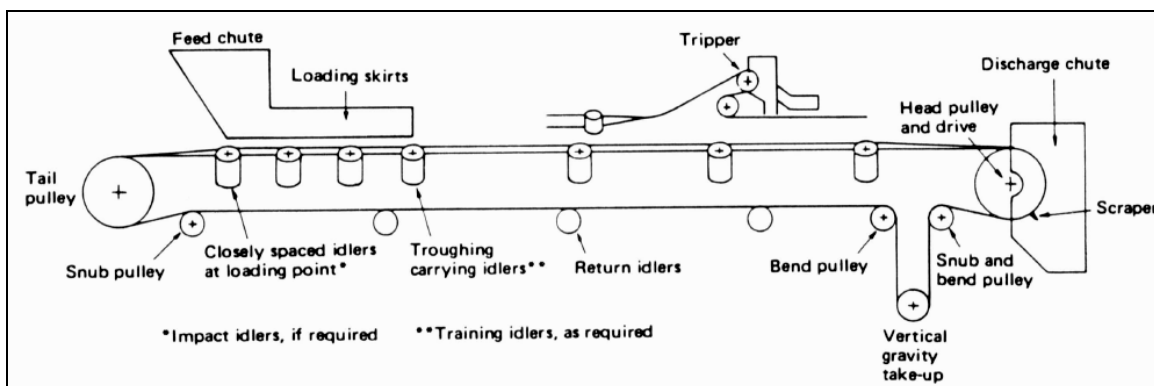
1. Xác định chiều rộng băng tải;
2. Xác định vận tốc băng tải;
3. Tính toán công suất dẫn động băng tải;
4. Tính lực kéo phân bố trên dây băng tải;
5. Lựa chọn dây băng tải;
6. Xác định kết cấu và cách bố trí các pully, con lăn.

Các nội dung được trình bày theo thứ tự sau.

| Nội dung | Trang |
|--|--------------|
| Mở đầu | 1 |
| 1. Giới thiệu các thuật ngữ | 2 |
| 2. Độ rộng tối thiểu băng tải | 4 |
| 3. Góc nâng/ hạ của băng tải | 4 |
| 4. Vận tốc băng tải | 5 |
| 4.1. Diện tích mặt cắt ngang dòng chảy | 7 |
| 4.2. Góc mái | 7 |
| 4.3. Khối lượng riêng tính toán | 8 |
| 4.4. Hệ số ảnh hưởng của độ dốc băng tải | 9 |
| 5. Tính toán công suất truyền dẫn băng tải | 9 |
| 6. Lực căng dây băng tải | 13 |
| 6.1. Tính toán thông thường | 13 |
| 6.2. Tính toán băng tải nhiều pully truyền dẫn | 17 |
| 7. Tính chọn dây băng tải | 22 |
| 8. Cấu trúc hệ thống băng tải | 24 |
| 8.1. Xác định đường kính pully | 24 |
| 8.2. Kết cấu pully | 26 |
| 8.2. Khoảng cách giữa các con lăn | 26 |
| Tài liệu tham khảo | 30 |

1. Giới thiệu các thuật ngữ

Các chi tiết quan trọng của một hệ thống băng tải được minh họa trên hình 1.



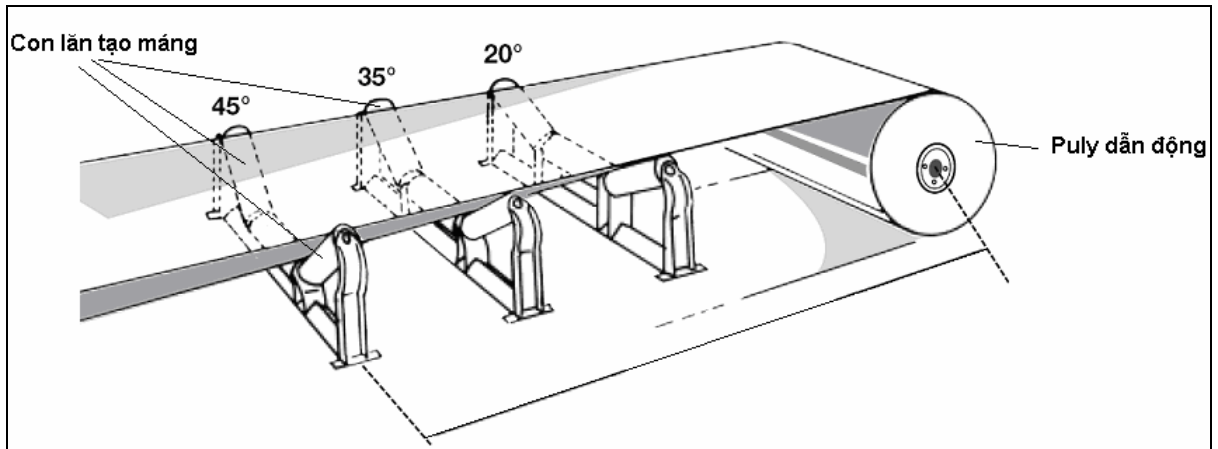
Hình 1. Cấu trúc một hệ băng tải

- Tail pulley: pu-ly phía sau;
- Feed chute: máng cấp vật phẩm
- Loading skirt: vùng cấp vật phẩm lên băng tải
- Tripper: Cơ cấu gạt vật phẩm
- Head pulley and drive: Pu ly phía trước kèm dẫn động
- Discharge chute: máng xả vật phẩm
- Snub and bend pulley: puli căng và dẫn hướng băng tải
- Return idler: con lăn nhánh quay về (nhánh không làm việc)
- Carrying idler: con lăn đỡ nhánh mang tải
- Troughing carrying idler: con lăn tạo máng

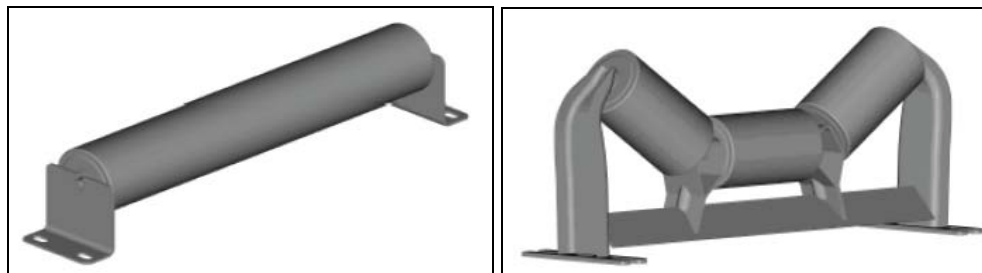
Có thể hình dung băng tải như một bộ truyền đai có kích thước lớn. Các vật phẩm cần vận chuyển được đổ trực tiếp lên dây băng tải hoặc được đóng gói, hoặc đựng trong các thùng gấn cố định trên băng tải (Bucket conveyor).

Băng tải được dùng để vận chuyển khối lượng vật liệu lớn trên khoảng cách hoặc độ cao lớn. Một băng tải thường vận chuyển các vật liệu hay đối tượng cùng loại. Thông thường, các đối tượng này được đặt lên băng tải theo dạng tự do, hay nói cách khác, đổ liên tục lên băng đang chuyển động. Trong tài liệu này, ta thống nhất sử dụng thuật ngữ “vật phẩm” để chỉ các đối tượng được vận chuyển.

Góc máng (Trough angle). Có thể bố trí dây băng tải nằm ngang (Flat belt), tương tự như ở bộ truyền đai dẹt. Tuy nhiên, người ta thường sử dụng thêm các con lăn đặt nghiêng (con lăn máng – Troughing idlers) để uốn dây băng tải thành dạng máng lõm, nhằm vận chuyển vật phẩm được ổn định hơn (Xem minh họa trên hình 2).



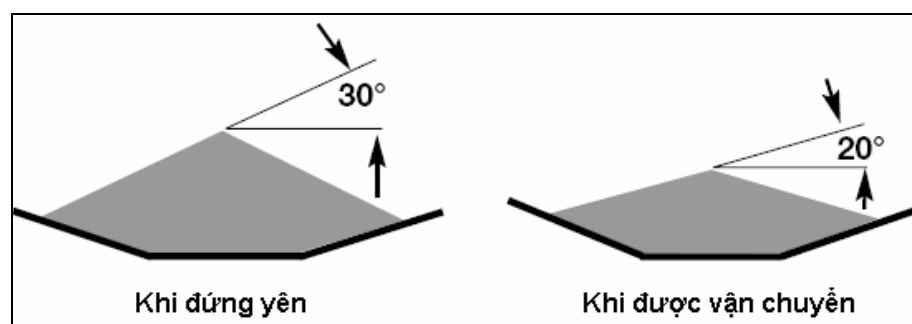
Hình 2. Tạo dạng máng cho băng tải nhờ các con lăn máng



Hình 3. Con lăn phẳng và các con lăn máng

Góc mái

Khi vật phẩm được đổ thành đống, góc ở đỉnh đống vật liệu được gọi là góc mái (Surcharge angle). Góc mái khi vận chuyển nhỏ đi so với khi đứng yên (xem hình 4).



Hình 4. Góc mái của đống vật phẩm

2. Độ rộng tối thiểu băng tải

Độ rộng băng tải phụ thuộc lưu lượng cần vận chuyển và kích cỡ vật phẩm (hay kích thước của các “hạt” vật liệu) cần vận chuyển trên băng. Nếu kích cỡ vật phẩm càng lớn thì độ rộng băng tải càng phải rộng.

Bảng 1 trình bày độ rộng tối thiểu của băng tải cho các giá trị kích cỡ vật phẩm khác nhau. Cột A dùng cho các vật phẩm có kích thước khá đồng nhất; cột B cho các dạng vật phẩm có kích thước không đều – “hạt” to nhất không quá 10% thể tích cả khối.

Bảng 1. Độ rộng tối thiểu của băng tải

| Độ rộng tối thiểu (mm) | Kích cỡ hạt (mm) | |
|------------------------|------------------|-------------|
| | A (Đồng nhất) | B (Lẫn lộn) |
| 400 | 64 | 100 |
| 450 | 75 | 125 |
| 500 | 85 | 150 |
| 600 | 110 | 200 |
| 650 | 125 | 225 |
| 750 | 145 | 275 |
| 800 | 157 | 300 |
| 900 | 180 | 350 |
| 1.000 | 203 | 400 |
| 1.050 | 215 | 425 |
| 1.200 | 250 | 500 |
| 1.400 | 297 | 600 |
| 1.600 | 345 | 700 |
| 1.800 | 380 | 800 |
| 2.000 | 440 | 900 |
| 2.200 | 500 | 1,000 |
| 2.400 | 550 | 1,100 |
| 2.600 | 600 | 1,200 |
| 2.800 | 650 | 1,300 |
| 3.000 | 700 | 1,400 |
| 3.150 | 750 | 1,500 |

3. Góc nâng/ hạ của băng tải

Góc nâng hay hạ của băng tải (góc dốc) được quyết định bởi đặc tính và hình dạng các hạt vật liệu được vận chuyển. Các vật liệu dạng hạt, ổn định có thể sử dụng băng tải có độ dốc lớn; các vật liệu không ổn định như than, cát cần xác lập góc dốc nhỏ.

Góc dốc lớn nhất của băng tải có bề mặt nhẵn được cho trong bảng 2. Khi bề mặt băng bị ướt hoặc bẩn, các giá trị trong bảng cần giảm đi 2 đến 5 độ.

Bảng 2. Góc dốc lớn nhất cho phép khi vận chuyển vật phẩm

| Vật liệu | Kích cỡ hạt | Góc dốc lớn nhất của băng tải(độ) |
|-----------------|----------------------|--|
| Than đá | Trên 100 mm | 15 |
| | Dưới 100 mm | 16 |
| | Không xác định | 18 |
| | Ướt, mịn | 20 |
| | Khô, mịn | 22 |
| Than cốc | Đồng nhất | 17 |
| | Không đồng nhất | 18 |
| | Mịn | 20 |
| Bê tông vụn | 150 mm | 12 |
| | 100 mm | 20 |
| | 50 mm | 24 |
| Đá | Trên 100 mm | 15 |
| | 10 - 100 mm | 16 - 18 |
| | Dưới 10 mm | 20 |
| Quặng | Trên 100 mm | 18 |
| | Dưới 100 mm | 20 |
| Đá vôi | Trên 100 mm | 18 |
| | Dưới 100 mm | 20 |
| Vôi | Mịn | 23 |
| Xi măng | Mịn | 22 |
| Lưu huỳnh | Mịn | 23 |
| Quặng photphát | Trên 100 mm | 15 |
| | Dưới 100 mm | 25 |
| | Mịn | 30 |
| Sỏi | Sạch, đồng nhất | 12 |
| | Bẩn, không đồng nhất | 15 |
| | Không đồng nhất | 18 |
| Cát | Khô | 15 |
| | Ướt | 20 |
| | Để làm khuôn đúc | 24 |
| Đất | Khô | 20 |
| | Ướt | 22 |
| Gỗ | Dăm | 27 |
| | Hộp | 15-25 |
| Muối | | 20 |

4. Vận tốc băng tải

Vận tốc băng tải cần giới hạn tùy thuộc dung lượng của băng, độ rộng của băng và đặc tính của vật liệu cần vận chuyển. Sử dụng băng hẹp chuyển động với vận tốc cao là kinh tế nhất; nhưng vận hành băng tải có độ rộng lớn lại dễ dàng hơn so với băng tải hẹp.

Bảng 3 cho các giá trị vận tốc lớn nhất của băng tải tùy thuộc độ rộng băng cho 3 nhóm vật phẩm khác nhau: nhóm A: Các loại vật liệu hạt; nhóm B: Than mỏ và các vật liệu có tính bào mòn; nhóm C là các vật phẩm gồm quặng cứng, đá và các vật liệu có cạnh sắc.

Bảng 3. Vận tốc lớn nhất của băng tải

| Độ rộng băng (mm) | A (m/phút) | B (m/phút) | C (m/phút) |
|-------------------|------------|------------|------------|
| 400 | 180 | 150 | 150 |
| 450 | 210 | 180 | 180 |
| 500 | 240 | 180 | 180 |
| 600 | 240 | 210 | 200 |
| 650 | 240 | 210 | 200 |
| 750 | 270 | 240 | 220 |
| 800 | 270 | 240 | 220 |
| 900 | 300 | 250 | 240 |
| 1.000 | 300 | 250 | 240 |
| 1.050 | 300 | 250 | 24C |
| 1.200 | 330 | 300 | 270 |
| 1.400 | 360 | 330 | 270 |
| 1.600 | 360 | 330 | 270 |
| 1.800 | - | 360 | 300 |
| 2.000 | - | 360 | 300 |
| 2.200 - 3.000 | - | 360 | 300 |

Vận tốc băng tải thường được tính toán nhằm đạt được lưu lượng vận chuyển theo yêu cầu cho trước. Lưu lượng vận chuyển của một băng tải có thể được xác định qua công thức:

$$Qt = 60AV\gamma s \quad (1)$$

Trong đó, Qt: Lưu lượng vận chuyển, tấn/ giờ;

- A: Diện tích mặt cắt ngang dòng vận chuyển (m^2)
- γ : Khối lượng riêng tính toán của khối vật liệu (tấn/ m^3)
- V: Vận tốc băng tải (m/phút)
- s: Hệ số ảnh hưởng của góc nghiêng (độ dốc) của băng tải

Từ đó, có thể tính được vận tốc băng tải theo công thức sau:

$$V = \frac{Qt}{60.A.\gamma.s} \quad (m/phút) \quad (2)$$

Sau khi tính được vận tốc băng tải, cần kiểm tra đảm bảo vận tốc không vượt quá giá trị lớn nhất cho trong bảng 3. Nếu không, cần chọn chiều rộng băng tải lớn lên và tính lại.

Các đại lượng trong công thức tính vận tốc được xác định như dưới đây.

4.1. Diện tích mặt cắt ngang dòng chảy

Diện tích mặt cắt ngang dòng chảy có thể được xác định như sau:

$$A = K(0,9B - 0,05)^2 \quad (3)$$

Với

- A: Diện tích mặt cắt ngang dòng vận chuyển (m²)
- K: Hệ số tính toán
- B: Độ rộng băng tải (m)

Hệ số K được cho trong bảng 4.

Bảng 4. Hệ số tính toán mặt cắt dòng chảy

| Dạng băng tải | Góc máng | Góc mái (Surcharge Angle) độ | | |
|-----------------|----------|------------------------------|--------|--------|
| | | 10 | 20 | 30 |
| Phẳng | 0 | 0,0295 | 0,0591 | 0,0906 |
| Máng, 3 con lăn | 10 | 0,0649 | 0,0945 | 0,1253 |
| | 15 | 0,0817 | 0,1106 | 0,1408 |
| | 20 | 0,0963 | 0,1245 | 0,1538 |
| | 25 | 0,1113 | 0,1381 | 0,1661 |
| | 30 | 0,1232 | 0,1488 | 0,1754 |
| | 35 | 0,1348 | 0,1588 | 0,1837 |
| | 40 | 0,1426 | 0,1649 | 0,1882 |
| | 45 | 0,15 | 0,1704 | 0,1916 |
| | 50 | 0,1538 | 0,1725 | 0,1919 |
| | 55 | 0,157 | 0,1736 | 0,1907 |
| | 60 | 0,1568 | 0,1716 | 0,1869 |
| Máng, 5 con lăn | 30 | 0,1128 | 0,1399 | 0,1681 |
| | 40 | 0,1336 | 0,1585 | 0,1843 |
| | 50 | 0,1495 | 0,1716 | 0,1946 |
| | 60 | 0,1598 | 0,179 | 0,1989 |
| | 70 | 0,1648 | 0,1808 | 0,1945 |






4.2. Góc mái

Góc mái của một đồng vật phẩm là góc hình thành giữa đường nằm ngang và mái dốc của đồng vật phẩm. Các giá trị thông thường cho trong bảng 5.

Bảng 5. Góc mái một số dạng vật liệu khi vận chuyển

| Góc mái (độ) | Dạng vật liệu |
|--------------|---|
| 10 | Vật liệu mịn, khô. |
| 20 | Các vật liệu hạt (than, sỏi, quặng...) có thể vận chuyển bằng các dụng cụ thông thường. |
| 30 | Các vật liệu hạt lớn hoặc được cấp lên băng bằng các dụng cụ đặc biệt, đảm bảo tính đồng nhất của khối. |

Có thể tham khảo thêm các minh họa giá trị góc mái cho một số dạng vật phẩm khác nhau trên hình 5.

| Flow | | | | |
|--|---|---|--|--|
| Very free flowing 1* | Free flowing 2* | Average flowing 3* | | Sluggish 4* |
| Angle of Surcharge | | | | |
| 5° | 10° | 20° | 25° | 30° |
|  |  |  |  |  |
| Angle of Repose | | | | |
| 0-19° | 20-25° | 30-34° | 35-39° | 40° - up |
| Material Characteristics | | | | |
| Uniform size, very small rounded particles, either very wet or very dry, such as dry silica sand, cement, wet concrete, etc. | Rounded, dry polished particles, of medium weight, such as whole grain and beans. | Irregular, granular or lumpy materials of medium weight, such as anthracite coal, cottonseed meal, clay, etc. | Typical common materials such as bituminous coal, stone, most ores, etc. | Irregular, stringy, fibrous, interlocking material, such as wood chips, bagasse, tempered foundry sand, etc. |

Hình 5. Góc mái của 1 số vật phẩm [4]

4.3. Khối lượng riêng tính toán

Khối lượng riêng tính toán của các khối vật phẩm có tính đến khoảng cách giữa các hạt hay các đối tượng khi vận chuyển. Lưu ý rằng giá trị này khác với giá trị khối lượng riêng thực sự của vật liệu.

Khối lượng riêng tính toán của một số vật liệu cho trong bảng 6.

Bảng 6. Khối lượng riêng tính toán của 1 số vật liệu

| Vật liệu | Khối lượng riêng tính toán (tấn/m ³) | Vật liệu | Khối lượng riêng tính toán (tấn/m ³) |
|-------------|---|---------------------|---|
| Cát khô | 1,44 - 1,68 | Muối nghiền | 1,12 - 1,28 |
| Cát ướt | 1,84 - 2 | Nhôm hạt | 0,8-0,96 |
| Đá mềm | 1,6 - 1,76 | Nhôm tán mịn | 0,72 - 0,8 |
| Đá trấp, vỡ | 1,68 - 1,76 | Quặng đồng | 1,92 - 2,56 |
| Đá vôi | 1,52 - 1,6 | Quặng nhôm | 0,88 - 0,93 |
| Đất khô | 1,12 - 1,28 | Quặng sắt | 2,08 - 2,88 |
| Đất sét khô | 1 - 1,2 | Than cốc dạng cám | 0,4 - 0,54 |
| Đất sét ướt | 1,52 - 1,68 | Than cốc tinh | 0,56 - 0,64 |
| Đất ướt | 1,66 - 1,79 | Than đá | 0,83 - 0,96 |
| Gỗ | 0,61 - 0,75 | Than mỡ | 0,64 - 0,72 |
| Lúa mạch | 0,61 | Xi măng Cơ-lanh-ke | 1,28 - 1,52 |
| Muối mỏ | 0,72 - 0,82 | Xi măng Porlan, khô | 1,41 - 1,6 |

4.4. Hệ số ảnh hưởng của độ dốc băng tải

Băng tải càng dốc thì lưu lượng vận chuyển vật liệu được càng thấp. Hệ số giảm lưu lượng do độ dốc, s, cho trong bảng 7.

Bảng 7. Hệ số độ dốc băng tải

| Góc dốc (độ) | Hệ số s | Góc dốc (độ) | Hệ số s |
|--------------|---------|--------------|---------|
| 2 | 1 | 21 | 0,78 |
| 4 | 0,99 | 22 | 0,76 |
| 6 | 0,98 | 23 | 0,73 |
| 8 | 0,97 | 24 | 0,71 |
| 10 | 0,95 | 25 | 0,68 |
| 12 | 0,93 | 26 | 0,66 |
| 14 | 0,91 | 27 | 0,64 |
| 16 | 0,89 | 28 | 0,61 |
| 18 | 0,85 | 29 | 0,59 |
| 20 | 0,81 | 30 | 0,56 |

5. Tính toán công suất truyền dẫn băng tải

Công suất làm quay trục con lăn kéo băng tải được tính theo công thức sau:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_t \text{ (KW)} \quad (4)$$

Trong đó, P₁ là công suất cần thiết kéo băng tải không tải chuyển động theo phương ngang; P₂ là công suất cần thiết kéo băng tải có chất tải chuyển động theo phương ngang; P₃

là công suất kéo băng tải có tải chuyển động theo phương đứng (nếu băng tải có độ dốc đi lên; nếu băng tải vận chuyển vật phẩm đi xuống, P_3 mang giá trị âm); P_t là công suất dẫn động cơ cấu gạt vật phẩm.

Các thành phần công suất được tính toán như sau:

$$P_1 = \frac{f(l + l_o).W.V}{6120} \quad (5)$$

$$P_2 = \frac{f(l + l_o)Q_t}{367} = \frac{f(l + l_o)W_m.V}{6120} \quad (6)$$

$$P_3 = \frac{H.Q_t}{367} = \frac{H.W_m.V}{6120} \quad (7)$$

Trong các công thức này, các đại lượng tính toán bao gồm:

- F là hệ số ma sát của các ổ lăn đỡ con lăn;
- W là khối lượng các bộ phận chuyển động của băng tải, không tính khối lượng vật phẩm được vận chuyển (kg);
- W_m : Khối lượng vật phẩm phân bố trên một đơn vị dài của băng tải (kg/m);
- V : Vận tốc băng tải (m/phút)
- H : Chiều cao nâng (m)
- l : Chiều dài băng tải theo phương ngang (m)
- l_o : Chiều dài băng tải theo phương ngang được điều chỉnh (m)

Các công thức tính phụ trợ:

$$W = \frac{W_c}{l_c} + \frac{W_r}{l_r} + 2W_l \quad (8)$$

$$H = l \tan \alpha \quad (9)$$

$$W_m = \frac{Q_t}{0,06.V} \quad (10)$$

Với:

- W_l : Khối lượng phân bố của băng tải (kg/m)
- W_c : Khối lượng các chi tiết quay của một cụm các con lăn đỡ tải (kg);
- W_r : Khối lượng các chi tiết quay của một cụm các con lăn đỡ nhánh băng tải đi về;
- P_c : Bước các con lăn đỡ tải (m)
- P_r : Bước các con lăn đỡ nhánh chạy không (m)
- α : Góc dốc của băng tải

Các số liệu tra cứu cho trong các bảng dưới đây.

Bảng 8. Hệ số ma sát và độ dài điều chỉnh băng tải

| f | l _o (m) | Điều kiện làm việc |
|-------|--------------------|---|
| 0.03 | 49 | a) Các băng tải tạm thời hoặc băng tải di động b) Các băng tải làm việc trong môi trường rất lạnh (đến -40°C); thường xuyên khởi động – dừng; |
| 0.022 | 66 | Các băng tải cố định, được căn chỉnh và bảo dưỡng theo quy chuẩn. |
| 0.012 | 156 | Sử dụng khi cần tính công suất phanh khi tải vật phẩm đi xuống (downhill) |

Ghi chú: Các giá trị f và l_o đi với nhau theo cặp. Nếu lấy f khác với giá trị trong bảng, có thể tính l_o theo công thức:

$$l_o = \frac{0,77931}{f - 0,006436} + 15,93 \quad (11)$$

Bảng 9. Công suất dẫn động cơ cấu gạt, Pt (KW)

| Độ rộng băng (mm) | Dạng cơ cấu gạt | |
|-------------------------|-----------------|-----------|
| | Cố định | Di chuyển |
| 400; 450; 500; 600; 650 | 0,75 | 1,25 |
| 750; 800; 900 | 1,25 | 2,00 |
| 1000; 1050; 1200 | 2,15 | 3,15 |
| 1400; 1600 | 3,45 | 5,00 |
| 1800; 2000 | 4,40 | 6,30 |
| 2200; 2400 | 5,40 | 7,40 |
| 2600; 2800 | 6,20 | 8,50 |
| 3000; 3150 | 6,70 | 9,60 |

Bảng 10. Khối lượng băng tải chuyển động, không kể vật phẩm được vận chuyển

| Chiều rộng đai (mm) | W(kg/m) | Chiều rộng đai (mm) | W(kg/m) |
|---------------------|---------|---------------------|---------|
| 400 | 22 | 1.200 | 90 |
| 450 | 28 | 1.400 | 114 |
| 500 | 30 | 1.600 | 130 |
| 600 | 36 | 1.800 | 154 |
| 650 | 41 | 2.000 | 174 |
| 750 | 53 | 2.200 | 214 |
| 800 | 56 | 2.400 | 232 |
| 900 | 63 | 2.600 | 249 |
| 1.000 | 69 | 2.800 | 298 |
| 1.050 | 80 | 3.000 | 319 |
| 1.200 | 90 | 3.150 | 329 |

Bảng 11. Khối lượng các bộ phận quay

| Chiều rộng đai (mm) | Wc (kg/bộ) | Wr (kg/bộ) | Chiều rộng đai (mm) | Wc (kg/bộ) | Wr (kg/bộ) |
|------------------------|---------------|---------------|------------------------|---------------|---------------|
| 400 | 6,6 | 5,0 | 1.200 | 23,6 | 21,1 |
| 450 | 7,1 | 5,4 | 1.400 | 36,6 | 32,6 |
| 500 | 7,5 | 5,9 | 1.600 | 41,4 | 36,6 |
| 600 | 8,3 | 6,8 | 1.800 | 47,4 | 42,5 |
| 650 | 9,0 | 7,3 | 2.000 | 52,2 | 46,5 |
| 750 | 13,2 | 11,6 | 2.200 | 75 | 65 |
| 800 | 13,9 | 12,2 | 2.400 | 81 | 70 |
| 900 | 15,1 | 13,4 | 2.600 | 86 | 75 |
| 1.000 | 19,6 | 18,0 | 2.800 | 114 | 100 |
| 1.050 | 21,3 | 18,9 | 3.000 | 121 | 106 |
| 1.200 | 23,6 | 21,1 | 3.150 | 128 | 111 |

Ghi chú: Các giá trị cho với các con lăn bằng thép; các hãng sản xuất khác nhau có thể có các giá trị khác nhau; nên tra cứu tài liệu của hãng nếu cần.

Bảng 12. Khoảng cách (bước) các con lăn

| Chiều rộng đai (mm) | Bước các con lăn mang tải (m) | | Bước các con lăn chạy không (m) |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| | Lưu lượng dưới 1,6 tấn/ giờ | Lưu lượng trên 1,6 tấn/ giờ | |
| 400 | 1,35 | 1,35 | 3,00 |
| 450 | 1,35 | 1,20 | 3,00 |
| 500 | 1,35 | 1,20 | 3,00 |
| 600 | 1,20 | 1,10 | 3,00 |
| 650 | 1,20 | 1,10 | 3,00 |
| 750 | 1,20 | 1,00 | 3,00 |
| 800 | 1,20 | 1,00 | 3,00 |
| 900 | 1,00 | 1,00 | 3,00 |
| 1.000 | 1,00 | 1,00 | 3,00 |
| 1.050 | 1,00 | 1,00 | 3,00 |
| 1.200 | 1,00 | 1,00 | 3,00 |
| 1.400 | 1,00 | 1,00 | 3,00 |
| 1.600 | 1,00 | 1,00 | 3,00 |
| 1.800 | 1,00 | 1,00 | 3,00 |
| 2.000 | 1,00 | 1,00 | 2,40 |
| 2.200 | 1,00 | 1,00 | 2,40 |
| 2.400 | 1,00 | 1,00 | 2,40 |
| 2.600 | 1,00 | 1,00 | 2,40 |
| 2.800 | 1,00 | 1,00 | 2,40 |

| Chiều rộng đai (mm) | Bước các con lăn mang tải (m) | | Bước các con lăn chạy không (m) |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| | Lưu lượng dưới 1,6 tấn/ giờ | Lưu lượng trên 1,6 tấn/ giờ | |
| 3.000 | 1,00 | 1,00 | 2,40 |
| 3.150 | 1,00 | 1,00 | 2,40 |

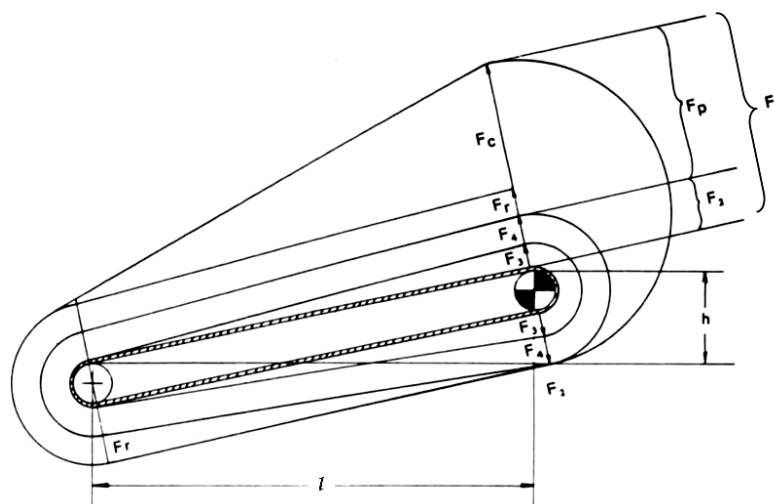
Bảng 13. Khối lượng phân bố dây băng tải W1

| Chiều rộng đai (mm) | Khối lượng phân bố (kg/m) | Chiều dày gần đúng (mm) | Chiều rộng đai (mm) | Khối lượng phân bố (kg/m) | Chiều dày gần đúng (mm) |
|------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 400 | 4,5 | 9 | 1.400 | 33,0 | 18 |
| 450 | 7,0 | 12 | 1.600 | 38,0 | |
| 500 | 7,5 | | 1.800 | 46,0 | |
| 600 | 9,0 | | 2.000 | 51,0 | 20 |
| 650 | 10,3 | | 2.200 | 56,0 | |
| 750 | 13,0 | 13 | 2.400 | 61,0 | |
| 800 | 13,8 | | 2.600 | 66,0 | |
| 900 | 15,5 | | 2.800 | 71,0 | |
| 1.000 | 20,5 | 17 | 3.000 | 77,0 | |
| 1.050 | 23,0 | | 3.150 | 81,0 | |
| 1.200 | 26,0 | | - | - | - |

6. Lực căng dây băng tải

6.1. Tính toán thông thường

Hình 6 minh họa các thành phần lực cho một dây băng tải khi vận chuyển vật nặng lên phía trên (dốc lên – Uphill).



Hình 6. Các thành phần lực trên dây băng tải

Các thành phần lực được tính theo các công thức dưới đây.

6.1.1. Lực vòng F_P

$$F_P = \frac{6120P}{V} \text{ (kg)} \quad (12)$$

Trong đó, P là công suất truyền dẫn (KW); V là vận tốc băng tải (m/phút).

6.1.2. Lực căng trên 2 nhánh băng tải

$$F_1 = F_P \frac{e^{\mu\theta}}{e^{\mu\theta} - 1} \quad (13)$$

$$F_2 = F_P \frac{1}{e^{\mu\theta} - 1} \quad (14)$$

Lưu ý các quan hệ tương tự bộ truyền đai: $F_1 = F_2 \cdot e^{\mu\theta}$ $F_1 - F_2 = F_P$

Trong đó:

- + F_P : lực vòng (kg);
- + e: cơ số logarit tự nhiên;
- + μ : hệ số ma sát giữa dây đai và pu-ly ;
- + θ : góc ôm giữa dây đai và pu-ly (radian).

6.1.3. Lực căng phát sinh khi leo/ xuống dốc

$$F_3 = W_1.l(\tan \alpha - f) \text{ (kg)}$$

$$F_3' = W_1.l(\tan \alpha + f) \text{ (kg)}$$

Trong đó:

- + F_3 : Lực căng phát sinh khi kéo vật phẩm “leo dốc” (Uphill);
- + F_3' : Lực căng phát sinh khi kéo vật phẩm “xuống dốc” (Downhill);
- + l : chiều dài vận chuyển tính theo phương ngang (mét);
- + α : góc nghiêng của đường vận chuyển so với phương ngang (độ);
- + f : hệ số ma sát giữa dây băng tải và các con lăn đỡ (Idler rolls);

6.1.3. Lực căng tối thiểu

Lực căng tối thiểu được xác định nhằm giữ cho dây băng tải không trượt quá 2% khoảng cách giữa các con lăn.

$$F_{4C} = 6,25.l_C(W_m + W_1) \text{ (kg)} \quad (15)$$

$$F_{4r} = 6,25.l_r.W_1 \text{ (kg)} \quad (16)$$

Trong đó:

- + F_{4C} : Lực căng tối thiểu trên nhánh căng (Carrier side)
- + F_{4r} : Lực căng tối thiểu trên nhánh chùng (Return side)

Khi muốn an toàn hơn, có thể không chế độ dây không trượt quá 1% khoảng cách (bước) giữa các con lăn.

$$F_{4C} = 12,5.l_C(W_m + W_1) \text{ (kg)} \quad (17)$$

$$F_{4r} = 12,5.l_r.W_1 \text{ (kg)} \quad (18)$$

6.1.4. Lực kéo lớn nhất


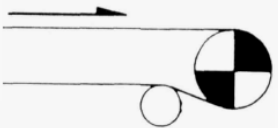
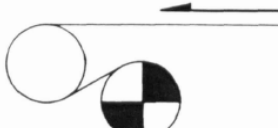
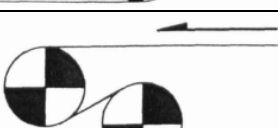
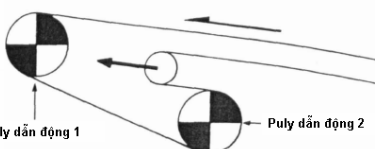
Lực kéo lớn nhất được sử dụng để tính chọn dây băng tải theo độ bền. Các công thức tính lực căng lớn nhất tùy thuộc dạng bố trí băng tải như trong bảng dưới đây. Với mỗi trường hợp, tiến hành tính toán theo tất cả các công thức rồi so sánh lấy giá trị lớn nhất.

Bảng 14. Các công thức tính lực kéo lớn nhất

| Dạng băng tải | Tại pu-ly trước | Tại pu-ly sau |
|--|--|--|
| Băng tải nằm ngang (Horizontal Conveyor) | $F_P + F_2$ $F_P + F_{4r}$ $F_P + F_{4C} - F_r$ | $F_P + F_2$ $F_P + F_{4C}$ $F_{4r} + F_r$ |
| Băng tải “leo dốc” (Uphill Conveyor) | $F_P + F_{4C} - F_r$ $F_P + F_{4r} - F_r$ $F_P + F_2$ $F_P + F_{4r}$ | $F_P + F_2$ $F_P + F_{4C}$ $F_P + F_2 - F_r$ $F_P + F_{4C} - F_r$ $F_{4r} + F_r $ |
| Băng tải “xuống dốc” (Downhill Conveyor) Không cần phanh ($P > 0$) | $F_P + F_2$ $F_P + F_{4r}$ $F_P + F_{4C} - F_r$ $F_2 + F_r$ $F_{4r} + F_r$ | $F_P + F_2$ $F_P + F_{4C}$ $F_{4C} + F_r$ $F_{4r} + F_r$ |
| Băng tải “xuống dốc” (Downhill Conveyor) Có phanh ($P < 0$) | $ F_P + F_2 + F_r$ $ F_P + F_{4C} + F_r$ $F_{4r} + F_r$ | $ F_P + F_{4C} + F_r$ $ F_P + F_{4r} + F_r$ $ F_P + F_2$ |

Trong đó, $F_r = f(l + l_o)(W_1 + W_r / l_r) - (H.W_1)$.

Bảng 15. Góc ôm của 1 số dạng truyền dẫn

| Dạng truyền dẫn | Minh họa (*) | Góc ôm (độ) |
|---------------------------------|---|--|
| (A) Truyền dẫn đơn |  | 180 |
| (B) Truyền dẫn đơn có bánh căng |  | 200 - 220 |
| (C) Truyền dẫn đơn, puly kép |  | 220 ~ 240 |
| (D) Truyền dẫn kép |  | 400 - 440 |
| (E) Truyền dẫn bằng 2 puly |  | Puly 1: 170 ~ 220 Puly 2: 190 - 220 |

(*) Puly truyền dẫn ký hiệu là vòng tròn tô đầy 2 góc phần tư.

Bảng 16. Hệ số ma sát giữa dây băng tải và puly

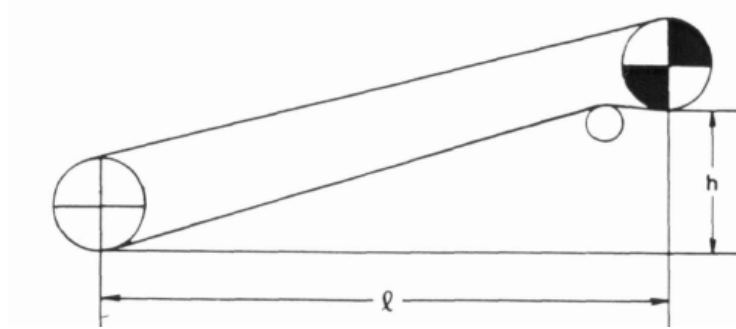
| Dạng puly truyền dẫn | Điều kiện bề mặt tiếp xúc giữa dây băng tải và puly | Hệ số ma sát μ |
|---------------------------------|---|--------------------|
| Puly thép | Bản và ướt | 0.1 |
| | Ấm | 0.1-0.2 |
| | Khô | 0.3 |
| Puly có rãnh và puly bọc cao su | Dirty & Wet | 0.2 |
| | Moist | 0.2-0.3 |
| | Dry | 0.35 |

6.1.5. Ví dụ minh họa

Tính công suất truyền dẫn và lực căng băng tải cho sơ đồ như hình vẽ, các số liệu cho trước:

$$\begin{aligned}
 B &= 1.200 \text{ mm}; & l_r &= 2 \text{ m}; \\
 Q_t &= 2.400 \text{ tấn/ giờ}; & f &= 0,022; \\
 V &= 150 \text{ m/ phút}; & \mu &= 0,3; \\
 l &= 234 \text{ m}; & \theta &= 210^\circ
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= 30 \text{ m;} & W_1 &= 26 \text{ kg/m;} \\ l_C &= 1 \text{ m;} & W_C &= 23,6 \text{ kg/m;} \\ W_r &= 21,1 \text{ kg/m;} \end{aligned}$$



$$W = 2 \cdot 26 + \frac{23,6}{1} + \frac{21,1}{2} = 86,2$$

- Công suất truyền dẫn

$$P_1 = \frac{0,022(234 + 66) \cdot 86,2 \cdot 150}{6120} = 13,9 \text{ (KW)}$$

$$P_2 = \frac{0,022(234 + 66) \cdot 86,2 \cdot 2400}{367} = 43,2 \text{ (KW)}$$

$$P_3 = \frac{30 \cdot 2400}{367} = 196,2 \text{ (KW)}$$

$$P = 19,9 + 43,2 + 196,2 = 253,3 \text{ KW}$$

- Các lực căng

$$F_p = \frac{253 \cdot 6120}{150} = 10335 \text{ (kg)}$$

$$F_2 = 10335 \cdot 0,499 = 5157 \text{ (kg)}$$

$$F_3 = 26 \cdot 30 - 0,022(234 + 66) \left(26 + \frac{21,1}{2} \right) = 539 \text{ kg}$$

$$\text{Tính đơn giản: } F_3 = 26 \cdot 30 - 0,022 \cdot 26 \cdot 234 = 646 \text{ kg}$$

$$F_{4C} = 6,255 \cdot 1 \cdot (26 + 266,7) = 1829 \text{ (kg)}$$

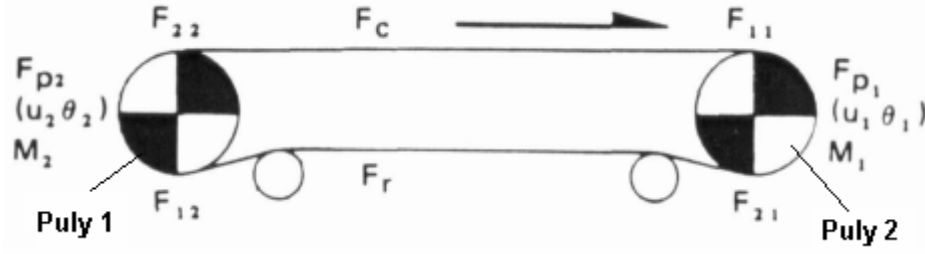
$$F_{4r} = 6,25 \cdot 2 \cdot 26 = 325 \text{ (kg)}$$

$$F_{\max} = 10335 + 5,157 = 15,492 \text{ (kg)}$$

$$T_s = \frac{15492 \cdot 12}{117,4} = 297 \text{ (kg/cm.ply)}$$

6.2. Tính toán băng tải nhiều pu-ly truyền dẫn

Khi tính toán theo cách thức thông thường như trên, nhiều khi ta gặp phải tình huống lực căng trong dây băng tải, hoặc công suất cần thiết của động cơ kéo băng tải, thậm chí là cả hai thông số này là quá lớn. Lời giải cho vấn đề là sử dụng nhiều hệ động cơ- puly truyền dẫn.



Các công thức tính toán cho hệ thống 2 pully truyền dẫn đơn giản (xem hình 4) như dưới đây.

$$F_C = f(l + l_o) \left(W_1 + \frac{W_C}{l_C} + W_m \right) + h(W_1 + W_m) \quad (19)$$

$$F_r = f(l + l_o) \left(W_1 + \frac{W_r}{l_r} \right) - hW_1 \quad (20)$$

$$F_P = F_C + F_r = F_{P1} + F_{P2} \quad (21)$$

Ghi chú: Với băng tải “xuông dốc”, đổi dấu các số hạng có chứa h trong các công thức trên.

6.2.1. Tính theo lý thuyết về lực vòng

$$F_{P1} = F_P - F_{P2} \quad (22)$$

$$F_{P2} = \frac{e^{\mu_2 \theta_2} - 1}{e^{\mu_1 \theta_1 + \mu_2 \theta_2} - 1} \{ F_P + F_r (e^{\mu_1 \theta_1} - 1) \} \quad (23)$$

Khi $\mu_1 = \mu_2 = \mu; \theta_1 = \theta_2 = \theta$ thì $F_{P2} = \frac{1}{e^{\mu \theta} + 1} \{ F_P + F_r (e^{\mu \theta} - 1) \}$

$$F_{21} = F_{P1} \frac{1}{e^{\mu_1 \theta_1} - 1} \quad (24)$$

$$F_{22} = F_{P2} \frac{1}{e^{\mu_2 \theta_2} - 1} \quad (25)$$

6.2.2. Phương pháp phân phối lực căng giữa 2 động cơ

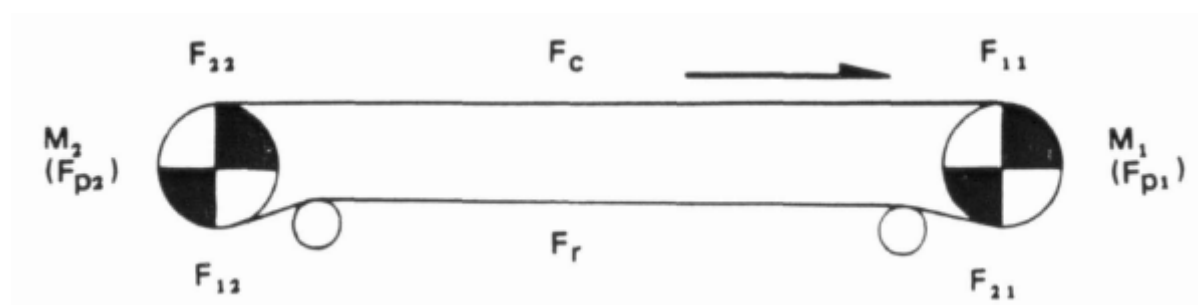
Khi $M_1 / M_2 = 1/1$ thì $F_{P1} = F_{P2} = F_P / 2$ (26)

Khi $M_1 / M_2 = 2/1$ thì $F_{P1} = 2/3 F_P; F_{P2} = 1/3 F_P$ (27)

Trong các công thức trên, các đại lượng có ý nghĩa như sau:

- M_1 : Công suất định mức của động cơ tại pully 1 (KW);
- M_2 : Công suất định mức của động cơ tại pully 2 (KW);
- M : Công suất tổng của 2 động cơ (KW);
- F_P : Tổng lực vòng (kg);
- F_{P1} : Lực vòng tại vị trí pully 1 (kg);
- F_{P2} : Lực vòng tại vị trí pully 2 (kg);
- F_{11} : lực kéo trong nhánh căng tại vị trí pully 1 (kg);
- F_{12} : lực kéo trong nhánh căng tại vị trí pully 2 (kg);
- F_{21} : lực kéo trong nhánh chùng tại vị trí pully 1 (kg);
- F_{22} : lực kéo trong nhánh chùng tại vị trí pully 2 (kg);
- F_C : Lực kéo trong nhánh căng để thắng ma sát (kg);
- F_r : Lực kéo trong nhánh chùng để thắng ma sát (kg);

6.2.3. Ví dụ tính toán nhiều pully dẫn động



Các số liệu cho trước:

| | | |
|--------------------------------|--------------------------|---|
| $B = 1400 \text{ mm};$ | $W_1 = 33 \text{ kg/m};$ | $f = 0,022;$ |
| $Q_t = 6000 \text{ tấn/ giờ};$ | $W_C = 36,6 \text{ kg};$ | $\mu_1 = \mu_2 = 0,25;$ |
| $V = 250 \text{ m/ phút};$ | $W_r = 32,6 \text{ kg};$ | $\theta_1 = \theta_2 = 210^\circ = 3,67 \text{ rad};$ |
| $l = 3900 \text{ m};$ | $l_C = 1 \text{ m};$ | $W_m = 400 \text{ kg/m};$ |
| $h = 0 \text{ m};$ | $l_r = 2 \text{ m}.$ | |

$$F_C = 0,022 (3900 + 66) (33 + 36,6/1 + 400) = 40974 \text{ (kg)}$$

$$F_r = 0,022 (3900 + 66) (33 + 32,6/2) = 4302 \text{ (kg)}$$

$$F_n = 40974 + 4302 = 45276 \text{ (kg)}$$

$$F_3 = 0$$

$$F_{4c} = 6,25 \times 1 (33 + 400) = 2706 \text{ (kg)}$$

$$F_{4r} = 6,25 \times 2 \times 33 = 413 \text{ (kg)}$$

Tính theo lý thuyết:

$$F_{P2} = \frac{1}{e^{0,25 \times 3,67} + 1} \{45276 + 4302(e^{0,25 \times 3,67} - 1)\} = 13869 \text{ (kg)}$$

$$F_{P1} = 45276 - 13869 = 31407 \text{ (kg)}$$

$$F_{21} = 31407 * \frac{1}{e^{0,25*3,67} - 1} = 20938 \text{ (kg)}$$

$$F_{22} = 13869 * \frac{1}{e^{0,25*3,67} - 1} = 9246 \text{ (kg)}$$

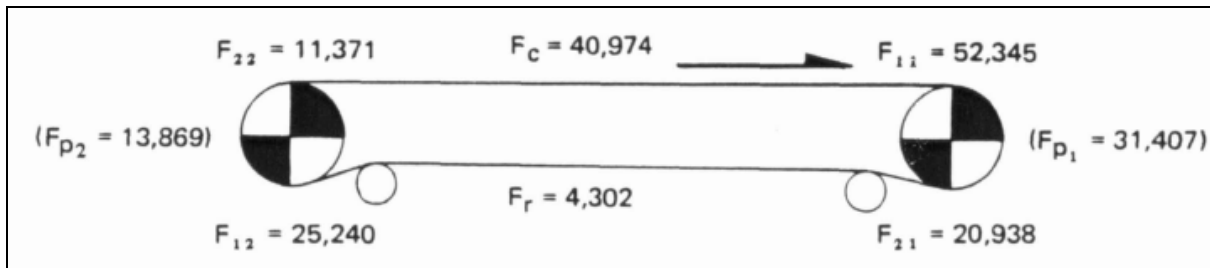
Tính theo phương pháp phân phối lực căng giữa 2 động cơ

$$F_{p1} = F_{p2} = 45276 / 2 = 22638 \text{ (kg)}$$

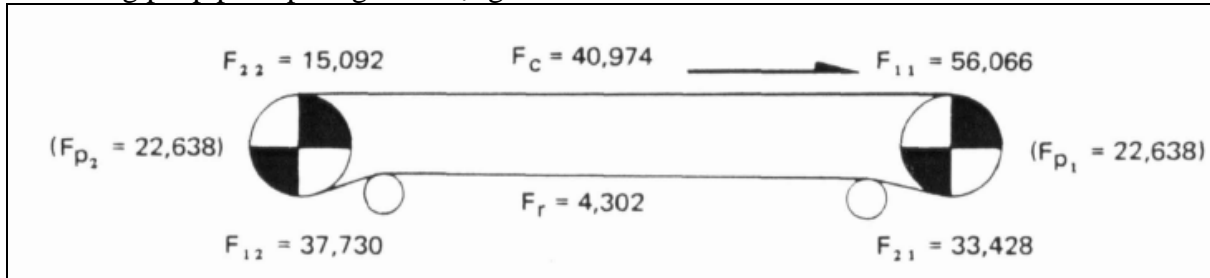
$$F_{21} = F_{22} = 22638 * \frac{1}{e^{0,25*3,67} - 1} = 15092 \text{ (kg)}$$

Các biểu đồ phân bố lực:

*. Phương pháp lý thuyết



*. Phương pháp phân phối giữa 2 động cơ



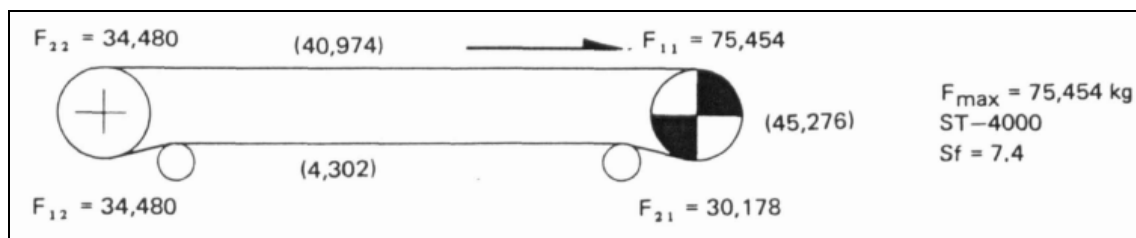
So sánh kết quả:

| | Theoretical Method | Distribution Method |
|--|----------------------|----------------------|
| Effective tension (Axle power) | 45,276 kg (1,850 kw) | 45,276 kg (1,850 kw) |
| Min. required motor power | 2,000 kw | 2,000 kw |
| Motor power for primary drive pulley | 1,400 kw | 1,000 kw |
| Motor power for secondary drive pulley | 600 kw | 1,000 kw |
| Max. working tension | 52,345 kg | 56,003 kg |

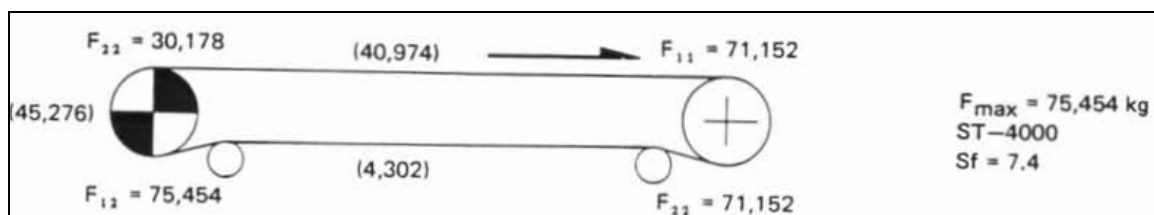
6.2.4. Kết quả cho một số sơ đồ bố trí các pully dẫn động

Số liệu cho trước tương tự như trong ví dụ trên. Nếu số lượng pully dẫn động và cách bố trí khác nhau sẽ dẫn đến lực căng trong các dây băng tải khác nhau. Các kết quả tính toán được tóm tắt trong các sơ đồ dưới đây để tham khảo, so sánh.

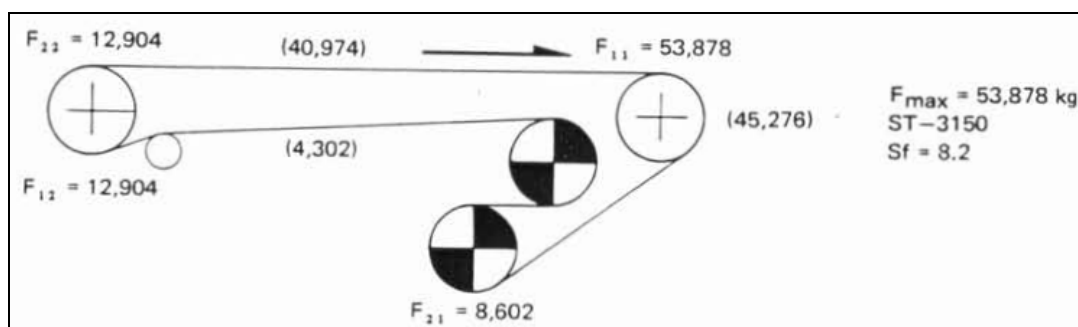
1. Một pully dẫn động, đặt ở phía trước



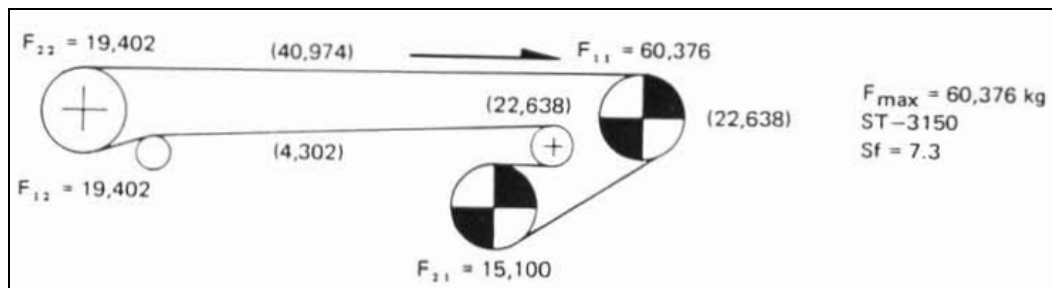
2. Một pully dẫn động, đặt ở phía sau



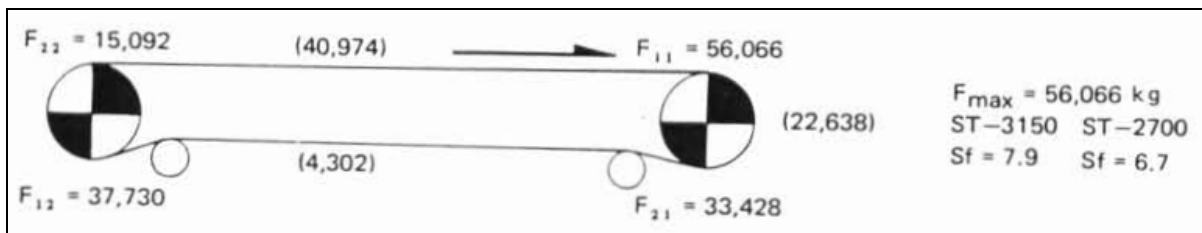
3. Pully dẫn động kép, đặt trước



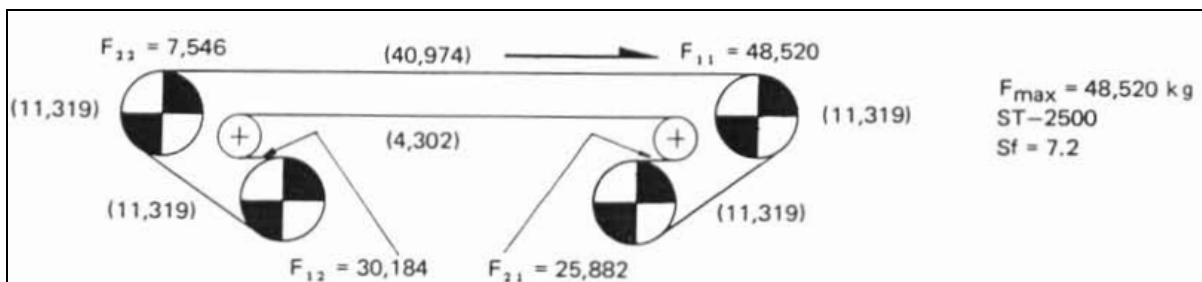
4. Hai pully dẫn động, đặt trước



5. Hai puly dẫn động, 1 trước, 1 sau (ví dụ 6.2.3)



6. Hai puly dẫn động trước, hai puly dẫn động sau



7. Tính chọn dây băng tải

Trước hết, cần lưu ý về vật liệu dây băng tải. Dây băng tải cần được chọn phù hợp với môi trường làm việc, sao cho có thể tránh các ăn mòn hóa học. Các loại dây băng tải thông dụng bao gồm: dây sợi thép (Steel Cord); các loại dây được dệt nhiều lớp (Multi-ply Fabric).

Các băng tải sợi thép được ký hiệu ST và kèm theo 1 con số. Ví dụ ST-500; ST-1250. Giá trị số trong ký hiệu chỉ độ bền cho phép (kg/cm) tính trên một đơn vị chiều rộng dây.

Các dây băng tải dệt được ký hiệu tên vật liệu dây, kèm theo hai số liệu chỉ giá trị độ bền và số lớp dệt. Ví dụ EP 160/2. Nếu ký hiệu chỉ có một giá trị, ví dụ NF-75, nghĩa là con số chỉ giá trị độ bền của một lớp dệt.

Thông số đánh giá sức bền của dây băng tải được tính theo giá trị lực kéo lớn nhất tác dụng lên dây F_{max} theo công thức sau:

Với đai sợi thép:

$$ST - No = \frac{F_{max} * SF}{B} \quad (28)$$

Trong đó, F_{max} là lực kéo lớn nhất (kg); SF là hệ số an toàn; B là chiều rộng dây băng tải tính bằng centimetre.

Sau khi tính được lực kéo đơn vị ST-No, tiến hành tra bảng chọn dây có giá trị lực kéo đơn vị lớn hơn và gần nhất với giá trị tính được. Bảng tra được trình bày dưới đây.

Bảng 17. Các loại băng tải sợi thép tiêu chuẩn

| | | | |
|--------|---------|---------|---------|
| ST-400 | ST-800 | ST-1600 | ST-3150 |
| ST-500 | ST-1000 | ST-2000 | ST-4000 |
| ST-630 | ST-1250 | ST-2500 | ST-5000 |

Với đai dệt nhiều lớp:

$$F.TS = \frac{F_{\max} * SFz}{Be} \quad (29)$$

Trong đó, Fmax là lực kéo lớn nhất (kg); SFz là hệ số an toàn; Be là chiều rộng hữu ích của dây đai (tính bằng cm). Chiều rộng hữu ích được tính bằng chiều rộng thực của dây trừ đi phần mép bọc cao su. Phần mép bọc thường có chiều rộng 3 cm.

Sau khi tính được F.TS, tra bảng chọn dây có giá trị lớn hơn gần nhất với giá trị tính được.

Bảng 18. Các dây băng tải dệt nhiều lớp

| Polyester Fabric | Nylon Fabric |
|-------------------------|---------------------|
| EP160/2 | NF160/2 |
| EP200/2 | NF200/2 |
| EP250/2 | NF250/2 |
| EP315/2-3 | NF315/2-3 |
| EP400/2-4 | NF400/2-4 |
| EP500/2-4 | NF500/2-4 |
| EP6 30/3-4 | NF630/3-4 |
| EP800/3-5 | NF800/3-5 |
| EP1000/4-5 | NF1000/4-5 |
| EP1250/4-5 | NF1250/4-5 |
| EP1600/5 | NF1600/4-5 |
| | NF2000/4-5 |
| | NF2500/5-6 |
| | NF3150/6 |

Bảng 19. Hệ số an toàn cho băng tải sợi thép

| Vật phẩm | A | | B | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|
| Cỡ hạt | <30mm | >30mm | <30mm | >30mm |
| Chu kỳ (phút) | | | | |
| Dưới 3,0 | 8 | 8 | 8 | 9 |
| 3,0 – 10,0 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Trên 10,0 | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 6,7 |

Bảng 20. Hệ số an toàn cho băng tải dệt

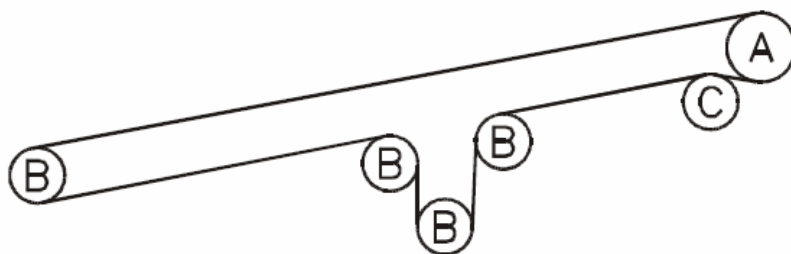
| Vật phẩm | A | | B | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|
| Cỡ hạt | <30mm | >30mm | <30mm | >30mm |
| Chu kỳ (phút) | | | | |
| Dưới 1,0 | 11 | 11 | 11 | 12 |
| 1,0 – 3,0 | 10 | 11 | 11 | 11 |
| 3,0 – 10,0 | 9 | 9 | 10 | 10 |
| Trên 10,0 | 8 | 8 | 8 | 8 |

Nhóm vật phẩm A bao gồm các vật liệu mềm như: Thóc, bột giấy, giấy, phoi gỗ, tro, đất sét, than củi, vôi, cát, muối, xi măng, bột rắc. Nhóm vật phẩm B bao gồm các vật liệu cứng, có cạnh sắc: Than mỏ, gỗ cây, đá vôi, cờ lăn ke, than cốc, kính vỡ, các loại quặng.

8. Cấu trúc hệ thống băng tải

8.1. Xác định đường kính pulley

Các pulley được chia thành 3 nhóm A, B và C như trong bảng 21. Xem minh họa trên hình 7.



Hình 7. Minh họa các loại pulley

Bảng 21. Quan hệ đường kính các puli

| Nhóm puli | | A | B | C |
|----------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------|
| Đường kính tối thiểu | | D | 0,8D | 0,6D |
| Phạm vi ứng dụng | Dạng ứng dụng | Puli dẫn động Puli phía trước | Puli căng dây Puli phía sau | Puli dẫn hướng |
| | Lực kéo dây tại vị trí puli | Trên 80% | Từ 60 đến 80% | Dưới 60% |

Đường kính puli tối thiểu cho các loại dây băng tải cho trong các bảng sau.

Bảng 22. Đường kính puli cho băng tải sợi thép

| Ký hiệu | Đường kính sợi thép (mm) | Khoảng cách giữa các sợi (mm) | Độ bền kéo mỗi sợi (kg) | Đường kính puli tối thiểu (mm) | | |
|---------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------|-------|
| | | | | A | B | C |
| ST-500 | 2,5 | 12,0 | 675 | 500 | 400 | 300 |
| ST-630 | 2,5 | 10,0 | 675 | 550 | 440 | 330 |
| ST-800 | 2,9 | 10,0 | 858 | 600 | 480 | 360 |
| ST-1000 | 3,6 | 12,0 | 1.281 | 700 | 560 | 420 |
| ST-1250 | 4,1 | 12,0 | 1.601 | 750 | 600 | 450 |
| ST-1500 | 4,4 | 12,0 | 1.900 | 850 | 680 | 510 |
| ST-1600 | 4,6 | 12,0 | 2.050 | 900 | 720 | 540 |
| ST-2000 | 5,4 | 12,0 | 2.690 | 950 | 760 | 570 |
| ST-2500 | 6,2 | 15,0 | 4.000 | 1.250 | 1.000 | 750 |
| ST-3000 | 6,8 | 15,0 | 4.690 | 1.350 | 1.080 | 810 |
| ST-3150 | 7,1 | 15,0 | 4.956 | 1.400 | 1.120 | 840 |
| ST-3500 | 7,5 | 15,0 | 5.570 | 1.450 | 1.160 | 870 |
| ST4000 | 8,1 | 15,0 | 6.400 | 1.650 | 1.320 | 990 |
| ST-4500 | 8,6 | 15,0 | 7.070 | 1.850 | 1.480 | 1.110 |
| ST-5000 | 9,2 | 15,0 | 8.060 | 2.050 | 1.640 | 1.230 |

Bảng 23. Đường kính puli tối thiểu cho băng tải dệt (mm)

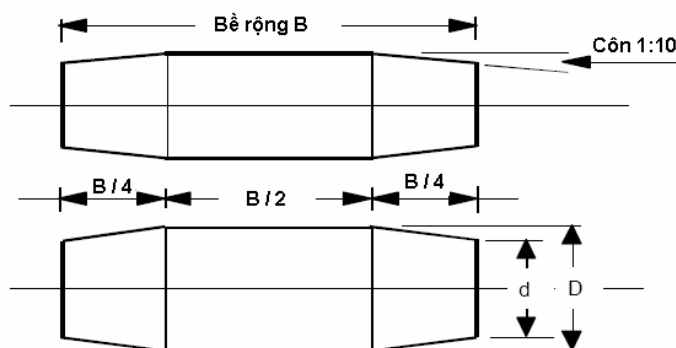
| Loại dây \ Mức độ chịu tải | Chịu kéo 60-100% khả năng cho phép | | | Chịu kéo 30-60% khả năng cho phép | | | Chịu kéo < 30% khả năng cho phép | | |
|----------------------------|------------------------------------|-----|-----|-----------------------------------|-----|-----|----------------------------------|-----|-----|
| | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| 160/2 | 250 | 200 | 160 | 200 | 160 | 125 | 160 | 160 | 125 |
| 200/2 | 250 | 200 | 160 | 200 | 160 | 125 | 160 | 160 | 125 |
| 250/2 315/3 | 320 | 250 | 200 | 250 | 200 | 160 | 200 | 200 | 160 |
| 315/2 400/3 500/3 | 400 | 320 | 250 | 320 | 250 | 200 | 250 | 250 | 200 |

| Loại dây \ Mức độ chịu tải | Chịu kéo 60-100% khả năng cho phép | | | Chịu kéo 30-60% khả năng cho phép | | | Chịu kéo < 30% khả năng cho phép | | |
|----------------------------|---------------------------------------|-----|-----|--------------------------------------|-----|-----|-------------------------------------|-----|-----|
| | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| 400/2 630/4 500/4 630/3 | 500 | 400 | 320 | 400 | 320 | 250 | 320 | 320 | 250 |
| 630/5 800/4 1000/3 | 630 | 500 | 400 | 500 | 400 | 320 | 400 | 400 | 320 |
| 800/5 1250/4 1000/4 | 800 | 630 | 500 | 630 | 500 | 400 | 500 | 500 | 400 |
| 1000/5 1600/4 1600/5 | 1000 | 800 | 630 | 800 | 630 | 500 | 630 | 630 | 500 |

8.2. Kết cấu puly

Trong hầu hết các trường hợp, dùng puly hình trụ.

Puly côn hai đầu (Crown pulleys) chỉ được dùng trong 1 số trường hợp đặc biệt để chỉnh hướng băng tải, băng tải dạng gầu (Bucket elevator), hoặc căng băng tải nếu chiều dài căng băng lớn. Puly côn không được dùng cho dây băng tải sợi thép hoặc có kết cấu dẫn động kép. Kết cấu puly côn cho trên hình 8. Độ côn có thể lấy bằng 1: 10 hoặc lấy kích thước $d = D - 0,008D$.



Hình 8. Kết cấu puly

8.2. Khoảng cách giữa các con lăn

Các con lăn đỡ nhánh chùng của dây băng tải thường được đặt cách nhau 3 mét. Các con lăn đỡ nhánh căng thường đặt cách đều nhau, hoặc bố trí không đều theo các hướng dẫn dưới đây.

Bảng 24 . Khoảng cách trung bình giữa các con lăn đỡ nhánh căng (m)

| Độ rộng băng tải (mm) | Khối lượng riêng tính toán vật phẩm (kg/m ³) | | | | | |
|-----------------------|--|-----|------|------|------|------|
| | 480 | 800 | 1200 | 1600 | 2000 | 2400 |
| 300-400 | 1,7 | 1,7 | 1,5 | - | - | - |
| 450-500 | 1,7 | 1,7 | 1,5 | 1,5 | - | - |
| 600 | 1,7 | 1,7 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,0 |
| 650 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,0 |
| 750 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,0 |
| 800 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,2 | 1,0 |
| 900 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,2 | 1,0 |
| 1000 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 |
| 1050 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,9 |
| 1200 | 1,5 | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,8 |
| 1350 | 1,4 | 1,2 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,8 |
| 1400 | 1,2 | 1,2 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,8 |
| 1500 | 1,2 | 1,2 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,8 |
| 1600 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,6 |
| 1700 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,6 |
| 1800 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,6 |
| 2000 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,6 |

Bố trí con lăn đỡ không đều

Trong các hệ thống băng tải có tải trọng lớn, khoảng cách vận chuyển xa, có thể bố trí khoảng cách không đều giữa các con lăn ở các vùng khác nhau. Vì lực kéo trong dây băng thay đổi dọc theo chiều dài, do vậy, khoảng cách giữa các con lăn chịu tải sẽ nhỏ nhất ở vùng dây có lực kéo bé và tăng dần khi lực kéo tăng.

Có thể tính toán khoảng cách giữa các con lăn như sau:

$$L = \frac{0,02 * 8 * 10^3 * T}{M_l} \text{ (m)} \quad (30)$$

Trong đó, T là lực kéo dây đai tại vùng tính toán (kg); M_l là khối lượng của dây và tải đang được vận chuyển (kg/m). Giá trị tải đang vận chuyển có thể tính theo công thức:

$$Q_{live} = \frac{1000 * Q_t}{60 * V} \text{ (kg/m)} \quad (31)$$

Tuy vậy, cần hết sức lưu ý và tính toán cẩn thận, xem xét mọi tình huống lực kéo có thể có trước khi quyết định bố trí các con lăn không đều nhau.

Bảng 25. Khoảng cách tối đa và tối thiểu của các con lăn máng

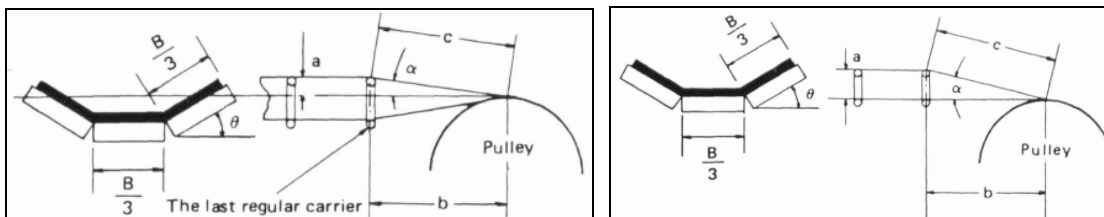
| Chiều rộng đai, mm | Khoảng cách tối đa, mm | Khoảng cách tối thiểu, mm |
|--------------------|------------------------|---------------------------|
| 450 | 3400 | 700 |
| 600 | 3000 | 600 |
| 750 | 3000 | 600 |
| 900 | 3000 | 500 |
| 1050 | 2800 | 450 |
| 1200 | 2800 | 450 |
| 1350 | 2800 | 450 |
| 1500 | 2400 | 450 |
| 1800 | 2400 | 400 |

Có thể sử dụng các hướng dẫn nhanh như sau để xác định khoảng cách giữa các con lăn:

- Con lăn đỡ nhánh chùng: lấy khoảng 3 mét;
- Con lăn nạp liệu động (Impact idlers): lấy bằng khoảng $\frac{1}{4}$ hoặc $\frac{1}{2}$ khoảng cách giữa các con lăn mang tải (con lăn trên nhánh căng);
- Con lăn đỡ trong vùng lượn của dây băng: tối đa $\frac{1}{2}$ khoảng cách của các con lăn đỡ thông thường trên nhánh tương ứng.

Khoảng cách chuyển tiếp giữa con lăn cuối cùng với pully

Với các băng tải có các con lăn tạo thành máng, cần có khoảng cách nhất định giữa các con lăn cuối cùng với pully đủ để dây băng tải chuyển thành dạng phẳng và được cuốn vào pully.



Hình 9. Khoảng cách chuyển tiếp b giữa con lăn cuối cùng với pully

Trên hình 9 bên trái, mặt puly nằm ngang với đường trung bình của máng dẫn vật phẩm. Còn ở hình bên phải, mặt puly nằm cùng độ cao với đáy máng. Khoảng cách tối thiểu giữa con lăn cuối cùng và puly có thể tham khảo nhanh trong bảng dưới đây.

Bảng 26. Tham khảo nhanh khoảng cách chuyển tiếp

| Tỷ lệ giữa lực kéo ở vùng chuyển tiếp với lực kéo lớn nhất | Khoảng cách chuyển tiếp |
|--|-------------------------|
| Trên 80% | b |
| 80 - 60% | 0,8b |
| Dưới 60% | 0,6b |

Bảng 27 . Khoảng cách chuyển tiếp cho băng tải sợi thép, tính bằng số lần chiều rộng băng tải.

| Vị trí mặt puly | | Ngang tâm máng | | | | Ngang đáy máng | | | |
|--------------------------|-------|----------------|------|------|------|----------------|------|-------|-------|
| Góc máng → | | 20° | 30° | 35° | 45° | 20° | 30° | 35° | 45° |
| Chiều rộng băng tải (mm) | 600 | 0,55 | 0,80 | 0,95 | 1,20 | 1,10 | 1,65 | 1,90 | 2,40 |
| | 650 | 0,60 | 0,90 | 1,05 | 1,30 | 1,20 | 1,75 | 2,05 | 2,60 |
| | 750 | 0,70 | 1,00 | 1,20 | 1,50 | 1,40 | 2,05 | 2,40 | 3,00 |
| | 800 | 0,75 | 1,10 | 1,25 | 1,60 | 1,50 | 2,15 | 2,55 | 3,20 |
| | 900 | 0,85 | 1,20 | 1,45 | 1,80 | 1,65 | 2,45 | 2,85 | 3,65 |
| | 1.000 | 0,95 | 1,35 | 1,60 | 2,00 | 1,85 | 2,70 | 3,15 | 4,05 |
| | 1.050 | 1,00 | 1,45 | 1,65 | 2,10 | 1,95 | 2,85 | 3,35 | 4,25 |
| | 1.200 | 1,10 | 1,65 | 1,90 | 2,40 | 2,20 | 3,25 | 3,80 | 4,85 |
| | 1.400 | 1,30 | 1,90 | 2,20 | 2,80 | 2,55 | 3,80 | 4,45 | 5,65 |
| | 1.600 | 1,45 | 2,15 | 2,55 | 3,20 | 2,95 | 4,30 | 5,05 | 6,45 |
| | 1.800 | 1,65 | 2,45 | 2,85 | 3,65 | 3,30 | 4,85 | 5,70 | 7,25 |
| | 2.000 | 1,85 | 2,70 | 3,15 | 4,05 | 3,65 | 5,40 | 6,35 | 8,05 |
| | 2.200 | 2,00 | 2,95 | 3,50 | 4,45 | 4,05 | 5,90 | 6,95 | 8,85 |
| | 2.400 | 2,20 | 3,25 | 3,80 | 4,85 | 4,40 | 6,45 | 7,60 | 9,65 |
| | 2.600 | 2,40 | 3,50 | 4,10 | 5,25 | 4,75 | 7,00 | 8,25 | 10,45 |
| | 2.800 | 2,55 | 3,80 | 4,45 | 5,65 | 5,15 | 7,55 | 8,85 | 11,25 |
| | 3.000 | 2,75 | 4,05 | 4,75 | 6,05 | 5,50 | 8,05 | 9,50 | 12,05 |
| | 3.150 | 2,90 | 4,30 | 5,00 | 6,40 | 5,80 | 8,60 | 10,00 | 12,70 |

Bảng 28. Khoảng cách chuyển tiếp cho băng tải dệt, tính bằng số lần chiều rộng băng tải.

| Vị trí mặt puly | | Ngang tâm máng | | | | Ngang đáy máng | | | |
|---------------------|-----|----------------|------|------|------|----------------|------|------|------|
| Góc máng → | | 20° | 30° | 35° | 45° | 20° | 30° | 35° | 45° |
| Chiều rộng băng tải | 600 | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,55 | 0,80 | 0,95 | 1,20 |
| | 650 | 0,30 | 0,45 | 0,55 | 0,65 | 0,60 | 0,90 | 1,05 | 1,30 |
| | 750 | 0,35 | 0,50 | 0,60 | 0,75 | 0,70 | 1,00 | 1,20 | 1,50 |
| | 800 | 0,40 | 0,55 | 0,65 | 0,80 | 0,75 | 1,10 | 1,25 | 1,60 |

| Vị trí mặt puli | | Ngang tâm máng | | | | Ngang đáy máng | | | |
|-----------------|-------|----------------|------|------|------|----------------|------|------|------|
| Góc máng → | | 20° | 30° | 35° | 45° | 20° | 30° | 35° | 45° |
| (mm) | 900 | 0,40 | 0,60 | 0,70 | 0,90 | 0,85 | 1,20 | 1,45 | 1,80 |
| | 1.000 | 0,45 | 0,70 | 0,80 | 1,00 | 0,95 | 1,35 | 1,60 | 2,00 |
| | 1.050 | 0,50 | 0,70 | 0,85 | 1,05 | 0,95 | 1,40 | 1,65 | 2,10 |
| | 1.200 | 0,55 | 0,80 | 0,95 | 1,20 | 1,10 | 1,60 | 1,90 | 2,40 |
| | 1.400 | 0,65 | 0,95 | 1,10 | 1,40 | 1,30 | 1,90 | 2,20 | 2,80 |
| | 1.600 | 0,75 | 1,10 | 1,25 | 1,60 | 1,45 | 2,15 | 2,55 | 3,20 |
| | 1.800 | 0,85 | 1,20 | 1,45 | 1,80 | 1,65 | 2,45 | 2,85 | 3,60 |
| | 2.000 | 0,95 | 1,35 | 1,60 | 2,00 | 1,85 | 2,70 | 3,15 | 4,00 |
| | 2.200 | 1,00 | 1,50 | 1,75 | 2,20 | 2,00 | 2,95 | 3,50 | 4,40 |
| | 2.400 | 1,10 | 1,60 | 1,90 | 2,40 | 2,20 | 3,25 | 3,80 | 4,80 |
| | 2.600 | 1,20 | 1,75 | 2,05 | 2,60 | 2,40 | 3,50 | 4,10 | 5,20 |
| | 2.800 | 1,30 | 1,90 | 2,20 | 2,80 | 2,55 | 3,75 | 4,45 | 5,60 |
| | 3.000 | 1,40 | 2,05 | 2,40 | 3,00 | 2,75 | 4,05 | 4,75 | 6,00 |

Tài liệu tham khảo

- [1]. Bridgestone, Conveyor Belt Design Manual;
- [2]. Funner Dunlop, Conveyor Handbook
- [3]. Funner Dunlop, Selecting the Proper Conveyor Belt;
- [4]. CSMA, Belt Conveyors for Bulk Materials.