

DETERMINAREA DEBITULUI OPTIM DE MATERIAL TRANSPORTAT PE BENZI DE MARE CAPACITATE PRIN METODE NEINTRUSIVE

Mihut Nicoleta - Maria, *University C-tin Brancusi, Tg-Jiu , ROMANIA*

REZUMAT: Prezenta lucrare intitulată, nu are doar un scop în sine de strictă specialitate, ci abordează o problemă importantă și actuală a mineritului de suprafață din România, aflat deja pe o piață energetică mondială și fiind supus unei competiții acute determinată de multiple cauze: concurența cu alte surse alternative de energie electrică, concurența mineritului mondial, concurența între unități cu diverse condiții geominiere unde se folosesc metode de exploatare diferite sau chiar identice.

Cuvinte cheie: bandă transportoare de marte capacitate, senzori ultrasonici, cantitatea de material excavat .

1. INTRODUCERE

Excavarea sterilului (decopertarea) și extragerea utilului (lignit) în carierele miniere de suprafață din Bazinul Minier al Olteniei se realizează cu linii tehnologice de excavare – transport - haldare de mare productivitate. Necesitatea corelării capacității de lucru a componentelor principale ale liniilor tehnologice (excavator cu rotor, transportoare de mare capacitate, mașini de haldat) se impune din rațiuni economice privind consumurile de energie electrică. Soluția propusă în lucrare permite rezolvarea problemei cunoașterii volumului de cărbune excavat în unitatea de timp, esențială pentru urmărirea producției pe fiecare utilaj, estimării costurilor pe unitatea de produs și urmării rentabilității fiecărei benzi pe diverse tronsoane orare. Afișarea permanentă a volumului de material excavat ca mărime instantanee în cabina excavatoristului poate permite urmărirea încărcării pe bandă, eliminarea

DETERMINING THE OPTIMUM MATERIAL FLOW UNDER CONTINUOUS TAPE CARRIAGE

Mihut Nicoleta - Maria, *University C-tin Brancusi, Tg-Jiu , ROMANIA*

ABSTRACT: The present essay does not only embrace a purpose in itself – namely that of speciality, but it also approaches an important and actual issue, that of surface mining in Romania, which is also exhibited on a global energetic market and subject to an acute competition determined by multiple. The solution proposed within this paper, namely the performance of an equipment for the instantaneous measurement of material discharge conveyed on high capacity bands by using ultrasonic sensors allows solving the problem of the already known excavated coal volume within the time unit.

KEY WORDS: conveyor belt, analog distance sensors, quantity of excavating material

1. INTRODUCTION

Excavation of tailings (scraping) and extracting useful (coal) in the mining basin of Oltenia is done with digging – transport – dumping high productivity system. The paper include proposals regarding the optimization of constructive parameters of band conveyer continuous installations and details of a measurement and control system for the discharged material, conveyed on high capacity bands by using ultrasonic sensors.

The solution implying the use of equipment provided with ultrasonic sensors allows solving the problem of the already known excavated coal volume within the time unit, which is essential for the production pursuance for all machinery, for the costs assessment on the product unit and the tracing of each band's profitability on different scheduled sections.

timpilor neproductivi și gestionarea informațiilor pentru determinarea rentabilității.

2. IMPLEMENTAREA SISTEMULUI NOU CONCEPUT DE MĂSURARE A DEBITULUI ÎN PROCESUL TEHNOLOGIC

Cunoscând aria secțiunii curentului de material transportat A , viteza de transport v , greutatea specifică a materialului afânat, sau masa materialului pe metru liniar de bandă q_m , pentru o instalație de transport continuu cu bandă, debitul este determinat de ecuația generală a transportului continuu,

$$Q = k_1 A v \gamma = k_2 v q_m \quad (1)$$

Secțiunea curentului de material este determinată de lățimea încărcată a benzii b , forma de albiere și unghiul de taluz (dinamic) în mișcare ρ_d (fig. 1). Pentru susținerea cu trei role aria secțiunii curentului de material poate fi maximizată prin:

- stabilirea parametrilor constructivi pentru structura de traseu considerată (secțiunea A_1);
- corelarea parametrilor funcționali în principal a unghiului de taluz, care este dependent de viteza de deplasare, corespunzător secțiunii A_2 .

Aria determinată de banda încărcată pe susținerea cu trei role, este maximă dacă aria trapezului A_1 va fi maximă. Exprimând secțiunea A_1 în funcție de unghiul de înclinare al rolelor laterale α și lățimea de bandă înclinată pe rolele laterale x , se obține:

$$A_1 = (a + x \cos \alpha) x \sin \alpha = (b - 2x + x \cos \alpha) x \sin \alpha \quad (2)$$

2. TECHNICAL REQUIREMENTS

Knowing the current sectional area of material transported A , transport speed v , the specific gravity of loose material (or mass per meter of belt material) q_m , for a continuous transport belt installation, material flow is determined by the general equation of the continuous transport

$$Q = k_1 A v \gamma = k_2 v q_m \quad (1)$$

The section of the transported material is determined by width of the loaded tape b , the riverbed form and dynamic slope angle ρ_d , (fig. 1).

Area determined by loaded tape on the support of three rolls is maximum if the area will be highest trapeze,

$$A_1 = (a + x \cos \alpha) x \sin \alpha = (b - 2x + x \cos \alpha) x \sin \alpha \quad (2)$$

where, α is the side rollers angle and x is the bandwidth inclined on the side rollers.

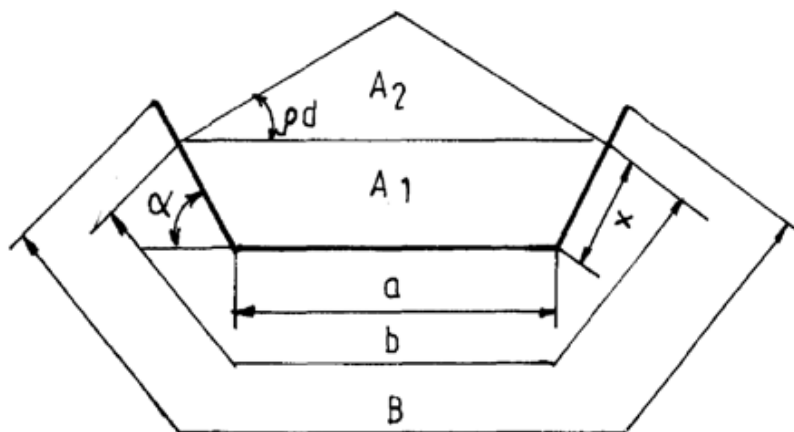


Figura 1. Secțiune transversală prin curentul de material
Figure 1. Cross section through the current material

Condiția necesară de extrem pentru secțiune va fi exprimată prin ecuațiile rezultate din anularea derivatelor parțiale de ordinul unu ale secțiunii considerate în raport cu α și x :

$$\begin{aligned} \frac{\partial A}{\partial \alpha} &= x^2 (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) + (b - 2x) \cos \alpha = 0 \\ \frac{\partial A}{\partial x} &= (-2 + \cos \alpha) x \sin \alpha + (b - 2x + x \cos \alpha) \sin \alpha = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Rezolvând sistemul de ecuații (3) se obțin valorile optime, $\alpha^* = \pi/3, x^* = 6/3$.

Se calculează apoi derivatele de ordinul doi ale secțiunii considerate,

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 A}{\partial x^2} &= -2x^2 \sin 2\alpha - x(b - 2x) \sin \alpha \\ \frac{\partial^2 A}{\partial \alpha \partial x} &= 2x \cos 2\alpha + (b - 4x) \cos \alpha \\ \frac{\partial^2 A}{\partial \alpha^2} &= 2(-2 + \cos \alpha) \sin \alpha \end{aligned} \quad (4)$$

Secțiunea curentului de material este determinată de caracteristicile geometrice ale susținerii de traseu. Considerând susținerea cu trei role, aria totală a curentului de material are următoarea expresie:

Extremely necessary condition (for section) will be expressed by the equations resulting from the cancellation first order partial derivatives of the section considered in relation to the variables α and x :

Solving the system of equations (3) we obtain the optimal values, $\alpha^* = \frac{\pi}{3}, x^* = \frac{6}{3}$.

Calculating the second order derivatives of the considered section,

This extremely is a maximum, which will correspond to the maximum theoretical section. Current section of material is determined by geometric characteristics of the support of route. Considering three-roller support, the total area of the current material has the following expression:

$$A = \frac{tg \rho}{4} [a + (b-a) \cos \alpha]^2 + \frac{2a + (b-a) \cos \alpha}{2} \frac{b-a}{2} \sin \alpha \quad (5)$$

Considerând coeficientul de albiere $k = a/b$, poate fi determinat din condiția de secțiune maximă: $dA/dk = 0$. Din condiția de maximizare a ariei secțiunii transversale se obține:

$$k = \frac{(\sin \alpha + \cos \alpha \operatorname{tg} \rho)(1 - \cos \alpha)}{(2 - \cos \alpha) \sin \alpha + \operatorname{tg} \rho (1 - \cos \alpha)^2} \quad (6)$$

În cazul instalațiilor de transport continuu cu bandă se pune problema obținerii unui debit maxim, prin reglarea vitezei, funcție de un unghi de taluz corespunzător. Se va determina volumul curentului de material pentru a se putea asigura corespunzător variației de lungime Δl aria maximă impusă.

The whites coefficient, can be determined from the condition of maximum section, $\frac{dA}{dk} = 0$. The condition for maximizing the cross-sectional area is obtained:

For technological reasons, the deposition width of the material b_1 is determined by builders parameters of the band and by nature of the material. The section along the stream of material which is formed on the tape, having a form difficult to explain, the volume of the loading area will be calculated by equivalence.

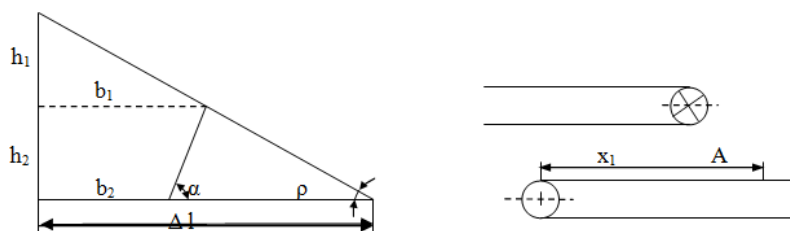


Figure 2. Secțiune de cădere a materialului
Figure 2. Section of the material falling

Se consideră că din tronsonul de încărcare pleacă debitul maxim, important este să se determine distanța pe care trebuie să se facă încălcarea. Interesează doar secțiunea transversală prin curentul de material care respectă condiția de unghi maxim. La căderea materialului perpendicular pe planul benzii se obține unghiul de taluz natural, iar la căderea curentului de material sub un anumit unghi (deci în mișcare), se obține unghiul de taluz în mișcare $\rho_d = 0,4 \div 0,6 \rho_0$. Din considerente tehnologice, lățimea de depunere a materialului b_1 este determinată de parametrii constructivi ai benzii și de natura materialului

Figure 2 shows the section of hair material and the volume occupied by the material is given by. If α and ρ are the known values, $\alpha = 30^\circ$, $\rho = 0,4 \div 0,6 \rho_0$, with the natural slope angle $\rho_0 = 50^\circ$, the volume can be plotted against a and b, so,

transportat. Volumul ocupat de material se determina cu ajutorul expresiei (8), iar variația volumului în funcție de parametrii constructivi și funcționali ai benzii arată ca în figura 3:

$$V = \frac{\pi}{6} \left(\frac{b_1^2}{2} + \frac{b_1 - b_2}{2} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \rho} \right)^3 \operatorname{tg} \rho \quad (7)$$

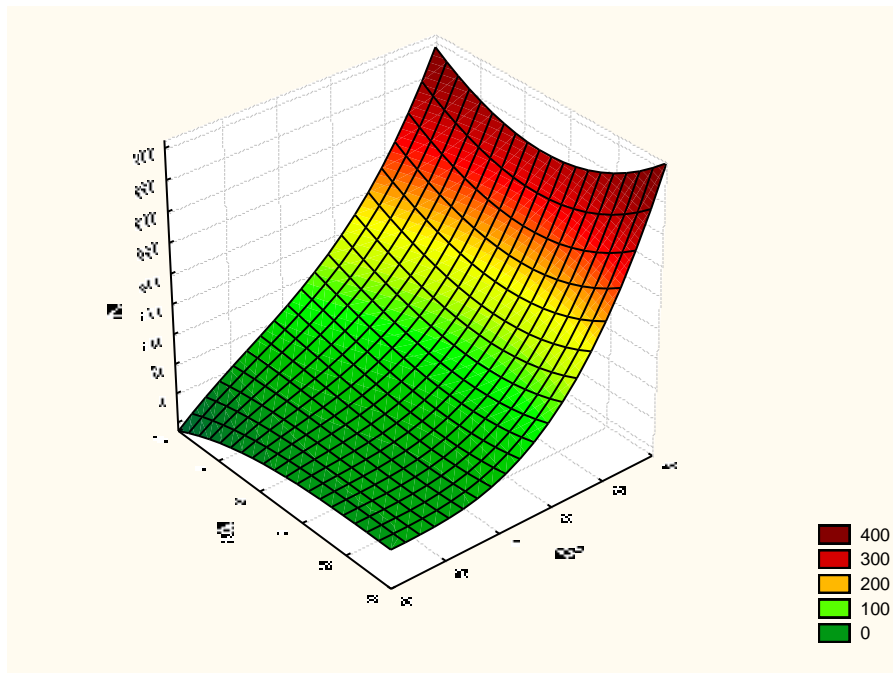


Figura 3. Variația volumului de material în funcție de parametrii constructivi și funcționali ai benzii

Figure 3 The variation of the material volume depending on design and functional values of the band

În concluzie optimizarea parametrilor constructivi ai instalațiilor de transport continuu cu bandă presupune utilizarea unei baze de date elaborată on-line, necesară pentru controlul regimului dinamic de funcționare al acestora în sensul îmbunătățirii parametrilor tehnologici de transport ai benzii transportoare. Un astfel de echipament, important pentru sistemul informatic de dispecerizare în carierele miniere de suprafață, se poate realiza cu ajutorul a trei senzori ultrasonici care măsoară distanțele cărbune-senzor în trei puncte. Algoritmii de obținere a ariei secțiunii transversale se bazează pe o metodă numerică de interpolare în serie Lagrange. S-a făcut presupunerea că, datorită vibrațiilor destul de puternice existente pe bandă, cărbunele sau sterilul are tendința să ia forme de tipul unei

Analyzing the transport process and considering the flow, we impose the condition of maximum cross section to obtain maximum carry. The algorithm for determining the optimal flow will involve the band parameters, depending on which will determine the optimal speed to ensure maximum flow transport.

Therefore, the optimization of constructive parameters of the band conveyor continuous installations supposes the use of an on-line processed database, necessary for controlling their operating dynamic regime in the sense of improving the technological parameters for the conveyor band.

Such an equipment, important for dispatching system in surface mining careers, can be achieved using three

ecuații polinomiale de gradul n .

Aplicând metoda de interpolare Lagrange, procedura returnează în metri pătrați aria secțiunii transversale a benzii ocupate cu cărbune. În situația în care unul din cei trei senzori returnează o distanță mare, apropiată cu o precizie de 2% de distanța fund bandă - tija senzori, se consideră că pe bandă în acel punct este praf de cărbune/steril.

S-a definit astfel procedura Lagrange:

ultrasonic sensors that measure coal-sensor distances in three points.

The method principle shall be studied which is based on the determination of instantaneous material section by means of 3 ultrasonic sensors, the measurement of band speed by means of the Hall effect transducer measuring drum recycling time. These data are taken and processed by local equipment. After processing by means of a software programs package in C++ Programming Language, the data obtained could be transferred to central equipment displaying the material discharge, the band status and the working time. The system also allows the control of programs package achievement.

Applying the Lagrange interpolation method, the procedure returns the cross-sectional area in square meters occupied by the coal belt. Where one of the three sensors return a long distance, close to within 2% of distance bottom band - rod sensors, is considered the band at that point is slacking / sterile. In one case, all three sensors may have very close responses than 2% of distance mentioned above, where the cross-sectional area at that time very powerful time tends to zero, no longer requires a laborious calculation. The latter is just a particular case, but quite common in practice after the measurements and it is imperative to introduce the general algorithm. It was defined as the Lagrange procedure:

$$Arie\ Ins\ tan\ tan\ ee = Lagrange\ (Configuratie\ Banda, d\ s_1, d\ s_2, d\ s_3) \quad (8)$$

unde ds_1, ds_2, ds_3 sunt chiar distanțele returnate de senzori.

Pentru a înțelege mai bine mecanismul variației în timp ale debitului de material transportat pe bandă, precum și al volumului de material excavat datele „brute”, afișate de echipamentele locale s-au interpretat obținându-se rezultatele din tabelul 1. Timpul T , s-a calculat în Microsoft Excel după formula: $T = h \times 3600 + m \times 60 + s$, unde

where, ds_1, ds_2, ds_3 distances are even returned the sensors. The package is returned to the computer application identified two variables: time to make a full rotation dt , and belt condition (sb), which may take two values ($go/stop$).

Applying the mathematical relation, $volume = base\ area * heit$, it can thus estimate the vehicle volume coal

h este ora corespunzătoare, m este numărul de minute iar s , numărul de secunde. Diferența de timp $\Delta T = T_2 - T_1$, reprezintă diferența dintre două momente succesive de timp, Q este cantitatea de material care circulă pe bandă în intervalului de timp de o oră, iar V este volumul de material corespunzător intervalului de timp ΔT .

conveyor belt. This volume is calculated amounted to a global variable defined by the program executed by the computer and constant conditions overcome a default configuration file.

In order to better grasp the time variation mechanism of the material capacity conveyed on the band, as well as the volume of excavated material, the 'initial' data, displayed by local equipments have been interpreting obtaining the results in table 1. The time T has been calculated in Microsoft Excel by means of the formula: $T = h \cdot 3600 + m \cdot 60 + s$, where h represents the corresponding hour, m represents the number of minutes and s , the number of seconds. The time difference $\Delta T = T_2 - T_1$, represents the difference between two consecutive time moments, Q symbolized the quantity of material circulating on the band during the one-hour period, and V symbolizes the volume of material corresponding to the time interval ΔT .

Tabelul 1. Variația în timp a debitului de material manipulat pe bandă
Table 1. Time variation mechanism of the material capacity conveyed on the band

Data	Ora	T (s)	ΔT (s)	V (m ³)	Q (m ³ /h)
20.09.2010	14:22:25	51687	32	262,967	509,1535
20.09.2010	14:22:57	51745	33	271,3927	922,7167
20.09.2010	14:23:30	51777	30	246,7251	898,2012
20.09.2010	14:24:00	51810	27	222,2733	985,7439
20.09.2010	14:24:27	51840	30	247,0731	1097,841
20.09.2010	14:24:57	51867	31	255,3229	987,7055
20.09.2010	14:25:28	51897	29	238,5969	956,9799
20.09.2010	14:25:57	51928	28	230,6965	1021,877
20.09.2010	14:26:25	51957	58	477,9813	1057,265
20.09.2010	14:27:23	51985	45	370,4693	512,3883
20.09.2010	14:28:08	52043	26	214,389	658,1575
20.09.2010	14:28:34	52088	30	247,236	1140,693
20.09.2010	14:29:04	52114	36	296,3548	990,3753

Cu ajutorul datele obținute în urma măsurătorilor, s-a realizat reprezentarea grafică din figura 4 ce corespunde variației debitului de material, Q în funcție de timpul T și de volumul de material excavat V . Ecuația

By means of the data obtained subsequent to measurements, the variation of the material capacity has been traced, Q depending on the time T and the volume of excavated material V .

The characteristic equation corresponding to

caracteristică corespunzătoare debitului de material ca funcție de volum și timp, $Q = f(t, V)$, este de forma:

$$Q = -7759,9958 + 0,1701 \cdot t - 0,7467 \cdot V \quad (9)$$

the material capacity as a function of volume and time, $Q = f(t, V)$ displays the form:

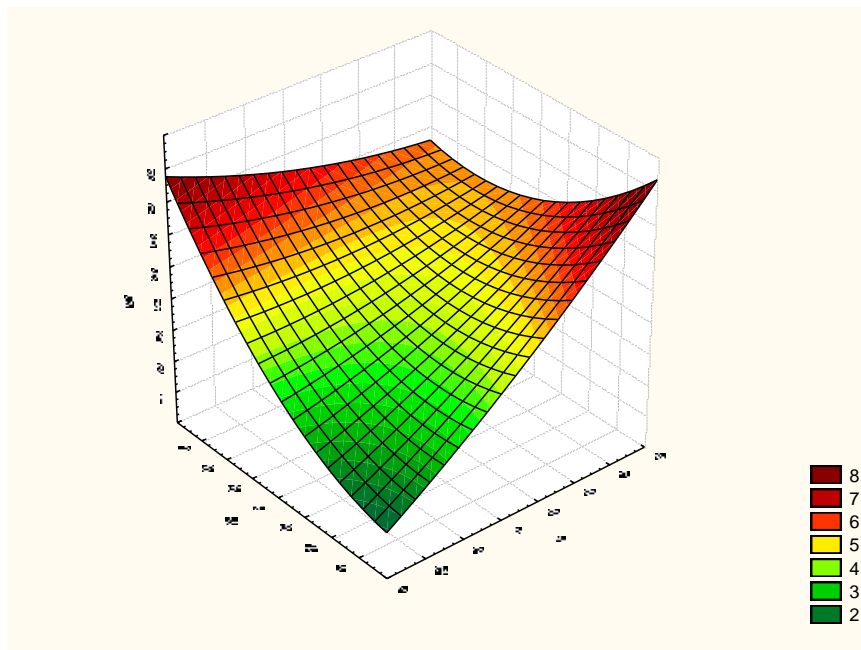


Figura 4. Variația debitului de material în funcție de timp și de volumul de material excavat
Figure 4 The variation of the material capacity depending on time and the volume of excavated material

Din figura 4 se observă că debitul de material variază între 400 - 1100 m³/h, debitul mediu fiind de 700 - 800 m³/h.

The figure 4 shows that the material capacity, Q varies between 400 – 1100 m³/h, the average capacity being of 700 – 800 m³/h.

3. CONCLUZII

Automatizarea instalațiilor de transport continuu trebuie să asigure: controlul automat al stării benzii, comanda centrării benzii, reglarea efortului în bandă, măsurarea cantității de material transportat, evitarea aglomerării de material, eliminarea corpurilor metalice, evitarea deversării de material, curățirea benzii, etc. Controlul stării benzii presupune controlul ruperii longitudinale, complete sau parțial transversale a benzii, controlul inserțiilor metalice, controlul patinării, etc. Soluția utilizării unui echipament cu senzori ultrasonici permite rezolvarea problemei

3. CONCLUSION

The automation of the band conveyor continuous installations should provide: the automatic control of the band status, the command for band centring, the adjustment of band tension, measurement of the quantity of material conveyed, avoidance of material aggregation, elimination of metallic pieces, avoidance of material discharge, band cleaning, etc. The control of the band status supposes the control of longitudinal abruption, complete or partial cross-cutted of the band, the control of metal inserts and slipping control, etc. The alignment

cunoașterii volumului de cărbune excavat în unitatea de timp, esențială pentru urmărirea producției pe fiecare utilaj, estimării costurilor pe unitatea de produs și urmării rentabilității fiecărei benzi pe diverse tronsoane orare. Afișarea permanentă a volumului excavat ca mărime instantanee în cabina excavatoristului poate permite urmărirea încărcării pe bandă, eliminarea timpilor neproductivi și gestionarea informațiilor pentru determinarea rentabilității.

breaking produces the material diffusion on an inferior line generating the early wearing, butting of the inferior gear train, which determines supplementary power consumptions.

The solution implying the use of equipment provided with ultrasonic sensors allows solving the problem of the already known excavated coal volume within the time unit, which is essential for the production pursuance for all machinery, for the costs assessment on the product unit and the tracing of each band's profitability on different scheduled sections. The excavated volume as an instantaneous proportion displayed constantly within the shovelman cabin could allow for the pursuance of band loading, the elimination of non-productive periods of time and the information processing in order to determine the profitability. The freight charges shall be widely reduced as the capacity increases, especially when the transport is done on a long length, due to loading at nominal rating of actuating motors which supposes a good power factor obtained naturally, achieving consumed power saving.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Manolea, Gh. Sisteme eficiente energetic pentru instalatii cu debite reglabile. Editura Universitaria, Craiova, 1999.
- [2] Mihut, N., Pasăre M. Proposals enhancing constructive parameters of transport by conveyor belt. Proceedings of annual session of scientific papers IMT Oradea, 2010.
- [3] Vintan, M. Metode de optimizare a functionarii instalatiilor electrice. Editura Universității Lucian Blaga, Sibiu, 2000.

REFERENCES

- [1]Manolea, Gh. Sisteme eficiente energetic pentru instalatii cu debite reglabile. Editura Universitaria, Craiova, 1999.
- [2]Mihut, N., Pasăre M. Proposals enhancing constructive parameters of transport by conveyor belt. Proceedings of annual session of scientific papers IMT Oradea, 2010.
- [3] Vintan, M. Metode de optimizare a functionarii instalatiilor electrice. Editura Universității Lucian Blaga, Sibiu, 2000.