

CHUYỂN ĐỘNG VẬT LIỆU TRÊN TANG DỠ LIỆU CỦA BĂNG TẢI

TS. TẠ NGỌC HẢI, TS. NGÔ QUỐC TRUNG
 Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

PGS.TS. VŨ NAM NGẠN - Trường Đại học Mỏ- Địa chất

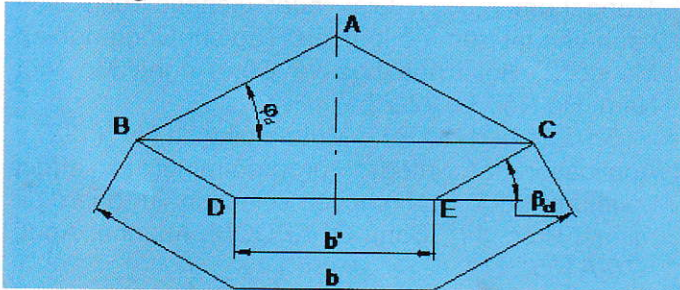
KS. TRẦN THẾ ANH - Công ty Kho vận Hòn Gai

Băng tải được sử dụng rộng rãi để vận chuyển vật liệu rời trong ngành mỏ và các ngành công nghiệp khác. Vật liệu, nằm trên dây băng cao su, chuyển động cùng dây băng. Khi băng cao su uốn qua tang đỡ tải, vật liệu chuyển động rời khỏi băng, thực hiện dỡ liệu vào các thiết bị, phương tiện khác. Để có cơ sở lựa chọn các thông số băng tải: vận tốc băng, đường kính tang đỡ tải cần xem xét chuyển động dòng vật liệu trên tang đỡ liệu.

1. Chuyển động vật liệu trên tang đỡ tải

1.1. Tiết diện dòng vật liệu trên băng tải

Theo các nghiên cứu về băng tải của các nước, tiết diện dòng vật liệu trên băng tải, loại băng lòng máng, ba con lăn, có dạng như trên hình H.1, diện tích được xác định bởi tổng diện tích tam giác và hình thang.



H.1. Tiết diện dòng vật liệu trên băng lòng máng 03 con lăn

Trong đó: β_{cl} - Góc nghiêng con lăn. Góc nghiêng

Bảng 1. Hệ số C để xác định diện tích thực tế tiết diện dòng băng tải trên băng [1],

Độ linh động của hạt liệu	Góc φ_d	Góc nghiêng đặt băng, độ				
		1÷5	6÷10	11÷15	16÷20	21÷24
Dễ	10	0,95	0,9	0,85	0,8	-
Trung bình	15	1	0,97	0,95	0,9	0,85
Ít	20	1	0,98	0,97	0,95	0,9

con lăn thông thường nằm trong khoảng 20° đến 35° . Hiện nay có xu hướng tăng góc nghiêng con lăn để tăng khả năng vận tải lên dốc; φ_d - Góc nghỉ ở trạng thái động của vật liệu vận chuyển. Thông thường $\varphi_d = (0,35 \div 0,7)\varphi$. φ - góc nghỉ tự nhiên của vật liệu vận chuyển; B - Bề rộng băng tải; l_{cl} - Chiều dài con lăn; B - Chiều rộng sử dụng băng cao su. Theo nhiều tài liệu: $b = (0,9B - 0,05)$, m; $b' \approx 0,33b$

Diện tích lý thuyết tiết diện dòng vật liệu F sẽ là $F_{bt} = F_{ABC} + F_{BDEC}$ và có thể xác định theo các công thức sau [1]:

$$F_{bt} = \left[\frac{1}{4} b^2 tg \varphi_d + \frac{1}{4} (b^2 - b'^2) tg \beta_{cl} \right] \quad (1)$$

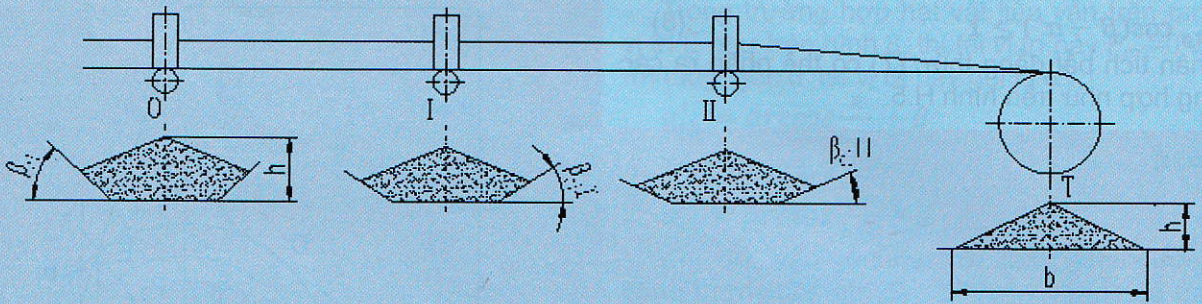
Các diện tích lý thuyết trên được điều chỉnh bởi các hệ số C [1], k [5], tùy theo góc nghiêng băng tải. Khi tính diện tích tiết diện thực tế F

$$F = (F_{bt} \cdot C), m^2. \quad (2)$$

Hệ số C xác định theo Bảng 1.

Khi dòng vật liệu chuyển động, tại các vị trí chuyển tiếp tới đầu băng đỡ tải, tiết diện ngang dòng vật liệu thay đổi do lắp đặt các giá đỡ con lăn chuyển tiếp hoặc do băng chuyển từ dạng lòng máng sang dạng phẳng để ôm đường kính tang (H.2).

Trên hình H.2 có thể thấy từ vị trí O (góc nghiêng con lăn theo thiết kế), tới vị trí đặt giá đỡ con lăn chuyển tiếp I, II, góc nghiêng con lăn phải giảm dần: $\alpha_{cl} > \alpha_{cII} > \alpha_{cIII}$. Tới tang băng cao su ở trạng thái phẳng (vị trí T). Tiết diện dòng tải tại tang sẽ có hình dạng như trên hình vẽ, có thể coi gần đúng như tam giác cân có cạnh đáy $b = 0,9B$.



H.2. Sơ đồ tiết diện dòng tải trên đoạn chuyển tiếp tới tang đỡ tải

Như vậy, tiết diện dòng vật liệu trên đầu băng sẽ là hình tam giác với chiều cao h. Do vận tốc băng không đổi, diện tích tiết diện dòng tải nằm trên băng cao su tại điểm O và T bằng nhau, cho nên:

$$F_0 = F_T = F = (b \cdot h / 2) \rightarrow h = 2F / b. \quad (3)$$

Trong đó: F, m² - Xác định theo công thức (1).

1.2. Chuyển động của hạt vật liệu.

Khi hạt vật liệu chuyển động với vận tốc ban đầu v₀, góc nghiêng so với mặt phẳng nằm ngang trong hệ tọa độ xOy (H.3), trên cơ sở các phương trình nêu trong các tài liệu [7,8], xây dựng được các quan hệ H.3.

❖ Khi x > S₂

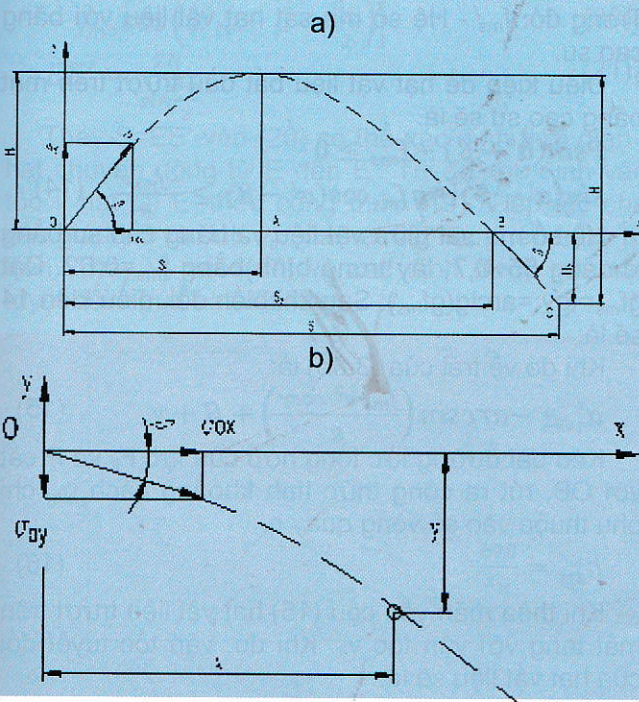
$$y = \left(v_0 + \frac{gx}{2v_0 \cos \beta} - v_0 \sin \beta \right) \left(\frac{x}{v_0 \cos \beta} - \frac{2v_0 \sin \beta}{g} \right) \quad (5)$$

Phương trình quỹ đạo chuyển động của hạt vật liệu trong trường hợp góc ≤ 0 như hình H.2.b:

$$y = - \left(xt g \beta + \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta} \right) \quad (6)$$

1.3. Quỹ đạo chuyển động của hạt vật liệu trên tang đỡ tải

Xem xét chuyển động của hạt vật liệu đơn lẻ nằm trên băng cao su khi băng chuyển động, ôm tang đỡ tải (H.3). Hạt vật liệu chuyển động với tốc độ v, góc lắp đặt của băng, đường kính tang D_{tg} = 2R.

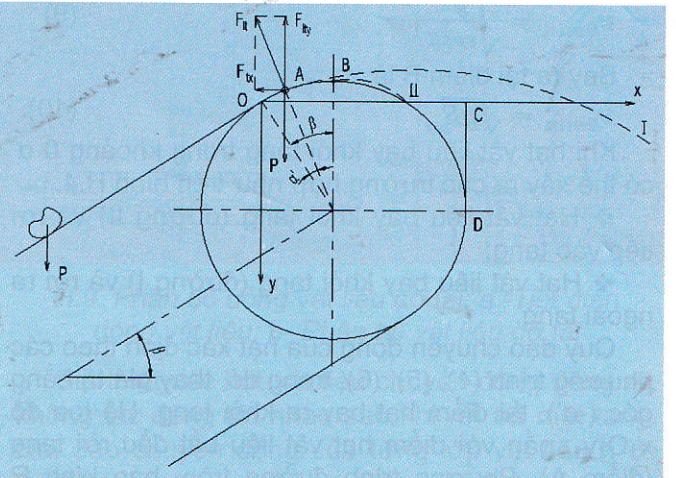


H.3. Quỹ đạo chuyển động của hạt vật liệu rời

Phương trình quỹ đạo chuyển động của hạt vật liệu trong trường hợp góc > 0 như hình 2a:

❖ Khi x ≤ S₂

$$y = xt g \beta + \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta} \quad (4)$$



H.4. Lực tác dụng lên hạt vật liệu nằm trên cung.

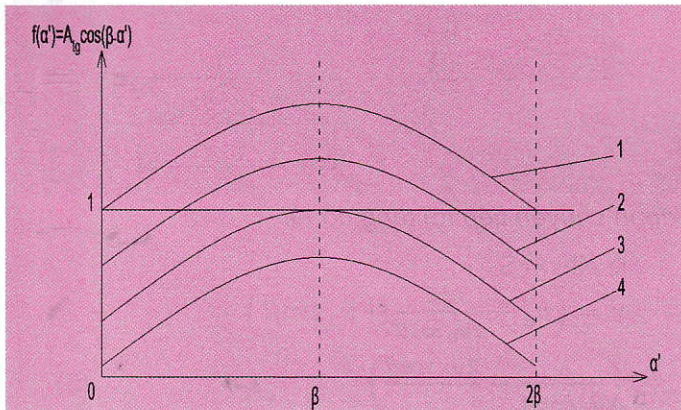
Trước khi tới điểm O, hạt vật liệu nằm trên băng cao su chỉ chịu lực duy nhất là trọng lượng P. Tới điểm O và tiếp theo, trong khoảng cung sẽ chịu thêm lực ly tâm F_{lt}. Trong khoảng cung OB, điều kiện để hạt vật liệu rời mặt tang cao su sẽ là F_{lt} cos(α') ≥ P, nghĩa là:

$$\frac{v^2}{gR} \cos(\beta - \alpha') \geq 1 \quad (7)$$

Trong đó: m - Khối lượng vật liệu, kg; R - Bán kính tang đỡ tải, m; G_{oi} - Chỉ số đặc trưng tang đỡ tải có

$$A_{tg} \cos(\beta - \alpha') \geq 1 \quad (8)$$

Phân tích bất đẳng thức (7) có thể phân ra các trường hợp như trên hình H.5.



H.5. Đồ thị quan hệ $A \cos(-\alpha')$: 1 - Hạt vật liệu bay ra khỏi băng cao su ngay tại điểm O ($\alpha'=0$) khi đồ thị như đường 1 và nằm cao hơn đường 1; 2 - Hạt vật liệu bay ra khỏi tang trong khoảng $0 < \alpha' < (\text{đường 2})$; 3 - Hạt vật liệu bay ra khỏi tang tại điểm $\alpha'=(\text{đường 3})$; 4 - Hạt vật liệu không rời tang trong khoảng $\alpha' 2$ (đường 4)

Từ công thức (7) có thể kết luận: trong khoảng $0 < \alpha' < \beta$ vận tốc cần thiết để hạt vật liệu bay khỏi tang tại điểm O là:

$$v_{0min} = \sqrt{\frac{gR}{\cos\beta}} \quad (9)$$

Bay ra tại điểm B là:

$$v_{0min} = \sqrt{gR} \quad (10)$$

Khi hạt vật liệu bay khỏi tang trong khoảng $0 < \alpha' < \beta$ có thể xảy ra các trường hợp như trên hình H.4:

❖ Hạt vật liệu bay khỏi tang (đường II) và rơi tiếp vào tang;

❖ Hạt vật liệu bay khỏi tang (đường I) và rơi ra ngoài tang.

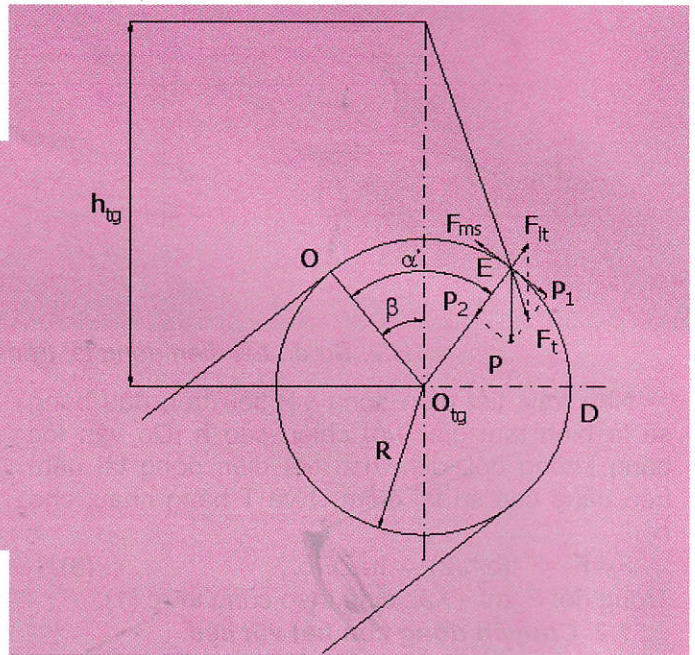
Quỹ đạo chuyển động của hạt xác định theo các phương trình (4), (5), (6), trong đó, thay giá trị bằng góc $(-\alpha')$, tại điểm hạt bay ra khỏi tang. Hệ tọa độ $x_1O_1y_1$, gắn với điểm hạt vật liệu bắt đầu rời tang (điểm A). Phương trình đường tròn, bán kính R trong hệ tọa độ xOy tính theo công thức:

$$[x - R(\beta - \alpha')]^2 + [y - R\cos(\beta - \alpha')]^2 = R^2 \quad (11)$$

Gọi phương trình quỹ đạo của vật liệu là $y_1(x)$, phương trình đường tròn tang $y_2(x)$. Hạt vật liệu sau khi bay ra khỏi tang lại rơi vào tang thì đồ thị $y_1(x)$ và $y_2(x)$ cắt nhau, nghĩa là phương trình sau có nghiệm:

$$y(x) = y_1(x) - y_2(x) = 0 \quad (12)$$

Khi đó, hạt vật liệu tiếp tục nằm trên mặt tang. Lực tác dụng lên hạt vật liệu trong khoảng cung BD như trên H.6.



H.6. Lực tác dụng là hạt vật liệu trong cung BD

Trên hạt vật liệu sẽ tác dụng các lực: P, F_{it} và lực ma sát F_{ms} .

$$F_{ms} = m \left[g \cos(\alpha' - \beta) - \frac{v^2}{R} \right] \cdot f_{ms} \quad (13)$$

Trong đó: f_{ms} - Hệ số ma sát hạt vật liệu với băng cao su.

Điều kiện để hạt vật liệu bắt đầu trượt trên mặt băng cao su sẽ là:

$$P \sin(\alpha' - \beta) - F_{ms} \geq 0$$

$$\sin(\alpha' - \beta) - g f_{ms} \cos(\alpha' - \beta) \geq \frac{f_{ms} v^2}{R} \quad (14)$$

Hệ số ma sát giữa vật liệu và băng cao su bằng khoảng $55 \div 0,7$, lấy trung bình bằng $f_{ms} = 0,62$. Đặt $g f_{ms} = \text{tg} \gamma$; $\gamma = \text{arctg}(g f_{ms})$. Sau khi biến đổi, điều kiện 14 sẽ là:

Khi đó vế trái của (3.8b) là:

$$\alpha' \geq -\text{arcsin} \left(\frac{f_{ms} v^2 \cdot \cos \gamma}{R} \right) + \beta + \gamma \quad (15)$$

Kéo dài đường lực tổng hợp của lực F_{it} và P cắt với OB, rút ra công thức tính khoảng cách h_{tg} chỉ phụ thuộc vào số vòng quay n.

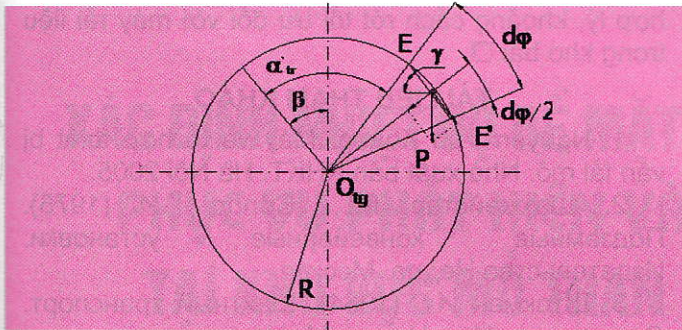
$$h_{tg} = \frac{895}{n^2} \quad (16)$$

Khi thỏa mãn yêu cầu (15) hạt vật liệu trượt trên mặt tang với vận tốc v_{tr} . Khi đó, vận tốc tuyệt đối của hạt vật liệu sẽ là:

$$v = v_{qt} + v_{tr} \rightarrow v = \frac{\pi R n}{30} + v_{tr} \quad (17)$$

Hạt vật liệu sẽ bay khỏi tang khi với v xác định theo công thức (17) thỏa mãn điều kiện (7).

Xem xét chuyển động trượt của hạt vật liệu trên mặt tang đứng yên. Để đơn giản trong tính toán xác định v_{tr} của hạt, với góc d đủ nhỏ có thể coi cung EE' như một đường thẳng (H.7).



H.7. Chuyển động trượt của hạt vật liệu trên mặt tang

Góc giữa dây cung EE' và OE' từ góc d:

$$\gamma = \alpha'_{tr} - \beta + \frac{d\varphi}{2} \quad (18)$$

Phương trình chuyển động của hạt vật liệu trên EE' sẽ là:

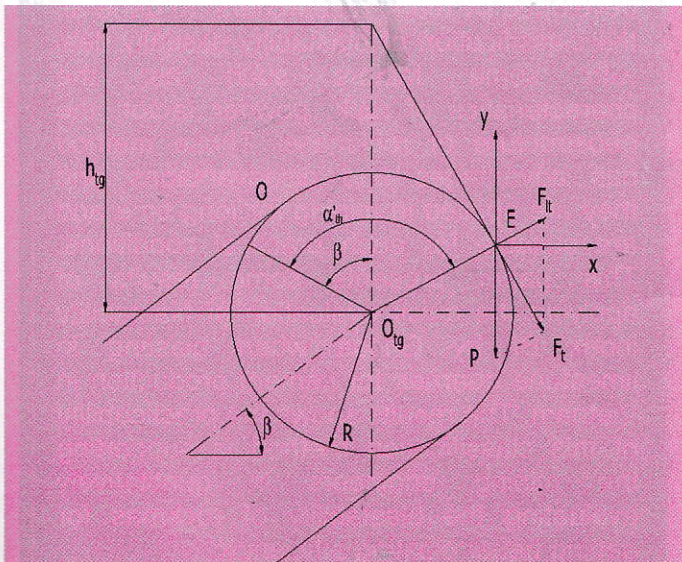
$$\frac{dv}{dt} = g(\sin\gamma - f_{ms}\cos\gamma)$$

$$v = v_E + gt \left[\sin\left(\alpha'_{tr} - \beta + \frac{d\varphi}{2}\right) - f_{ms}\cos\left(\alpha'_{tr} - \beta + \frac{d\varphi}{2}\right) \right] \quad (19)$$

$$S = v_E t + \frac{gt^2}{2} \left[\sin\left(\alpha'_{tr} - \beta + \frac{d\varphi}{2}\right) - f_{ms}\cos\left(\alpha'_{tr} - \beta + \frac{d\varphi}{2}\right) \right] \quad (20)$$

$$EE' = \frac{2R}{\sin\frac{d\varphi}{2}} \quad (21)$$

Thay S=EE' vào (20) có thể xác định thời gian t hạt chuyển động từ E đến E'. Từ đó xác định vận tốc v hạt tại E' theo công thức (19). Tiếp tục cho các giá trị d và tính v_{tr} của hạt vật liệu theo trình tự trên. Thay v_{tr} vào (17) và xác định được vận tốc tuyệt đối v của hạt vật liệu.



H.8. Sơ đồ xác định α'_{th}

Trong trường hợp hạt vật liệu vẫn trên tang tới vị trí E như trên hình 8, thì tại vị trí này $F_{ms}=0$ và hạt rời tang, góc α' tại vị trí này gọi là α'_{th} .

$$\alpha'_{th} = \arccos\frac{R}{h_{tg}} + \beta \quad (22)$$

Từ (16) và (22) có:

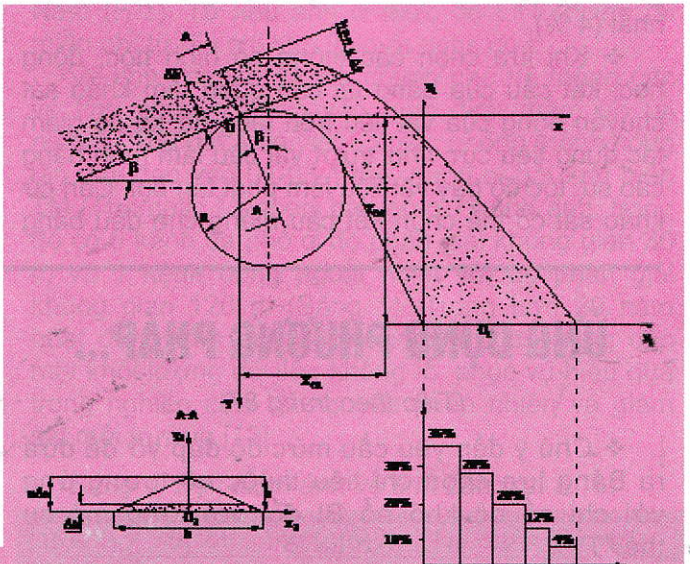
$$\alpha'_{th} = \arccos\frac{n^2 R}{g v_0^2} + \beta \quad (23)$$

Khi đó, vận tốc hạt rời tang xác định theo công thức (17), quỹ đạo chuyển động của hạt vật liệu xác định theo công thức (6), thay α'_{th} , vận tốc v_0 bằng v.

$$y = x \tan(\alpha'_{th} - \beta) + \frac{g x^2}{2 v^2 \cos^2(\alpha'_{th} - \beta)} \quad (24)$$

2.3. Phân bố dòng vật liệu dỡ tải

Trên tang dỡ tải phân bố vật liệu như trên hình 9. Trên cơ sở các nghiên cứu khảo sát chuyển động của hạt vật liệu trên tang bằng tải, tiến hành nghiên cứu dòng vật liệu dỡ tải.



H.9. Phân bố dòng vật liệu dỡ tải: a - Tiết diện dòng vật liệu; b - Phân bố vật liệu dỡ tải

Giả thiết các hạt vật liệu chuyển động riêng rẽ, không tác động tới nhau sau khi rời bề mặt tang. Quỹ đạo chuyển động của từng lớp vật liệu h có thể khảo sát qua việc xây dựng quỹ đạo chuyển động của hạt có kích thước h bằng các kết quả nghiên cứu trong 2.2.

Đối với lớp vật liệu h đầu tiên hệ số ma sát f_{ms} bằng hệ số ma sát giữa vật liệu và băng cao su. Đối với các lớp vật liệu h tiếp theo, f_{ms} bằng hệ số ma sát giữa các lớp vật liệu - hệ số nội ma sát của vật liệu.

Phân bố dòng vật liệu trong $x_1O_1y_1$ như trên hình 9, Trong $x_2O_2y_2$, độ dày lát vật liệu h, n* lớp sẽ là: $h=h/n^*$ (n* - số lượng lát cắt để khảo sát).

Về lý thuyết h có thể lấy giá trị bất kỳ. Tuy nhiên đối với vật liệu rời lấy $h=a_{tr}$ (a_{tr} - Kích thước cỡ hạt trung bình của vật liệu vận tải). Diện tích của một lát h thứ n xác định như sau:

$$F_n = b\Delta h - (2n - 1) \cdot \frac{b\Delta h^2}{2h} \quad (25)$$

Tỷ lệ phần trăm giữa F_n và F sẽ là:

$$\frac{F_n}{F} \cdot 100\% = \frac{2}{n^*} - \frac{(2-n)}{n^{*2}} \quad (26)$$

Trên hình (H.9.b) thể hiện phân bố tỷ lệ vật liệu trên $\sigma_1 \times \sigma_1$ tính bằng % khi số $n^* = 5$.

2. Kết luận

❖ Tùy theo các thông số hình học, động học của băng tải, chuyển động của vật liệu trên tang đỡ tải có thể có các trạng thái: bay ra khỏi tang, bay và rơi lại tang, trượt trên tang. Phân bố phân bố khối lượng vật liệu trong dòng tải khi đỡ xuống mặt băng nhận tải không đều. Giá trị lớn nhất tại vị trí gần tang (36 %), tại khoảng xa tang có giá trị nhỏ nhất (4 %).

❖ Khi lựa chọn các thông số hình học, động học, kết cấu của băng tải cần quan tâm khảo sát chuyển động của vật liệu trên tang đỡ tải để giảm tác dụng tiêu cực như trượt vật liệu làm mòn băng cao su, tốc độ bay vật liệu làm phát tán bụi. Căn cứ khảo sát có thể chọn kết cấu máng che đầu băng

hợp lý, khoảng cách rút tối ưu đối với máy rải liệu trong kho bãi. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Kháng. Máy và tổ hợp thiết bị vận tải mỏ. Nhà xuất bản KHKT. Hà Nội 2005.
2. Шахмейстер Л.Г., Солод Г.И (1976). Подземные конвейерные установки. Издательство Недра. Москва.
3. Штокман И.Г (1964). Шахтный транспорт. Справочник. Изд. Недра. Москва.
4. Тарг С.М.(1986) Краткий курс теоретической механики. Изд. Высшая школа. Москва.

Người biên tập: Đào Đức Tạo

SUMMARY

Belt conveyors are widely used for transport bulk material in mining and others industries. The papers presents research of movement of granular materials on the reload drum of belt conveyors. The results of it can be used for choose parameters and structure in design of it.

ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP...

(Tiếp theo trang 87)

❖ Chú ý đến yêu cầu mức độ đập vỡ để đưa ra Bảng lựa chọn chỉ tiêu thuốc nổ tương ứng với chỉ số độ khó nổ BI đối với từng mỏ cụ thể. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ghose, A.K., Design of drilling and blasting subsystems - A rockmass classification approach. Mine Planning and Equipment Section, Balkema, 1988.
2. Nhĩ Văn Bách, Nguyễn Đình Âu, Phá vỡ đất đá bằng phương pháp khoan nổ mìn. Vol. 1. 1996: Nhà xuất bản Giáo dục.
3. Sukhanov, A.F. and B.N. Kutuzov, Rock Blasting (in Russian). 1983, Moscow: Nedra.
4. Hustrulid, W., Blasting Principles for Open Pit Mining: Theoretical Foundations. Vol. 2. 1999: Taylor & Francis, Inc.
5. Lopez Jimeno, C., E. Lopez Jimeno, and F.J. Ayala Carcedo, Drilling and Blasting of Rocks, ed. 1. 1995: Taylor & Francis.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

The classification of blastability of rockmass on blasting efficiency has been developed by many researchers. In general, the classification of blastability usually deal with some factors such as: the characteristics of rock, powder factor, the geostructure of rockmass. These method has advantages and disadvantages and they are applied in mining for long time and are suitable for each practical conditions. This paper presents some results of applying the quick evaluation of blastability index BI by Ghose when blasting in limestone quarries for cement production in Vietnam. The results shows the practicability of this classification method in supporting the mining engineers in quatitatively evaluating the blastability of rockmas for getting better blasting efficiency.