

ASUPRA POSIBILITĂȚILOR DE REDUCERE A PUTERII DE ACȚIONARE A TRANSPORTOARELOR CU BANDĂ

*Prof. Cozma Vasile, Universitatea
Constantin Brâncuși Târgu Jiu*
*Ing. Ciutură Nicușor, S.C. Lafarge Ciment
(Romania) S.A., filiala Târgu Jiu*

Rezumat: în lucrare autorii au conceput o aplicație sub programul de calcul tabelar Microsoft Excel al rezistențelor de mișcare ce apar în timpul funcționării transportorului, fiind astfel posibil studiul variației puterii necesare de acționare, ținând seama de fluctuația unor parametri funcționali importanți (coeficient de temperatură C_T , coeficient de lungime C , coeficient f ce ține seama de sen-sul transportului – ascendent/descendent, de mărimea frecării interne a materialului transportat).

1. Generalități privind transportoarele

Transportoarele sunt instalații mecanice, pneumatice, hidraulice destinate transportului de materiale pe un traseu fix de lungime dată, de la un punct de alimentare la unul de descărcare cu viteză variabilă sau constantă în funcție de necesitățile procesului tehnologic și de strategia energetică a producătorului. În funcție de domeniul de utilizare transportoarele mecanice pot fi:

- cu **racleți** utilizate în transportul subteran de cărbune bulgări, în transportul de clincher fierbinte de la răcitoare în fabricația cimentului, pentru înclinări de la 35° la 45°;
- cu **bandă** de diferite lățimi în transportul de cărbune, steril din carierele de lignit, de piatră concasată, ciment, var, etc., pentru înclinări până la 20°;
- cu **cupe (elevatoare)** utilizate în transportul de cereale, în transportul de ciment din mori la separatoarele cimentului fin de cel grosier, în transportul de ciment la punctul de expediție, pentru înclinări de la 87° la 90°.

ABOUT THE POSSIBILITY OF REDUCING THE DRIVING POWER OF BELT CONVEYORS

*Professor Cozma Vasile, Constantin
Brancusi Targu Jiu University*
*Eng Ciutură Nicușor, S.C. Lafarge Ciment
(Romania) S.A., Targu Jiu subsidiary*

Abstract: In the paper the authors have designed an application in Microsoft Excel spreadsheet program of the movement resistances that occur during operation of the conveyor, making possible the study of necessary power variation for driving, taking into account the fluctuation of key operating parameters (temperature factor C_T , length coefficient C , f resistance coefficient that takes into account transport orientation – ascending / descending, the size of the internal friction of the material transported).

1. General on conveyors

Conveyors are mechanical, pneumatic, hydraulic equipment for the transport of materials on a given length fixed route from a loading to a discharge point with variable or constant speed depending on the needs of the technological process and the energy strategy of the manufacturer. Depending on the use, the mechanical conveyors are:

- **scraper** - used in underground coal lumps transport, hot clinker from the cooler transport in cement manufacture, for inclinations from 35° to 45°;
- **belt conveyors** with different widths in the transport of coal, tailings in the pit-coal, crushed stone, cement, lime, etc., for inclinations up to 20°;
- **bucket (elevators)** - used in the transportation of grain, in the transport of cement from cement mills to separators of fine from coarse cement, in transportation of cement to the point of shipment, for inclinations from 87° to 90°.

2. Work content

This paper, refers to a mechanical conveyor

2. Conținutul lucrării

În prezenta lucrare se face referire la un transportor mecanic destinat transportului de materiale în vrac [clinker, produs intermediar în fabricația cimentului la S.C. Lafarge Ciment (Romania) S.A. filiala Târgu Jiu]. În fig.1 se prezintă schema cinematică a transportorului cu bandă cu un singur tambur de acționare, iar datele principale necesare calculului rezistențelor ce trebuiesc învinse de motorul de acționare se prezintă în tabelul 1.

for the transport of bulk materials [clinker, an intermediate product in cement manufacture at S.C. Lafarge Ciment (Romania) S.A. Targu Jiu branch]. Figure 1 is a kinetic schematic drawing of the conveyor belt with single-drum drive, and the key data necessary to calculate the resistance that must be overcome by the driving motor are presented in Table 1.

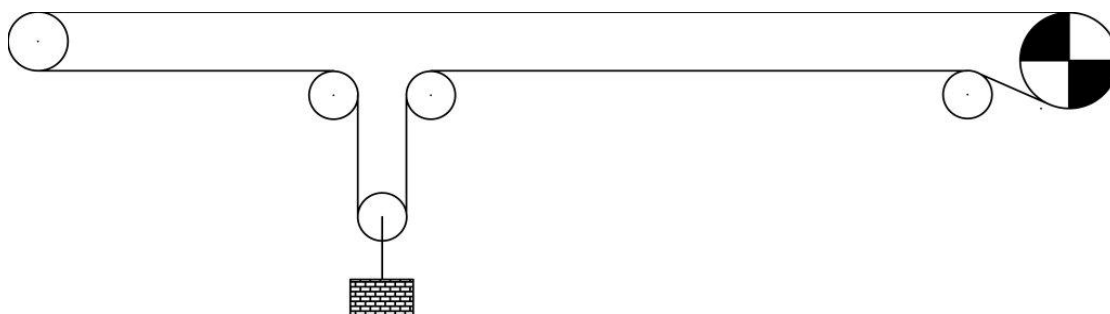


Figura 1. Schema cinematică a transportorului cu bandă pentru transport clincher luat în studiu

Figure 1. Kinetic diagram of the studied belt conveyor for clinker transport

Tabel 1 Date principale

| | Simbol | Domeniu | Valoare | Unitate de măsură |
|--|-----------|----------------|---------------|-------------------|
| Materialul transportat | | | Clinker | |
| Densitatea de volum a materialului în vrac | ρ | 1,2-1,5 | 1,25 | t/m ³ |
| Unghiul de taluz natural | β | 10-15 | 15 | ° |
| Debitul masic de material | Qm | 1087 | 250 | t/h |
| Debitul volumetric de material | Qv | 869 | 200 | m ³ /h |
| Dimensiunea maximă a bucății de material | k | <300 | 100 | mm |
| Lungimea transportorului | L | | 138 | m |
| Înălțimea transportorului | H | | 30 | m |
| Unghiul dintre punctul de descarcare și cel de încărcare | δ | | 12,56 | ° |
| Lățimea benzii | B | >333 | 1000 | mm |
| Viteza benzii | v | 0,1-2,5 | 2,36 | m/s |
| Modul de albiere | | | 3-parți egale | |
| Unghiul de albiere | λ | 20-30-35-40-45 | 30 | ° |
| Lățime de albiere | b | | 850 | mm |

| | | | | |
|--|----|-------|---|---|
| Distanta între role pe partea superioară | lo | < 1,9 | 1 | m |
| Distanta între role pe partea inferioară | lu | 2-3 | 3 | m |

Table 1 Main Data

| | Symbol | Domain | Value | Measuring Unit |
|-----------------------------|-----------|----------------|---------------|-------------------|
| Material handled | | | Clinker | |
| Bulk density | ρ | 1,2-1,5 | 1,25 | t/m ³ |
| Angle of repose | β | 10-15 | 15 | ° |
| Mass Flow of material | Qm | 1087 | 250 | t/h |
| Volumetric flow of material | Qv | 869 | 200 | m ³ /h |
| Max. Lump size | k | <300 | 100 | mm |
| Conveying length | L | | 138 | m |
| Conveying height | H | | 30 | m |
| Conveying gradient | δ | | 12,56 | ° |
| Belt width | B | >333 | 1000 | mm |
| Belt speed | v | 0,1-2,5 | 2,36 | m/s |
| Troughing design | | | 3-parti egale | |
| Troughing angle | λ | 20-30-35-40-45 | 30 | ° |
| Troughing width | b | | 850 | mm |
| Idler spacing on upper side | lo | < 1,9 | 1 | m |
| Idler spacing on lower side | lu | 2-3 | 3 | m |

Pe baza acestor date principale (dintre care se rețin: lungimea benzii transportoare; masele, diametrele și lungimile tamburilor de acționare, de întoarcere, de tensionare, de deviere; rolelor superioare și inferioare etc.) și a metodologiei de calcul a acestor transportoare elaborată de firma CONTITECH, autorii au conceput o aplicație sub programul de calcul tabelar Microsoft Excel a rezistențelor de mișcare ce apar în timpul funcționării transportorului (tabelul 2).

Based on these key figures (of which are retained: the length of the conveyor belt, weights, diameters and lengths of the driving, return, tension and deviation drums, upper and lower rollers, etc.) and the methodology of calculation of these conveyors developed by CONTITECH company, the authors have designed an application in Microsoft Excel spreadsheet program of the movement resistance that occur during operation of the conveyor (Table 2).

Table 2 Date de calcul și calculate

| | | | | |
|-----------------------------------|-------------|-------------|----------|----------------|
| Factor de umplere | φ_1 | | 0,93 | - |
| Grad de uniformitate | φ_2 | | 1 | - |
| Secțiunea transversală de umplere | A | 0,110033782 | 0,025312 | m ² |
| Masa încărcăturii | m_L' | 127,91 | 29,43 | kg/m |
| Lungimea rolei superioare de bază | l_1 | 380 | 369,00 | mm |

| | | | | |
|--|----------------|-----------------------|----------|------|
| Lungimea rozelor superioare laterale | l_2 | 380 | 369,00 | mm |
| Diametrul rozelor superioare | $d_{role.sup}$ | 108-133-159 | 108,00 | mm |
| Diametrul tamburului de acționare | $d_{T.act}$ | | 1050,00 | mm |
| Diametrul tamburului de întoarcere | $d_{T.int}$ | | 750,00 | mm |
| Diametrul tamburului de deviere la acționare | $d_{T.dev}$ | | 400,00 | mm |
| Diametrul tamburului 1 de deviere la întindere | $d_{T.dev1}$ | | 500,00 | mm |
| Diametrul tamburului 2 de deviere la întindere | $d_{T.dev2}$ | | 500,00 | mm |
| Diametrul tamburului de întindere (tensionare cu contragreutate) | $d_{T.ten}$ | | 750,00 | mm |
| Masa setului de albiere pe partea superioară | $m_{R.sup}'$ | 13,6 | 13,62 | kg |
| Masa setului de albiere pe partea inferioară | $m_{R.inf}'$ | 11,7 | 11,70 | kg |
| Masa setului de albiere (superior+inferior) pe unitatea de lungime | m_R' | | 17,52 | kg/m |
| Masa tambur acționare | $m_{T.act}$ | | 845 | kg |
| Masa tambur întoarcere | $m_{T.int}$ | | 550 | kg |
| Masa tambur deviere la acționare | $m_{T.dev}$ | | 350 | kg |
| Masa tambur 1 deviere la întindere | $m_{T.dev1}$ | | 390 | kg |
| Masa tambur 2 deviere la întindere | $m_{T.dev2}$ | | 390 | kg |
| Masa tambur întindere (tensionare) | $m_{T.ten}$ | | 550 | kg |
| Masa greutate de tensionare | $m_{G.ten}$ | | 1000 | kg |
| Lungime covor bandă | L_B | | 300 | m |
| Masa covor bandă | m_G' | | 15,6 | kg/m |
| Coeficient de rezistență | f | 0,0165 | 0,0165 | - |
| Sistem ascendent/orizontal/ușor descendent | | Frecare internă medie | | |
| Factor de temperatură | c_T | -30° | 1,27 | - |
| Coeficient de lungime | C | 1,7 | 1,7 | - |
| Rezistența de mișcare | F | | 13396,37 | N |
| Rezistența primară | F_H | | 2791,319 | N |
| Rezistența secundară | F_N | | 1953,923 | N |
| Gradient de rezistență | F_{St} | | 8651,13 | N |
| Rezistența specială | F_S | | | N |
| Viteza căderii materialului din buncăr | v_o | | 2 | m/s |
| Rezistența de accelerare în punctul de alimentare | F_{Na} | | 25 | N |
| Înălțimea stratului de material existent în buncăr | h_{sch} | | 0,5 | m |

| | | | | |
|---|------------|--|----------|---|
| Forța rezistentă de frecare în buncărul de alimentare | F_{Nsch} | | 3481 | N |
| Rezistența de frecare a curățitorului de bandă | F_{Nr} | | 1500 | N |
| Rezistența secundară (precisă) | $F_{N,pr}$ | | 5006 | N |
| Rezistența de mișcare (precisă) | F_{pr} | | 16448,45 | N |

Date privind puterea motorului de acționare obținute prin aplicatia de calcul

| | | | | |
|--|----------|------|----------|----|
| Randamentul transmisiei mecanice (reductor) | η | 0,96 | 0,96 | kW |
| Puterea necesară de acționare rezultată în urma calculelor efectuate | P_{TR} | | 38,81834 | kW |
| | P_M | | 40,43577 | kW |
| Puterea instalată | P_{MN} | 45 | | kW |
| Factorul de pornire | K_A | | | - |

Table 2 Calculation and calculated data

| | | | | |
|---|----------------|-------------|----------|----------------|
| Degree of fill | φ_1 | | 0,93 | - |
| Degree of uniformity | φ_2 | | 1 | - |
| Filling cross section | A | 0,110033782 | 0,025312 | m ² |
| Load mass | m_L' | 127,91 | 29,43 | kg/m |
| Base Upper Idler length l1 | l_1 | 380 | 369,00 | mm |
| Side Upper Idler length l2 | l_2 | 380 | 369,00 | mm |
| Upper Idler diameter | $d_{role.sup}$ | 108-133-159 | 108,00 | mm |
| Driving drum diameter | $d_{T.act}$ | | 1050,00 | mm |
| Return drum diameter | $d_{T.int}$ | | 750,00 | mm |
| Deviation drum diameter at drive | $d_{T.dev}$ | | 400,00 | mm |
| Deviation drum 1 diameter at tensioning | $d_{T.dev1}$ | | 500,00 | mm |
| Deviation drum 2 diameter at tensioning | $d_{T.dev2}$ | | 500,00 | mm |
| Tensioning drum diameter (tensioning with weight) | $d_{T.ten}$ | | 750,00 | mm |
| Upper Idler set weight | $m_{R.sup}'$ | 13,6 | 13,62 | kg |
| Lower Idler set weight | $m_{R.inf}'$ | 11,7 | 11,70 | kg |
| Idler set weight per meter (upper + lower) | m_R' | | 17,52 | kg/m |
| Driving drum weight | $m_{T.act}$ | | 845 | kg |
| Return drum weight | $m_{T.int}$ | | 550 | kg |
| Deviation drum weight at drive | $m_{T.dev}$ | | 350 | kg |

| | | | | |
|--|--------------|--------------------------|----------|------|
| Deviation drum 1 weight at tensioning | $m_{T.dev1}$ | | 390 | kg |
| Deviation drum 2 weight at tensioning | $m_{T.dev2}$ | | 390 | kg |
| Tensioning drum weight | $m_{T.ten}$ | | 550 | kg |
| Mass of tensioning weight | $m_{G.ten}$ | | 1000 | kg |
| Belt length | L_B | | 300 | m |
| Belt weight | $m_{G'}$ | | 15,6 | kg/m |
| Resistance coefficient | f | 0,0165 | 0,0165 | - |
| Ascending /horizontal/slightly descending system | | Medium internal friction | | |
| Temperature factor | c_T | -30° | 1,27 | - |
| Length coefficient | C | 1,7 | 1,7 | - |
| Motional resistance | F | | 13396,37 | N |
| Primary resistance | F_H | | 2791,319 | N |
| Secondary resistance | F_N | | 1953,923 | N |
| Gradient resistance | F_{St} | | 8651,13 | N |
| Special resistance | F_S | | | N |
| Speed of material falling from hopper | v_o | | 2 | m/s |
| Accelerating resistance in the feeding point | F_{Na} | | 25 | N |
| Height of the existing material in the hopper | h_{sch} | | 0,5 | m |
| Friction resistant force in the hopper | F_{Nsch} | | 3481 | N |
| Friction resistance of the belt cleaner | F_{Nr} | | 1500 | N |
| Secondary resistance (accurate) | $F_{N,pr}$ | | 5006 | N |
| Motional resistance (accurate) | F_{pr} | | 16448,45 | N |
| Drive motor power data obtained by the spreadsheet application | | | | |
| Mechanical Efficiency (reducer) | η | 0,96 | 0,96 | kW |
| Required actuating power from calculation | P_{TR} | | 38,81834 | kW |
| | P_M | | 40,43577 | kW |
| Installed power | P_{MN} | 45 | | kW |
| Startup factor | K_A | | | - |

Pe baza datelor calculate în tabelul 2 se poate studia variația puterii necesare de acționare, Based on data calculated in Table 2 we can study the variation of the needed actuating

ținând seama de fluctuația unor para-metri funcționali importanți (coeficient de temperatură C_T , coeficient de lungime C , coeficient f ce ține seama de sensul transportului – ascendent, descendent, de mărimea frecării interne a materialului transportat), fig.2, fig.3.

power, taking into account the fluctuation of some key operating parameters (temperature coefficient C_T , ratio of length C , f coefficient that takes into account the way of transport - ascending, descending, the size of internal friction of the transported material), fig.2, fig.3.

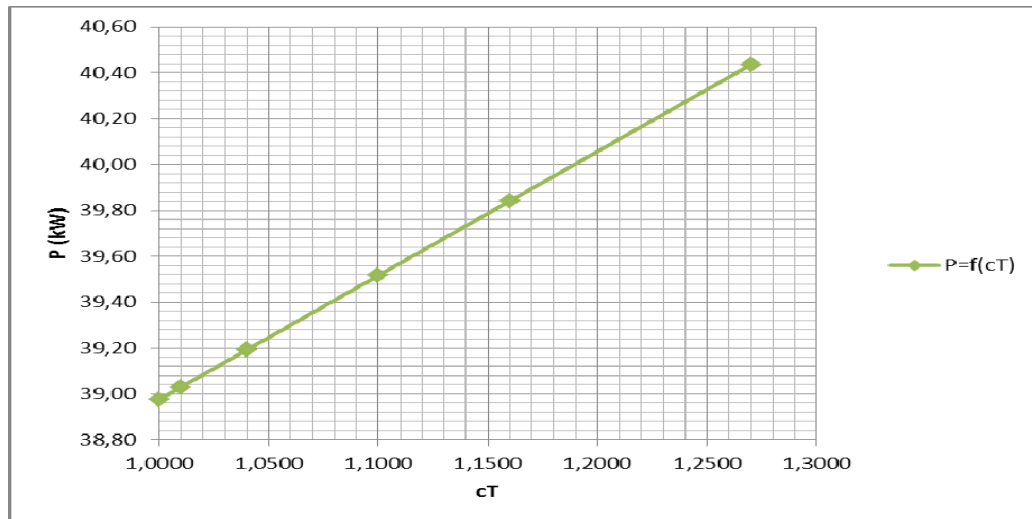


Fig.2 Dependența puterii de acționare de coeficientul de temperatură c_T
Fig.2 Dependence of the driving power on the temperature coefficient c_T

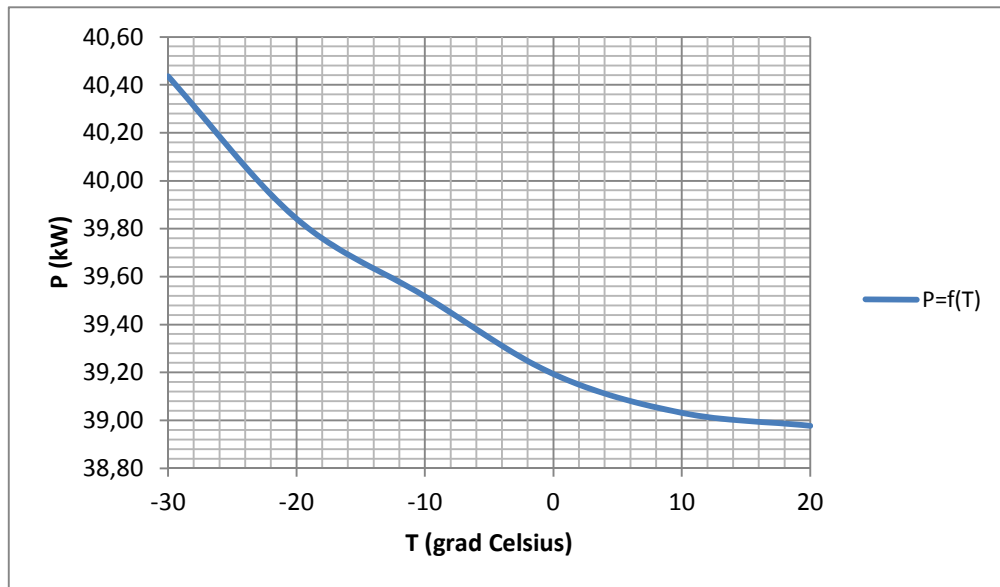


Fig.3 Dependența puterii de acționare de temperatura mediului în care lucrează transportorul
Fig.3 Actuating power dependence on environmental temperature at which the conveyor is working

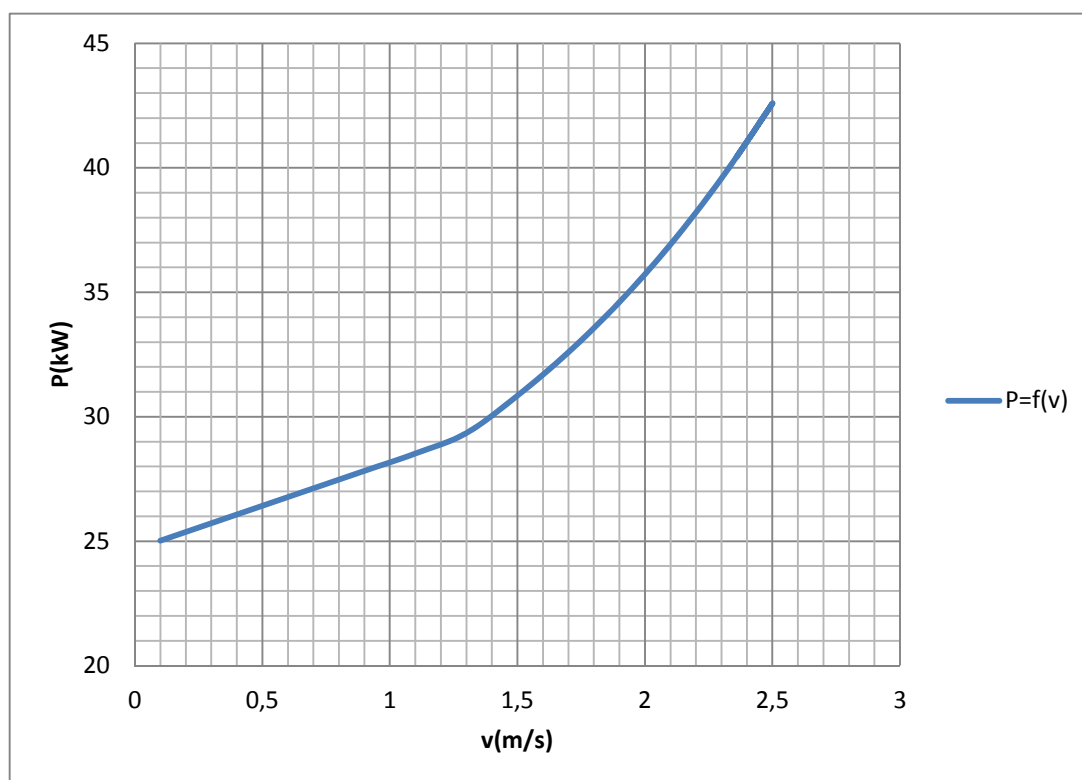


Fig.4 Dependenta puterii de acționare de viteza benzii
Fig.4 Actuating power dependence on belt speed

3. Concluzii

În urma calculelor efectuate potrivit aplicației sub programul de calcul tabelar Microsoft Excel și examinării dependențelor obținute grafic se pot spune următoarele:

- puterea electrică a motorului de acționare rezultată din calcul este mai mică decât a motorului utilizat ceea ce înseamnă o supradimensionare a motorului de acționare, respectiv un consum suplimentar de energie electrică. Aceasta se explică prin faptul că în catalogul de motoare următoarea treaptă de putere superioară este 75kW față de 58kW rezultat din calcul. În acest sens în scopul reducerii prețului de cost al cimentului este necesară modernizarea vechii acționări electrice (motor + reductor mecanic de turație) cu una modernă constituită din motorul electric, reductor mecanic, convertor cu semiconductoare pentru alimentare și comandă în

3. Conclusions

Following calculations according to the application under Microsoft Excel spreadsheet program and examination of chart obtained dependencies we can say the following:

- motor drive electric power resulting from the calculation is lower than the one of the engine used which means an oversizing of the driving engine, consequently an additional consumption of electricity. This is explained by the fact that the next power step in the engine catalog is 75kW regarding 58kW resulting from the calculation. In this respect in order to reduce the cost of cement is necessary to modernize the old drive (motor + mechanical speed reducer) with a modern one which consists of an electric motor, mechanical reducer, semiconductor power and control converter, in order to obtain the speed adjustment regarding the belt

scopul obținerii reglajului de turație în funcție de viteza benzii (nu mai mare de 2,5 m/s deoarece apare pericolul rostogolirii înapoi a materialului).

- puterea de acționare crește liniar cu creșterea coeficientului de temperatură c_T ;
- puterea de acționare scade cu creșterea temperaturii mediului în care lucrează transportorul. Aceasta se explică prin faptul că la temperaturi scăzute are loc creșterea rezistențelor de mișcare pe care motorul trebuie să le învingă datorită unor fenomene legate de:
 - creșterea vâscozității lubrefiantului din casetele rulmenților roletelor, tamburilor de acționare, de întoarcere, de deviere și de tensionare a covorului de bandă;
 - creșterea vâscozității lubrefiantului din reductorul plasat între motorul de acționare și transportor;
 - creșterea rigidității covorului de bandă;
 - înghețarea materialului de transportat
- se face precizarea că cele semnalate la scăderea temperaturii spațiului în care lucrează transportorul nu au loc la creșterea temperaturii mediului de lucru, motiv pentru care puterea necesară de acționare scade.
- crearea unui spațiu de lucru cu temperatura corespunzătoare regimului de lucru optim pentru transportor (15-20°C) (prin închiderea zonelor de acces și de mentenanță și crearea temperaturii menționate).
- limitarea vitezei de transport la valoarea impusă de literatura de specialitate (2,5m/s)

Bibliografie:

1. Conveyor Belt System Design Edited by: Dr.-Ing. Rainer Alles Published by Continental Aktiengesellschaft Hannover, West Germany 4. Revised Edition 1990

speed (no more than 2.5 m / s because there is a danger of rolling back of material on the belt).

- driving power increases linearly with the increasing of temperature coefficient c_T ;
- drive power decreases with the increasing temperature of the working environment of the conveyor. This is explained by the fact that at low temperatures the movement resistance that the engine must overcome is increased due to phenomena related to:
 - increasing viscosity of the lubricant from the boxes of the roller bearings, driving, returning, deflection and tension drums of the belt;
 - increasing viscosity of the lubricant from the reducer placed between the motor and the conveyor
 - increasing stiffness of the belt;
 - freezing of the transported material
- we make the specification that what is reported at the temperature decreasing of the environment in which the conveyor works does not occur at temperature increasing of the working environment, so that the required drive power decreases.
- creating of a workspace with the appropriate temperature for optimum working regime of the conveyor (15-20°C) (the closure of access and maintenance zones and the creation of mentioned temperature).
- transport speed limiting at the value imposed by the technical literature (2,5m/s)

Bibliography:

1. Conveyor Belt System Design Edited by: Dr.-Ing. Rainer Alles Published by Continental Aktiengesellschaft Hannover, West Germany 4. Revised Edition 1990