

### 1.3.5 Trasportatore a nastro

Per calcolare la potenza necessaria per azionare un nastro trasportatore orizzontale, si deve dapprima valutare la resistenza che si oppone all'avanzamento del nastro.

La resistenza primaria  $F_A$  nasce nelle coppie rotoidali fra i rulli di sostegno e il telaio, ed è dovuta all'attrito di strisciamento in tali coppie.

Siano assegnate la portata  $Q$  di materiale in t/ora, la velocità  $v$  del nastro in m/s, la distanza  $l$  da coprire in m; siano noti altresì la massa  $m_N$  del nastro in kg/m, la massa totale  $m_R$  dei rulli e il coefficiente d'attrito equivalente  $f$  nelle coppie rotoidali.

La massa totale il cui peso si scarica sui rulli si ottiene moltiplicando la lunghezza  $l$  della distanza di trasporto per la massa totale  $m_{T1}$  per unità di lunghezza, somma a sua volta della massa per unità di lunghezza dei rulli,  $m_R/l$ , del doppio della massa per unità di lunghezza  $m_N$  del nastro e della massa per unità di lunghezza del carico,  $m_{U1}$ .

Quest'ultima si ottiene osservando che la portata in kg/s vale  $Q/3600$  e che il materiale rimane sul nastro per il tempo  $t_N = (l/v)$  s: la massa di materiale trasportato presente sul nastro durante il funzionamento è pertanto  $m_U = t_N Q/3600 = (l/v) Q/3600$  e la massa per unità di lunghezza è  $m_{U1} = Q/(3600 v)$ .

Si ottiene pertanto:

$$m_{T1} = \frac{m_R}{l} + 2 m_N + \frac{Q}{3600 v}. \quad (1.22)$$

Il peso totale che si scarica sulle coppie rotoidali dei rulli di sostegno è pertanto:

$$F_T = m_{T1} g l \quad (1.23)$$

e la resistenza primaria al moto risulta:

$$F_A = f F_T. \quad (1.24)$$

A questa vanno aggiunte resistenze secondarie, dovute essenzialmente:

- all'attrito fra il nastro trasportatore e il materiale trasportato nella zona di alimentazione;
- all'attrito fra il materiale trasportato e le guide laterali;
- all'attrito fra il nastro e il puliscinastro;
- alla resistenza al piegamento del nastro.

Il valore del coefficiente di sovraccarico  $C$  si può dedurre dalla Tabella 1.

Tabella 1 - Coefficiente di sovraccarico  $C$  in funzione della distanza  $l$  da coprire.

$l$ (m)	< 20	20	40	60	80	100	150	200	300	400	500
$C$	3	2.5	2.28	2.10	1.92	1.78	1.58	1.45	1.31	1.25	1.20

La resistenza totale all'avanzamento risulta allora:

$$F_a = C F_A \quad (1.25)$$

e la potenza minima del motore è:

$$P_m = \frac{F_a v}{\eta} \quad (1.26)$$

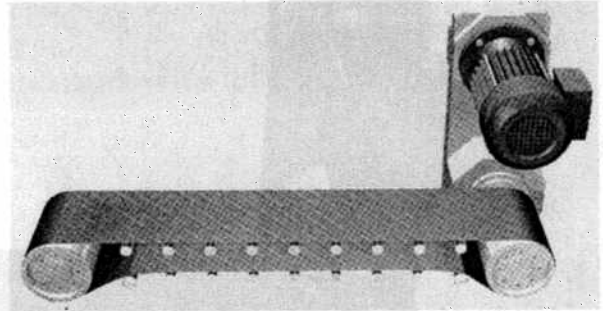
**Esempio numerico.** Calcolare la potenza del motore per l'azionamento di un nastro trasportatore orizzontale con le seguenti specifiche: portata  $Q = 650$  t/ora di sabbia; velocità  $v = 0.6$  m/s; distanza da coprire  $l = 30$  m. Il nastro è largo 500 mm ed ha una massa  $m_N = 20$  kg/m; i rulli che sostengono il nastro hanno massa complessiva  $m_R = 500$  kg. Per il coefficiente d'attrito equivalente, o fittizio, si assuma il valore  $f = 0.02$ .

La massa totale per unità di lunghezza vale:

$$m_{T1} = \frac{m_R}{l} + 2 m_N + \frac{Q}{3600 v}$$

$$= \left( \frac{500}{30} + 2 \times 20 + \frac{650000}{3600 \times 0.6} \right) \text{ kg/m}$$

$$= 357.6 \text{ kg/m}$$



Il peso totale che si scarica sulle coppie rotoidali dei rulli di sostegno è pertanto:

$$F_T = m_{T1} g l = 357.6 \times 9.81 \times 30 \text{ N} = 105242 \text{ N}$$

Assumendo per il coefficiente d'attrito il valore  $f = 0.02$ , la resistenza primaria al moto risulta:

$$F_A = f F_T = 0.02 \times 105242 \text{ N} = 2105 \text{ N}$$

Per quanto riguarda il fattore C, tenuto conto della Tabella 1.1, assumeremo:

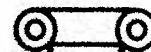
$$C = \frac{2.50 + 2.28}{2} = 2.39$$

La resistenza totale all'avanzamento vale allora:

$$F_a = C F_A = 2.39 \times 2105 \text{ N} = 5031 \text{ N}$$

e la potenza minima del motore è:

$$P_m = \frac{F_a v}{\eta} = \frac{5031 \times 0.6}{0.9} \text{ W} = 3.35 \text{ kW}$$



### 13 Calculation Example: Belt Conveyor

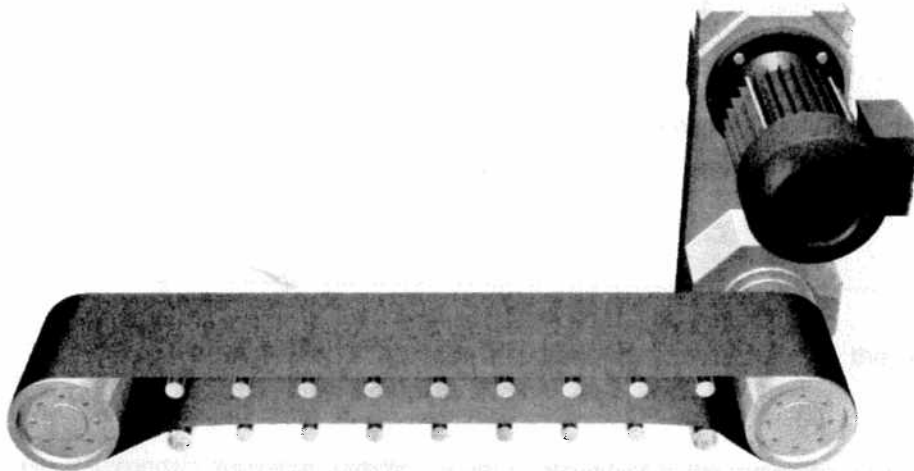


Figure 41: Belt conveyor

05234AXX

#### Calculation to DIN 22101 "Roller belt conveyor"

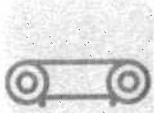
**Resistance forces** In order to determine the kinetic resistance and the resulting powers, the forces occurring at the belt conveyor are divided into:

- Primary resistances  $F_H$
- Secondary resistances  $F_N$
- Slope resistances  $F_{St}$
- Special resistances  $F_S$

The primary resistance  $F_H$  of the upper and lower belt is determined for both. Assumption: linear relation between resistance and moved load.

$$F_H = L \cdot f \cdot g \cdot \left( \frac{m_R}{L} + (2 \cdot m_G' + m_L') \cdot \cos \alpha \right)$$

- $L$  = length of the conveyor in m
- $f$  = fictive friction factor (see appendix with tables); assumption:  $f = 0.02$
- $g$  =  $9.81 \text{ m/s}^2$
- $m_R$  = total weight of the rollers in kg
- $m_L'$  = maximum load moved in kg/m
- $m_G'$  = belt weight in kg/m
- $\beta$  = mean slope of conveying distance



### Secondary resistances

- Inertia and frictional resistance between conveyed material and belt at a feeding location
- Frictional resistance between conveyed material and side chutes
- Frictional resistance due to belt cleaner
- Belt bending resistances

The total of the secondary resistances  $F_N$  is taken into account by the correction value  $C$ :

$$C = 1 + \frac{F_N}{F_H}$$

If the share of the secondary resistances of the total resistance is small, the correction value  $C$  can be taken from the following table:

Table 7: Secondary resistance correction values  $C$  dependent on the conveying distance  $L$

L [m]	< 20	20	40	60	80	100	150	200	300
C	3	2.5	2.28	2.1	1.92	1.78	1.58	1.45	1.31
L [m]	400	500	600	700	800	900	1000	2000	> 2000
C	1.25	1.2	1.17	1.14	1.12	1.1	1.09	1.06	1.05

The slope resistance of the conveyed load results from the formula:

$$F_{St} = L \cdot g \cdot m_L' \cdot \sin \alpha$$

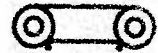
- $L$  = length of the conveyor [m]
- $g$  = 9.81 m/s<sup>2</sup>
- $m_L'$  = maximum load moved [kg/m]
- $\beta$  = average slope of conveying distance

### Special resistances

Special resistances are all additional resistances not mentioned so far.

### Input data

A belt conveyor transports 650 t of sand (dry) per hour. The maximum speed is 0.6 m/s. The speed can be adjusted mechanically by factor 3 down to 0.2 m/s. The conveying distance is 30 m. The 500 mm wide belt weighs 20 kg/m. The total weight of the rollers is approx. 500 kg. The belt drum diameter is  $D = 315$  mm.



### 13.1 Motor calculation

#### Primary resistances

The primary resistance  $F_H$  of the upper and lower belt is determined for both.

#### Assumption

Linear relation between resistance and moved load.

Acceleration torque

$$F_H = L \cdot f \cdot g \cdot \left( \frac{m_R}{L} + (2 \cdot m_G + m_L) \cdot \cos \alpha \right)$$

$$F_H = 30 \text{ m} \cdot 0.02 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \left( \frac{500 \text{ kg}}{30 \text{ m}} + \left( 2 \cdot 20 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) \cdot \cos 0^\circ \right) = 2100 \text{ N}$$

Secondary resistances

$$C = 1 + \frac{F_N}{F_H}$$

$$F_N = (C - 1) \cdot F_H = (2.4 - 1) \cdot 2100 \text{ N} = 2940 \text{ N}$$

#### Slope and special resistances

Do not occur.

#### Static power

$$P_S = \frac{(F_H + F_N + F_{St} + F_S) \cdot v}{\eta}$$

The static power without gear and variable speed gear efficiency is:

$$P_S = \frac{(2100 \text{ N} + 2940 \text{ N} + 0 + 0) \cdot 0.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0.9} = 3360 \text{ W}$$

#### Selected motor:

DV 112M 4 BMG

$P_N = 4.0 \text{ kW}$

$n_N = 1,420 \text{ min}^{-1}$

$M_H/M_N = 2.1$

$J_M = 110.2 \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2$