



TÍNH TOÁN THÔNG SỐ THIẾT KẾ MÁY RỬA QUẶNG HAI TRỤC VÍT CÁNH VUÔNG MRCV 2284 SỬ DỤNG TRONG NHÀ MÁY TUYỂN QUẶNG BAUXITE

ThS. Trần Ngô Huân

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

KS. Nguyễn Văn Đông

Công ty Cổ phần Công nghiệp Ô tô - Vinacomin

Biên tập: TS. Tạ Ngọc Hải

Tóm tắt:

Bài báo trình bày kết quả tính toán các thông số cơ bản phục vụ thiết kế chế tạo máy rửa cánh vuông MRCV- 2284 sử dụng trong nhà máy tuyển quặng bauxite.

1. Đặt vấn đề

Đặc điểm quặng bauxite là có hàm lượng sét cao, cấp hạt mịn lớn nên công nghệ tuyển phù hợp với quặng bauxite chính là công nghệ tuyển rửa. Ở khu vực Tây Nguyên nước ta hiện có hai nhà máy tuyển quặng bauxite tại Tân Rai, Lâm Đồng và Nhân Cơ, Đắk Nông. Tại đây đang tuyển, chế biến tinh quặng bauxite phục vụ sản xuất nhôm đều sử dụng máy rửa quặng hai trục vít cánh vuông (R2VV).

R2VV chủ yếu được sử dụng để tuyển rửa các loại khoáng sản kim loại màu, vật liệu xây dựng như: quặng sắt, quặng bauxite, mangan, ti tan, quặng thiếc và các loại vật liệu xây dựng dùng trong các nhà máy sản xuất công nghiệp... Máy có nhiệm vụ đánh tơi, rửa sạch quặng và tách các tạp chất ra khỏi quặng. Các sản phẩm sau khi qua máy sẽ tiếp tục được chuyển tới các thiết bị công nghệ tiếp theo trong dây chuyền tuyển, chế biến quặng.

Hiện nay, tại hai nhà máy tuyển nói trên đang sử dụng 08 thiết bị máy rửa cánh vuông, tuy nhiên đều là các thiết bị nhập khẩu từ Trung Quốc. Mặt khác, theo quyết định số 167/2007/QĐ-TTg của Thủ tướng chính phủ ngày 01/11/2007 V/v "Phê duyệt Quy hoạch phân vùng thăm dò, khai thác, chế biến, sử dụng quặng bauxite giai đoạn 2007 - 2015, có xét đến năm 2025", nhà máy tuyển tại Tân Rai sẽ dự kiến nâng công suất lên 1,2 triệu tấn/năm, khi đó nhu cầu về R2VV trong dây chuyền mới khi đầu tư mở rộng nhà máy là khoảng 04 chiếc. Cũng theo quy hoạch này khi các nhà máy tại nhôm Đắk Nông 1 nâng công suất lên 1,2 triệu tấn/năm và Nhà máy nhôm Đắk Nông 2, 3, 4 triển khai thực hiện với công suất thiết

kế từ 1,5+2,0 triệu tấn/năm thì nhu cầu về R2VV là khoảng 34+44 chiếc.

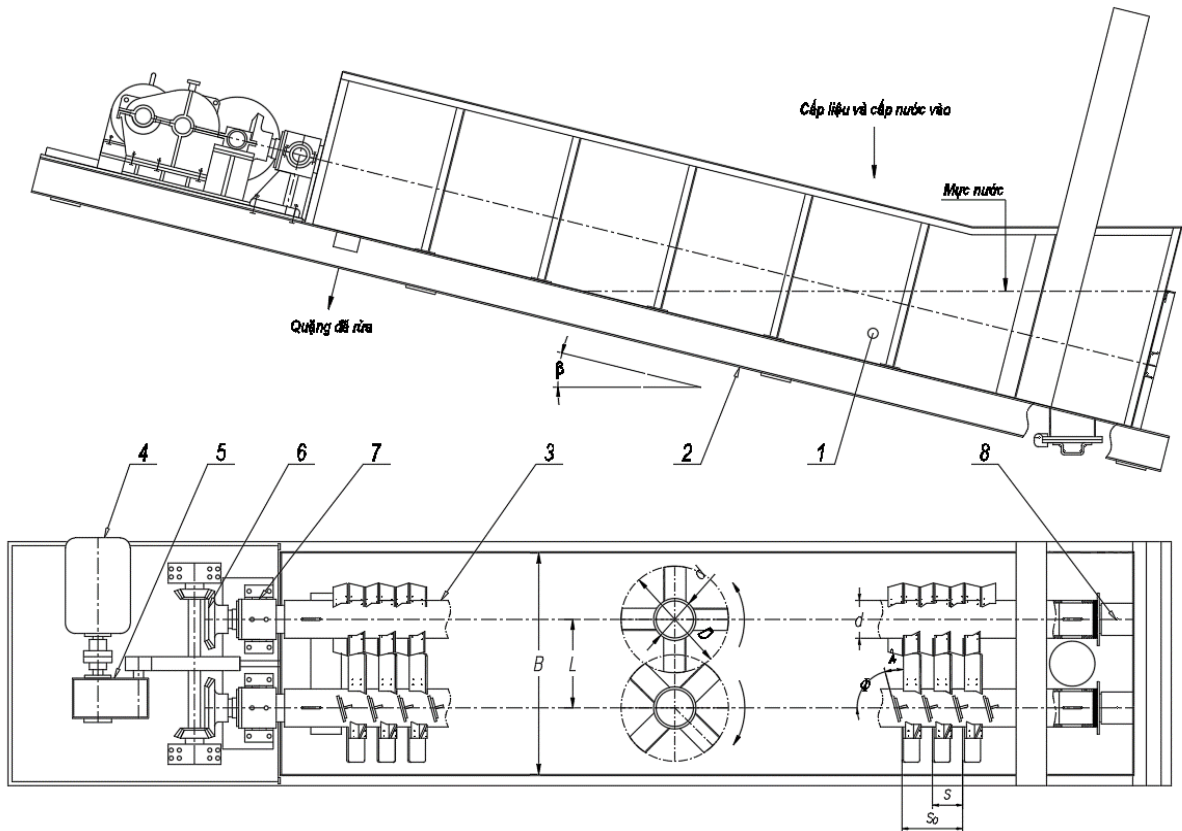
Ngoài ra, với nguồn tài nguyên về quặng bauxite tại chỗ lớn (tài nguyên dự báo và trữ lượng xác định khoảng 9,7 tỷ tấn - thuộc top 5 thế giới), tập trung chủ yếu ở Tây Nguyên thì nhu cầu về R2VV rất lớn để phục vụ các dự án khai thác bauxite trong tương lai. Vì vậy, việc nghiên cứu thiết kế, chế tạo nội địa hóa chế tạo R2VV là thực sự cần thiết trước hết là giúp các đơn vị sử dụng chủ động trong công tác sửa chữa, bảo trì, thay thế thiết bị, tránh quá trình chờ đợi mua hàng nhập khẩu hoặc phải dự phòng lưu kho và sau đó là để cung cấp thiết bị cho các dự án trong tương lai gần.

Để phục vụ công tác thiết kế chế tạo việc nghiên cứu xác định các thông số thiết kế là hết sức quan trọng. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu tính toán một số thông số chính phục vụ công tác thiết kế chế tạo R2VV MR 2284.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

R2VV có cấu tạo gồm hai trục vít xoắn lắp cánh vuông (3) được lắp song song với nhau, nghiêng một góc β so với phương ngang, nằm trọn vẹn trong máng rửa (1). Đáy máng rửa (1) cũng song song với hai trục vít xoắn, máng được cấp nước liên tục để rửa quặng. Các cánh vuông được chế tạo bằng thép hợp kim chống mài mòn sắp xếp so le dạng xương cá có tác dụng khuấy đảo hỗn hợp vật liệu cần rửa lẫn trong bùn đất, các cánh vuông trên hai trục vít xoắn (3) được bố trí lệch nhau một góc 45° . Trục vít xoắn (3) được đặt trên hai gối đỡ (7) và (8). Gối đỡ trên (7) lắp ổ trượt đỡ chặn, gối đỡ dưới (8) lắp ổ đỡ trượt. Khi làm việc,



Hình 1- Cấu tạo máy rửa cánh vuông MR 2284

- 1- Máng rửa quặng; 2- Khung đỡ máy; 3- Trục vít xoắn cánh vuông; 4- Động cơ;
5- Hộp giảm tốc; 6- Bộ bánh răng và trục truyền động; 7- Gối đỡ trên; 8- Gối đỡ dưới.

gối đỡ dưới (8) ngâm trong hỗn hợp nước, bùn quặng. Hệ thống dẫn động bao gồm động cơ (4), hộp giảm tốc (5), bộ bánh răng và trục truyền động (6) và các khớp nối. Toàn bộ kết cấu máy được đặt trên khung đỡ (2).

Từ động cơ, qua hệ thống truyền động, hai trục vít xoắn được dẫn động quay cùng vận tốc và quay ngược chiều nhau. Khi quặng cùng nước cấp vào máng, các cánh vít xoắn quay, đập vỡ, đánh tơi, làm sạch quặng. Quặng đã được rửa được các trục vít xoắn vận chuyển lên trên. Các thành phần còn lại với cỡ hạt nhỏ từ 1 ÷ 2 mm cùng nước tràn qua ngưỡng ở đầu dưới máng được chuyển đến các thiết bị công nghệ xử lý tiếp theo. Các cánh trên hai trục được lắp xen kẽ với nhau làm tốt hơn tác dụng khuấy và mài nghiền, tách rời đất dính trên bề mặt quặng.

2.2. Quan hệ tương quan các thông số máy rửa

2.2.1. Đường kính vít xoắn D

- Theo lý thuyết tính đường kính máy vít tải,

đường kính vít xoắn được xác định theo năng suất tính toán lớn nhất (tấn/giờ) [5]:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{47 \cdot m \cdot \alpha \cdot \beta_0 \cdot \psi \cdot s_0 \cdot \theta \cdot n \cdot \gamma}} \quad (1)$$

Trong đó:

D- Đường kính vít xoắn, m;

Q- Năng suất lớn nhất, tấn/h;

m- Số trục vít xoắn;

α - Tỷ số diện tích hiệu quả vận chuyển quặng của cánh vít xoắn F_a và diện tích tiết diện tương ứng của bản thân vít xoắn “đặc” F_b , (như trên Hình 2, tức $\alpha = F_a / F_b \leq 0,5$);

β_0 - Hệ số ảnh hưởng của góc nghiêng máng, $\beta_0 = 1 - 0,02 \cdot \beta$ (β - Góc nghiêng của máng);

ψ - Hệ số điền đầy. Trị số của nó theo độ tăng tính linh động và độ giảm tính mài mòn của quặng vận chuyển mà tăng. Đối với quặng nặng và có tính mài mòn thấp $\psi = 0,25$; Đối với quặng nặng và có tính mài mòn cao $\psi = 0,125$; Đối với quặng nhẹ

và có tính mài mòn thấp $\psi = 0,32$; Đối với quặng nhẹ và không mài mòn $\psi = 0,4$.

s- Bước vít, mm;

s₀- Hành trình vít xoắn, mm;

θ- Hệ số chuyển động của quặng trong máng nghiêng có bùn quặng;

n- Số vòng quay vít, r/min;

γ- Khối lượng đồ đồng của quặng;

- Theo kích thước cỡ hạt lớn nhất của quặng.

• Xử lý quặng chưa qua sàng, đường kính vít,

m: $D > 4a$

• Xử lý quặng đã qua sàng, đường kính vít, m:

$D > 10a$

Trong đó: a- Cỡ hạt lớn nhất của quặng. Nói chung, kích thước đường kính vít xoắn tính theo năng suất lớn nhất đều có thể thỏa mãn giới hạn này.

2.2.2. Bước vít

Bước vít là khoảng cách giữa các cánh vuông liền nhau. Bước vít quan hệ đến tốc độ vận chuyển quặng trong máng, thời gian tuyển rửa, năng suất lớn nhất. Giá trị của nó căn cứ tính chất của quặng cần xử lý để xác định. Có thể chọn trong giới hạn sau:

$$s = (0,25-0,5) \cdot D, \text{ mm} \quad (2)$$

Đối với thiết bị xử lý quặng nhẹ và linh động hơn thì chọn giá trị lớn hơn. Đối với thiết bị quặng nặng mà tính linh động thấp thì chọn giá trị nhỏ hơn. Đối với máy rửa làm việc đặc biệt nặng nhọc, có thể chọn bước vít $s = 0,25 \cdot D$, mm.

2.2.3. Số vòng quay vít xoắn

Tốc độ quay của vít xoắn với lực va đập (xung kích) của cánh khuấy tỷ lệ thuận với nhau, mà độ lớn của lực va đập ảnh hưởng trực tiếp tới kết quả đập vỡ quặng chứa trong bùn. Nâng cao tốc độ có thể gây tác động khuấy mạnh. Tuy nhiên, nếu tốc độ cao, thì do vận tốc tiếp tuyến của chu vi vít xoắn vượt quá lực ma sát giữa quặng với vít xoắn, làm quặng bay khỏi trục. Thậm chí sẽ khiến cho bùn và hạt quặng tương đối nhỏ bay ra khỏi máng, dẫn đến tiêu hao năng lượng vô ích, làm bản thân công nghiệp và mất an toàn. Số vòng quay vít xoắn n với tốc độ tỷ lệ thuận, và tỷ lệ nghịch với đường kính vít xoắn:

$$n = \frac{v}{\pi \cdot D}, \text{ r/min} \quad (3)$$

Theo Taggart đã chỉ rõ: Khi đường kính vít xoắn là 508-1016 mm thì vận tốc vòng thông thường cần trong phạm vi (42,7-57,9) r/min. Đồng thời vòng

quay quá cao trực tiếp tăng nhanh dịch chuyển quặng trong máng, như vậy sẽ giảm thời gian rửa quặng, giảm chất lượng rửa quặng. Từ đây có thể biết, vòng quay nhanh hay chậm ảnh hưởng trực tiếp chất lượng và năng suất rửa quặng. Đối với quặng khó tuyển hoặc sử dụng máy rửa quặng đường kính tương đối lớn **nên** chọn vòng quay thấp.

2.2.4. Khoảng cách hai trục vít

Để khuấy tốt lên, diện tích tiết diện quặng được đẩy lên trên được lớn nhất và đập vỡ đất trên quặng nhằm tăng năng suất, cánh trên hai trục lắp đặt so le lẫn nhau thành 45° . Khoảng cách giữa tâm hai trục (L) phải nhỏ hơn đường kính vít xoắn, khiến cho cánh của hai vít xoắn sẽ chồng tiếp lên nhau 50-200 mm, tức là:

$$L = D - (50 \div 200), \text{ mm} \quad (4)$$

2.2.5. Kích thước máng rửa

(1) Bề rộng và độ sâu thành máng rửa phải đảm bảo để tránh kẹt vật liệu. Khoảng cách giữa đường kính ngoài của vít xoắn với thành trong của máng rửa phải lớn hơn cỡ hạt lớn nhất của vật liệu cấp. Giá trị của nó có thể chọn lớn hơn 1,5 lần cỡ hạt quặng lớn nhất. Đồng thời, để giảm chuyển động của quặng làm mòn đáy dưới của máng rửa, giữa đáy máng và cánh cần có khoảng cách (80-140) mm, làm cho ở đáy máng hình thành lớp quặng, mà vật liệu thì chuyển động trên nó.

Theo hình 2, bề rộng máng rửa được xác định như sau:

$$B = L + D + 2 \cdot (80 \div 140), \text{ mm} \quad (5)$$

(2) Chiều dài máng rửa cần theo mức độ khó tuyển rửa của quặng mà xác định. Bởi vì chiều dài máng phụ thuộc vào quặng nhất thiết phải khuấy bằng cánh trộn khuấy nào, thời gian ngắn nhất đập vỡ, tuyển rửa quặng sau khi đã chọn số vòng quay và bước vít, còn với năng suất thì không liên quan. Thời gian tuyển rửa t với đoạn tuyển rửa của máng L_1 (hình 3) tỷ lệ thuận, còn với bước vít và số vòng quay tỷ lệ nghịch. Đồng thời với góc nghiêng lắp đặt thân máng và môi chất tuyển rửa có ảnh hưởng.

Khi vít xoắn quay thì bề mặt vít đẩy quặng chuyển động lên trên. Đồng thời với điều này, quặng trên bề mặt nghiêng, do lực tác dụng của trọng lượng bản thân sinh ra chuyển động trượt xuống dưới. Công thức tính toán thời gian tuyển rửa xác định như sau [5]:

$$t = \frac{L_1}{\theta \cdot s_0 \cdot n}, \text{ min} \quad (6)$$



Trong đó:

- Giá trị θ phụ thuộc vào góc nghiêng β của máng. Khi $\beta = (0^\circ - 20^\circ)$ thì $\theta = (0,5 - 0,35)$. Góc nghiêng lớn chọn giá trị nhỏ và ngược lại.

- Về chiều dài đoạn tuyển rửa và thời gian tuyển rửa, Eudenic căn cứ hệ số dẻo của bùn đất và thời gian tuyển rửa trong máng nghiêng phân thành ba loại: Loại thứ nhất là quặng khó tuyển, nó chứa bùn sét dẻo, dính rất khó nhào nặn bằng tay. Hệ số "dẻo" K của loại đất này cao hơn (10-15), cần tuyển rửa trong máng nghiêng của máy rửa quặng hơn 6 min, vì vậy cần qua tuyển rửa hai lần; Loại thứ hai là quặng khả tuyển trung bình. Nó chứa đất dính dễ dàng nhào, nặn bằng tay. Hệ số "dẻo" K của loại đất này là (5-10), thời gian tuyển rửa cần là 3-6 min; Loại thứ ba là dễ rửa, nó chứa đất có cát. Hệ số "dẻo" K của nó thấp hơn (3-5), thời gian cần tuyển rửa là (1,5-3) min.

Hệ số K tính theo công thức sau: $K = B_1 - B_2$. Trong đó: B_1 là phần trăm nước khi đất bắt đầu chảy và mất hình dạng ban đầu; B_2 là phần trăm nước khi đất chịu nén và bắt đầu vỡ. Cuối cùng khi xác định chiều dài máng L_o thì có thể tham khảo chiều dài thoát nước ước tính là (1/3-1/2) toàn bộ chiều dài L_1 , tức là:

$$L_o = \frac{3}{2} \cdot L_1, \text{ mm} \quad (7)$$

Đối với quặng sạch hàm lượng nước ít, chọn giá trị lớn, ngược lại chọn giá trị nhỏ.

2.2.6. Góc nghiêng máng rửa

Góc nghiêng máng rửa β nói chung chọn trong phạm vi ($8^\circ - 14^\circ 30'$). Nếu các điều kiện khác thay đổi, tăng góc máng rửa có thể nâng cao chất lượng tuyển rửa quặng. Nếu góc nghiêng quá lớn, tình trạng quặng trượt xuống (đặc biệt là hạt quặng lớn) gia tăng.

Do vậy, tăng mạnh mòn hỏng bộ phận cánh vít công tác và tăng tiêu hao năng lượng. Đồng thời hãy còn giảm tốc độ quặng chuyển động lên trên, giảm năng suất.

2.2.7. Góc nghiêng lắp cánh so với đường tâm trục

Mục đích của cánh với đường tâm trục tạo thành góc xiên là làm cho khi cánh vít xoắn quay tạo ra lực đẩy vật liệu trong máng, làm cho vật liệu trong máng có được chuyển động lên trên sau mỗi vòng quay, để đạt được liên tục đẩy quặng một cách đan xen nhau. Góc nghiêng của nó cần tương thích ứng với hành trình vít.

Nói chung chọn trong khoảng ($55^\circ - 80^\circ$). Hành trình nhỏ chọn giá trị lớn, (hành trình) lớn chọn giá trị nhỏ. Góc lắp đặt cánh với đường tâm trục $\theta = 90^\circ - \lambda$.

Trong đó, λ là góc nâng đường vít xoắn. Tức:

$$\lambda = \tan^{-1} \frac{S_o}{\pi \cdot k_1 \cdot D}, \text{ mm} \quad (8)$$

2.3. Xác định năng suất máy rửa

Năng suất máy rửa quặng là tổng lượng sản phẩm đã rửa và lượng hạt rắn trong nước tràn. Năng suất lớn nhất quặng sản phẩm phụ thuộc vào năng lực vận chuyển của vít xoắn. Do vậy, cánh trộn khuấy lắp với góc nghiêng trên thực tế xem là có tác dụng như máy vận tải. Do vậy, năng lực vận chuyển với bình phương đường kính ngoài của cánh trộn khuấy, số vòng quay, tỷ trọng vật liệu tỷ lệ thuận. Đồng thời với tính chất bùn, lượng bùn trong vật liệu, lượng bùn trong sản phẩm, ... có liên quan. Trong đa số trường hợp, năng suất xử lý bị giới hạn bởi năng lực xử lý bằng cách tác động đập vỡ quặng của máy rửa. Do vậy, đối với tuyển rửa quặng chuẩn cần xem xét các nhân tố của các phương diện này, chọn số vòng quay, góc nghiêng và bước vít thích hợp.

2.3.1. Năng suất máy vít tải

Năng suất máy vận tải dạng trục vít (vít tải) đặc xác định như sau [5]:

$$Q = 47 \cdot m \cdot D^2 \cdot \beta_o \cdot \psi \cdot s_o \cdot \theta \cdot n \cdot \gamma, \text{ tấn/h} \quad (9)$$

Trong đó:

Q- Năng suất lớn nhất, tấn/h;

m- Số trục vít xoắn;

D- Đường kính vít xoắn, m;

β_o - Hệ số ảnh hưởng của góc nghiêng máng, $\beta_o = 1 - 0,02 \cdot \beta$ (β - Góc nghiêng của máng).

ψ - Hệ số điền đầy. Trị số của nó theo độ tăng tính linh động và độ giảm tính mài mòn của quặng vận chuyển mà tăng. Đối với quặng nặng và có tính mài mòn thấp $\psi = 0,25$; Đối với quặng nặng và có tính mài mòn cao $\psi = 0,125$; Đối với quặng nhẹ và có tính mài mòn thấp $\psi = 0,32$; Đối với quặng nhẹ và không mài mòn $\psi = 0,4$.

so- Hành trình vít xoắn, m, $s_o = 2s$ (s- Bước vít);

θ - Hệ số chuyển động của quặng trong máng nghiêng có bùn quặng;

n- Số vòng quay vít; r/min;

γ - Tỷ trọng của quặng, tấn/m³;

2.3.2. Năng suất máy rửa cánh vuông

Trên cơ sở tính toán xác định năng suất của máy vít tải, so sánh diện tích mặt cắt lớp vật liệu vận chuyển bởi vít xoắn đặc thấy rõ khi mức chìm và độ sâu của quặng tương đồng thì diện tích mặt cắt ngang của lớp vật liệu vận chuyển bởi vít xoắn nhỏ hơn nhiều so với diện tích mặt cắt ngang vít xoắn đặc, tỷ số của nó là $\alpha = Fa/Fb \leq 0,5$.

Nếu đem áp dụng công thức tính năng suất vít xoắn không liên tục theo cánh tính của vít xoắn đặc nhất thiết phải nhân với hệ số tỷ lệ diện tích α .

Năng suất máy vận tải vít xoắn cánh rời được xác định như sau:

$$Q = 47.m.\alpha.D^2.\beta_o.\psi.s_o.\theta.n.\gamma, \text{ tấn/h (10)}$$

Trong đó:

α - Tỷ số diện tích hiệu quả vận chuyển quặng của cánh vít xoắn Fa và diện tích tiết diện tương ứng của bản thân vít xoắn "đặc" Fb ; $\alpha = Fa/Fb \leq 0,5$.

2.4. Xác định công suất truyền động

Tính toán công suất truyền động R2VV tham khảo công thức tính công suất máy vít tải cùng dạng. Tuy nhiên, theo đặc điểm R2VV, khi chọn giá trị hệ số lực cản có một vài khác biệt.

2.4.1. Lực ma sát của máng lên quặng

Đối với lực cản ma sát quặng với máng nghiêng bao gồm: áp lực vuông góc và hai thành phần trọng lực.

$$p = q_1.L_o.(sin\beta + f.cos\beta) ; \text{ KG (11)}$$

Hoặc:

$$p = q_1.(H + f.L') ; \text{ KG (12)}$$

Trong đó:

p - Lực cản ma sát quặng với máng nghiêng, KG

q_1 - Trọng lượng quặng mà bị khuấy đưa lên bởi cánh vít xoắn, KG

$$q_1 = \frac{\pi}{4}.(D^2 - d^2).L_o.\psi.\gamma ; \text{ KG (13)}$$

d - là đường kính ngoài của trục vít xoắn, m

f - Hệ số ma sát của quặng với đáy máng;

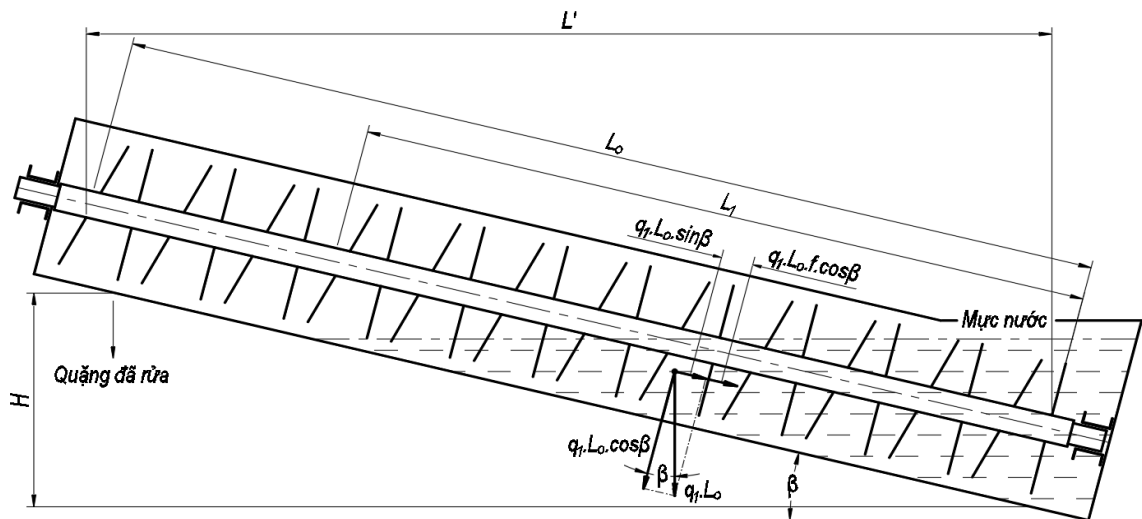
H - Chiều cao nâng quặng, m.

L' - Hình chiếu bằng của chiều dài máng rửa L_o , m.

2.4.2. Lực cản do khuấy trộn và đập quặng

Cánh vít xoắn quay trong máng rửa, không chỉ có tác dụng vận chuyển mà còn tiến hành khuấy và đập vỡ đối với quặng chứa bùn và hạt bùn, nâng cao hiệu quả rửa quặng. Cùng với điều này, lực cản chuyển động quặng tăng lên. Điểm này đối với vít xoắn cũng tồn tại tương tự. Tuy nhiên, do kết cấu của cả hai và trọng lượng không giống nhau, hệ số lực cản mà sinh ra do khuấy và đập vỡ quặng cũng không giống nhau.

Trong cùng một điều kiện, giá trị đối với cánh xoắn là lớn. Nói chung có thể lựa chọn trong phạm vi dưới đây: Vít xoắn đối với quặng dạng hạt trọng lượng tương đối lớn nhưng tính đập tách tương đối thấp, hệ số lực cản của nó $k_o = 1,2 \sim 1,4$ (thậm chí 1,6); đối với quặng nặng tính đập tách cao $k_o = 1,8 \sim 2,0$; hệ số lực cản của cánh vít xoắn đối với quặng kim loại đen, có thể chọn trong $k_o = 3,5 \sim 4,0$. Do vậy, lực cản chuyển động của quặng



Hình 2. Mặt cắt bố trí máng rửa



trong máng là:

$$p_1 = k_o \cdot p = k_o \cdot q_1 \cdot L_o \cdot (\sin\beta + f \cdot \cos\beta) ; \text{kG} \quad (14)$$

Hoặc:

$$p = k_o \cdot q_1 \cdot (H + f \cdot L') ; \text{kG} \quad (15)$$

2.4.3. Lực cản trên gối đỡ

Lực cản trên gối đỡ được tính toán dựa trên hiệu suất truyền động qua gối đỡ, hiệu suất qua gối ký hiệu là η_g .

Đối với ổ trượt: $\eta_g = 0,9 \div 0,93$

Đối với ổ lăn: $\eta_g = 0,95 \div 0,96$

2.4.4. Hiệu suất bộ dẫn động

Lấy hiệu suất bộ dẫn động là η_{dd} , giá trị của nó theo tính toán tổng hiệu suất bộ truyền động.

2.4.5. Mô men xoắn cần để khắc phục lực cản chuyển động

$$M = p_1 \cdot r_1 \cdot \tan(\lambda + \rho) ; \text{kGm} \quad (16)$$

$$M = k_o \cdot q_1 \cdot L_o \cdot (\sin\beta + f \cdot \cos\beta) \cdot r_1 \cdot \tan(\lambda + \rho) ; \text{kGm} \quad (17)$$

Hoặc:

$$M = k_o \cdot q_1 \cdot (H + f \cdot L') \cdot r_1 \cdot \tan(\lambda + \rho) ; \text{kGm} \quad (18)$$

Trong đó:

r_1 (m) là khoảng cách từ đường tâm vít xoắn đến điểm đặt lực trên cánh xoắn. $r_1 = k_1 \cdot D/2$ (m), trong đó $k_1 = 0,7 - 0,9$ là hệ số xác định căn cứ theo hệ số điền đầy. Hệ số điền đầy lớn chọn giá trị nhỏ, ngược lại cho giá trị lớn.

λ - Góc nâng vít xoắn:

$$\lambda = \tan^{-1} \frac{s_o}{\pi \cdot k_1 \cdot D} \quad (19)$$

ρ - Góc ma sát giữa quặng và cánh xoắn;

$$\rho = \tan^{-1} \mu \quad (20)$$

μ - Hệ số ma sát giữa quặng và cánh xoắn: $\mu = 0,57 \sim 0,84$

Từ các công thức:

$$q_1 = \frac{Q}{3,6 \cdot v} ; \text{kG} \quad (21)$$

$$v = \frac{s_o \cdot n}{60} ; \text{m/s} \quad (22)$$

$$s_o = \pi \cdot k_1 \cdot D \cdot \tan\lambda ; \text{m} \quad (23)$$

$$r_1 = \frac{k_1 \cdot D}{2} ; \text{m} \quad (24)$$

Thay thế vào ta được:

$$M = \frac{60 \cdot k_o \cdot Q \cdot L_o \cdot (\sin\beta + f \cdot \cos\beta) \cdot \tan(\lambda + \rho)}{7,2 \cdot \pi \cdot n \cdot \tan\lambda} ; \text{kGm} \quad (25)$$

Hoặc:

$$M = \frac{60 \cdot k_o \cdot Q \cdot (H + f \cdot L') \cdot \tan(\lambda + \rho)}{7,2 \cdot \pi \cdot n \cdot \tan\lambda} ; \text{kGm} \quad (26)$$

2.4.6. Công suất cần để khắc phục lực cản chuyển động

$$N_o = M \cdot \omega \quad (\text{kW})$$

$$\text{và} \quad \omega = \frac{\pi \cdot n}{20} \quad (\text{rad/s})$$

Từ đó:

$$N_o = \frac{k_o \cdot Q \cdot L_o \cdot (\sin\beta + f \cdot \cos\beta) \cdot \tan(\lambda + \rho)}{3,6 \cdot \tan\lambda} ; \text{kGm/s} \quad (27)$$

Hay là:

$$N_o = \frac{k_o \cdot Q \cdot (H + f \cdot L') \cdot \tan(\lambda + \rho)}{3,6 \cdot \tan\lambda} ; \text{kGm/s} \quad (28)$$

Hiệu suất vít xoắn xác định theo công thức:

$$\eta_v = \frac{\tan\lambda}{\tan(\lambda + \rho)} \quad (29)$$

Thay vào công thức (27), (28) ta có:

$$N_o = \frac{k_o \cdot Q \cdot L_o \cdot (\sin\beta + f \cdot \cos\beta)}{3,6 \cdot 102 \cdot \eta_v} ; \text{kW}$$

$$\rightarrow N_o = \frac{k_o \cdot Q \cdot L_o \cdot (\sin\beta + f \cdot \cos\beta)}{367 \cdot \eta_v} ; \text{kW} \quad (30)$$

Hoặc:

$$N_o = \frac{k_o \cdot Q \cdot (H + f \cdot L')}{367 \cdot \eta_v} ; \text{kW} \quad (31)$$

2.4.7. Công suất động cơ điện truyền động

Xem xét đến công suất, trọng lượng vít xoắn có ảnh hưởng rất lớn và một số tổn thất chưa tính vào, cần tăng công suất động cơ điện.

$$N = k' \cdot N_o = \frac{k' \cdot k_o \cdot Q \cdot L_o \cdot (\sin\beta + f \cdot \cos\beta)}{367 \cdot \eta_v \cdot \eta_g \cdot \eta_{td}} ; \text{kW} \quad (32)$$

Hoặc:

$$N = k' \cdot N_o = \frac{k' \cdot k_o \cdot Q \cdot (H + f \cdot L')}{367 \cdot \eta_v \cdot \eta_g \cdot \eta_{td}} ; \text{kW} \quad (33)$$

Với k' là hệ số dự trữ công suất điện.

2.5. Tính toán lựa chọn các tham số thiết kế máy rửa cánh vuông MRCV 2284

2.5.1. Xác định các thông số hình học

Năng suất thiết bị yêu cầu thiết kế:

$Q = 120$, tấn/h

Cỡ hạt lớn nhất:

$a_{max} = 50$ mm

Số trục vít xoắn:

$m = 2$ trục

Tỷ số diện tích:

$\alpha = F_a/F_b = 0,35$

Góc nghiêng của máng:

$\beta = 14$ độ

Hệ số ảnh hưởng của góc nghiêng máng:

$\beta_0 = 1 - 0,02 \cdot \beta = 0,995$

Hệ số điền đầy với quặng nhẹ:

$\psi = 0,32$

Kích thước vít xoắn tính theo điều kiện cỡ hạt

như sau:

$D > 10 \cdot a_{max} = 10 \cdot 50 = 500$ mm

Chọn sơ bộ đường kính vít $D = 700$ mm.

Bước vít xác định theo công thức (2):

$s = (0,25 \div 0,5) \cdot D = 175 \div 350$ mm

Chọn bước vít:

$s = 300$ mm

Hành trình vít xoắn:

$s_0 = 2 \cdot s = 600$ mm

Số vòng quay trục vít theo công thức (3) với $v = 42,7 - 57,9$ r/min [5]:

$$n = \frac{v}{\pi \cdot D} = 19,4 \div 26,3 \text{ (r/min)}$$

Chọn $n = 24$ r/min;

Với góc nghiêng của máng $\beta = 14^\circ$, chọn hệ số chuyển động của quặng trong máng nghiêng có bùn quặng $\theta = 0,42$.

Thay các số liệu trên vào công thức (1) xác định đường kính vít xoắn:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{47 \cdot m \cdot \alpha \cdot \beta_0 \cdot \psi \cdot s_0 \cdot \theta \cdot n \cdot \gamma}} = 1,06 \text{ (m)}$$

Chọn kích thước đường kính vít xoắn $D = 1.060$ mm.

Khoảng cách giữa hai trục vít xác định theo công thức (4):

$L = D - (50 \div 200) = 860 \div 1.010$ (mm)

Chọn khoảng cách giữa hai trục vít $L = 880$ mm.

Bề rộng máng rửa được xác định theo công thức (5):

$B = L + D + 2 \cdot (80 \div 140) = 2.100 \div 2.220$ (mm)

Chọn bề rộng máng rửa $B = 2.200$ mm.

Theo công thức (6) chiều dài đoạn máng rửa được xác định như sau:

$L_1 = \theta \cdot s_0 \cdot n \cdot t = 0,42 \cdot 0,6 \cdot 24 \cdot 1,85 = 5.595$ (mm)
Chiều dài máng rửa xác định theo công thức (7):

$$L_o = \frac{3}{2} \cdot L_1 = \frac{3}{2} \cdot 5.595 = 8392 \text{ (mm)}$$

Chọn chiều dài máng rửa $L_o = 8.400$ mm.
Góc nâng đường vít xoắn được xác định theo công thức (19) với $k_1 = 0,8$:

$$\lambda = \tan^{-1} \frac{s_0}{\pi \cdot k_1 \cdot D} = 0,22 = 12,7^\circ$$

Chọn góc nâng $\lambda = 15$ độ.
Góc ma sát giữa quặng và cánh xoắn xác định theo công thức (20), với hệ số ma sát giữa quặng và cánh xoắn $\mu = 0,8$ thay số ta được:

$$\rho = \tan^{-1} \mu = 0,67 = 38,7^\circ$$

2.5.2. Tính toán công suất truyền động

Hiệu suất vít xoắn theo công thức (29):

$$\eta_v = \frac{\tan \lambda}{\tan(\lambda + \rho)} = 0,21$$

Hiệu suất ổ trượt: $\eta_g = 0,9$

Hiệu suất bộ truyền động: $\eta_{td} = 0,85$

Công suất động cơ điện yêu cầu theo công thức (32):

$$N = \frac{k' \cdot k_o \cdot Q \cdot L_o \cdot (\sin \beta + f \cdot \cos \beta)}{367 \cdot \eta_v \cdot \eta_g \cdot \eta_{td}} = 69,7 \text{ (kW)}$$

Trong đó:

- Với quặng bauxite (kim loại màu) chọn hệ số lực cản $k_o = 3,5$.

- Hệ số dự trữ công suất điện $k' = 1,2$.

Theo tiêu chuẩn, chọn động cơ điện $N = 75$ kW.

Momen tác dụng lên trục vít tải xác định theo công thức (25):

$$M = \frac{60 \cdot k_o \cdot Q \cdot L_o \cdot (\sin \beta + f \cdot \cos \beta) \cdot \tan(\lambda + \rho)}{7,2 \cdot \pi \cdot n \cdot \tan \lambda}$$

$$= 3.608 \text{ (kGm)}$$

Hay $M = 36,1$ kNm.

3. Kết luận

- Nguyên lý làm việc của máy rửa cánh vuông tương đối giống so với máy vít tải, do đó có thể tham khảo các lý thuyết về máy vít tải trong tính toán thiết kế máy rửa cánh vuông;

- Kết quả tính toán các tham số chính phục vụ thiết kế máy rửa cánh vuông MRCV 2284 với năng



suất 120 tấn/h cho thấy các kết quả tương tự với máy rửa cánh vuông CX 2284 đang sử dụng tại nhà máy tuyển bauxite Tân Rai;

- Phương pháp tính toán các thông số kỹ thuật phục vụ thiết kế chế tạo máy rửa cánh vuông MRCV 2284 có thể tham khảo trong tính toán các thiết bị máy rửa cánh vuông khác.

Tài liệu tham khảo:

[1]. Nguyễn Bội, Trần Văn Lùng, Phạm Hữu Giang (1999), *Cơ sở tuyển khoáng*, Nhà xuất bản

Giao thông vận tải.

[2]. Taggart, *Handbook of Mineral Dressing, Volume III*, Published by John Wiley, Newyork, 1967.

[3]. *Оборудование для переработки сыпучих материалов*, В.Я. Борщев, Ю.И. Гусев, М.А. Промтов, А.С. Тимонин.

[4]. 黄慕礼 (2002), 双螺旋槽式洗矿机设计参数的确定和传动功率计算, 长沙黑色冶金矿山设计研究院.

Calculation of design parameters of the MRCV 2284 type square-wing two-screw ore washer 2284 in the bauxite ore processing plant

MSc. Tran Ngo Huan - Vinacomin – Institute of Mining Science and Technology

Eng. Nguyen Van Dong - Vinacomin Motor Industry Joint Stock Company

Abstract:

The paper presents the calculation results of basic parameters for the design and manufacture of the MRCV- 2284 type square wing washer in the bauxite ore processing plant.