

TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÁY TÁCH BÙN TRỤC VÍT ĐA ĐĨA

CALCULATION, DESIGN AND BUILDING MODEL OF DEWATERING MULTI-DISC SCREW PRESS

Phạm Thị Thủy, Nguyễn Thanh Tùng

Trường Đại học Mở – Địa chất

TÓM TẮT

Bài báo trình bày phương pháp tính toán, thiết kế máy tách bùn trục vít đa đĩa. Trên cơ sở toán học, nghiên cứu đã chỉ ra thông số hình học tối ưu cho trục vít máy tách bùn. Nội dung bài báo cũng đề cập phương pháp thiết kế các cụm chi tiết chính của máy tách bùn. Kết quả bài báo đã xây dựng được mô hình máy tách bùn kiểu trục vít đa đĩa. Kết quả này là cơ sở quan trọng cho việc chế tạo máy tách bùn trục vít đa đĩa trong điều kiện ở Việt Nam.

Từ khóa: Máy tách bùn; Trục vít; Multi-Disc Screw Press.

ABSTRACT

The paper presents the calculation method, design of Dewatering Multi-Disc Screw Press. Based on the geometric analysis and mathematical model, the screw profile of filter sludge is generated. In this paper also shows design method of main machine's parts of filter sludge. The consequence of design demonstrates model of filter sludge is generated. It is based on important for manufacturing the filter sludge on conditions in Vietnam.

Keywords: Filter sludge; Screw; Elipptical gear.

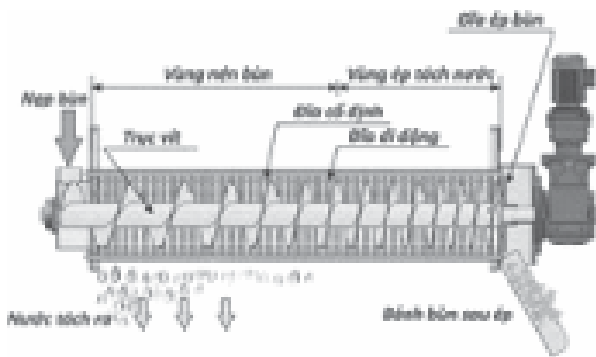
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bùn thải một phần sản phẩm cuối cùng của một quá trình xử lý nước thải. Nó gây ô nhiễm môi trường sống, môi trường làm việc. Việc xử lý ô nhiễm môi trường và hạn chế tác hại của nó tới đời sống đang được tất cả các quốc gia trên thế giới quan tâm. Đã có nhiều nghiên cứu về phương pháp xử lý bùn và tách bùn đã được công bố, chủ yếu tập trung vào các phương pháp vật lý, hoá học và sinh học nhằm chuyển hoá bùn thành các dạng không độc hại hoặc tiêu huỷ lượng bùn phát sinh. Các

nghiên cứu về thiết bị tách bùn, chúng chủ yếu được các nhà sản xuất, công ty công nghệ chế tạo nên rất ít các công bố chi tiết về loại thiết bị này. Hiện nay, một số nghiên cứu đã công bố về thiết bị tách bùn phải kể tới như: máy tách bùn kiểu trục vít, tách bùn kiểu băng tải, tách bùn kiểu chân không, tách bùn kiểu khung bản, máy tách bùn đa đĩa,...

Máy tách bùn kiểu trục vít cho bùn sau ép khô, vận hành máy dễ dàng nhưng trục vít mòn nhanh, dễ xảy ra hiện tượng kẹt nước, hiệu quả thấp khi ép các loại bùn mịn và bùn có hạt

cứng [1]. Tách bùn kiểu băng tải cho năng suất và tuổi thọ thiết bị cao [2] nhưng giá thành chế tạo lớn, độ ẩm của bùn sau tách có độ ẩm cao, hiệu suất tách nước từ bùn kém. Tách bùn kiểu chân không được sử dụng phổ biến trong khai thác khoáng sản do có nhiều ưu điểm như [3]: Bùn sau tách có độ ẩm thấp (bùn khô), tách được các loại bùn mịn nhưng tuổi thọ vải lọc thấp, chi phí đầu tư và vận hành cao. Tách bùn kiểu khung bản có thể ép được nhiều loại bùn khác nhau [2], bùn sau ép có độ ẩm nhỏ nhưng năng suất ép thấp và chi phí sử dụng cao.



Hình 1. Nguyên lý làm việc máy tách bùn trục vít đa đĩa

Trên thế giới, đã có nhiều nghiên cứu về phương pháp và thiết bị xử lý bùn thải. Nhóm tác giả Anne Wambui Mumbi, Li Fengting, Fridah Mwarania and Batzorig Uganchimeg [4], nghiên cứu đã đưa biện pháp giảm tiếng ồn trong sử dụng máy trục vít để lọc tách bùn. Tác giả J. Oliver, J. Vaxelaire [5] nghiên cứu sự ảnh hưởng các yếu tố hoạt tính tới khả năng tách bùn của vải lọc trên máy tách bùn kiểu chân không. Nhóm tác giả Okada, Takesi [6] đã nghiên cứu để tối ưu hóa biên dạng trục vít nhằm nâng cao khả năng làm việc của trục vít trong máy tách bùn kiểu trục vít. T. Remat, R. Branion [7] nghiên cứu máy tách bùn kiểu băng tải và kiểu trục vít để đánh giá hiệu quả làm việc trong quy mô phòng thí nghiệm. Hạt bùn chuyển động mạnh theo phương trọng lực nên

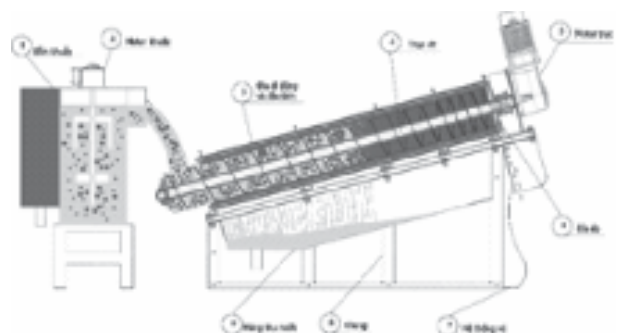
nước từ bùn dễ dàng được tách khỏi bùn và ít xảy ra hiện tượng kẹt nước hay tắc nước.

Máy tách bùn trục vít đa đĩa có nhiều ưu điểm trong lĩnh vực này và đang được ứng dụng phổ biến trong việc tách bùn để xử lý môi trường. Với đặc trưng không bị tắc nghẽn do các đĩa động và đĩa tĩnh luôn có chuyển động tương đối và hoạt động với nhiều nồng độ bùn khác nhau nên có thể sử dụng như là thiết bị cô đặc và ép bùn, giúp tiết kiệm mặt bằng và chi phí đầu tư cho trạm xử lý nước thải.

Dựa trên xu hướng phát triển máy tách, nhóm tác giả tập trung vào tính toán thiết kế để xây dựng mô hình máy tách trục vít đa đĩa. Nó là cơ sở quan trọng trong việc chế tạo thiết bị này trong nước.

2. CƠ SỞ TÍNH TOÁN THIẾT KẾ

2.1. Nguyên lý làm việc và cấu tạo



Hình 2. Nguyên lý làm việc

Trước tiên, máy tách bùn trục vít đa đĩa sử dụng máy bơm bơm hỗn hợp chất thải vào bể chứa. Bùn loãng được chuyển vào bồn khuấy trộn nằm trên máy ép bùn bằng thiết bị bơm bùn. Đồng thời, bơm định lượng sẽ bơm hóa chất polymer đã được pha loãng với nồng độ 0,1-0,2% vào bồn khuấy trộn. Tại đây, motor khuấy sẽ khuấy trộn đều bùn loãng và polymer để đảm bảo nồng độ bùn đều vào tương đối ổn

đỉnh và bùn được keo tụ và tạo bông. Sau đó, bùn loãng sẽ di chuyển xuống bên dưới bằng chuyển động quay của trục vít và quá trình cô đặc bùn, tách nước diễn ra.

Trục vít ở đây dùng bước vít thay đổi nhỏ dần về phía các đĩa vít cuối, làm áp suất bên trong tăng lên do thể tích nhỏ dần tạo áp lực để tách nước ra khỏi bùn. Nước được tách ra khỏi bùn qua các kẽ hở giữa các đĩa.

Bùn khô sẽ di chuyển ra đầu còn lại của máy ép nhờ chuyển động quay tịnh tiến của trục vít và chuyển động của đĩa ép thẳng lại chuyển động tịnh tiến của trục vít. Bùn sau khi ép sẽ được thu gom và vận chuyển bằng thùng chứa hoặc hệ thống vít.

Máy được cấu tạo bởi các bộ phận chính như: 1 – Bồn khuấy; 2 – Motor khuấy; 3 – Đĩa di động, đĩa tĩnh; 4 – Trục vít; 5 – Motor trục vít; 6 – Đĩa ép; 7 – Hệ thống vỏ; 8 – Khung máy; 9 – Máng thu nước.

2.2. Tính toán thông số trục vít

Bùn thải được chọn là loại phổ biến với độ pha rắn trung bình 45%; Năng suất lựa chọn: $Q = 4,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

Theo [6], năng suất của vít tải Q (tấn/h) được xác định qua công thức sau:

$$Q = 60 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot n \cdot \rho \cdot k_c \cdot k_n \quad (1)$$

Trong đó: D – Đường kính vít tải (mm); p – Bước vít trung bình (mm); ρ – Khối lượng riêng của vật liệu vận chuyển (kg/mm^3); k_c – Hệ số chứa đầy tiết diện máng, phụ thuộc vật liệu, lấy $k_c = 2,9$; k_n – Hệ số phụ thuộc góc nghiêng β độ của vít tải, chọn $\beta = 20^\circ$ thì $k_n = 0,65$; n – Số

vòng quay vít tải (vòng/ phút), $n = \frac{k_v}{\sqrt{D}}$, với k_v là hệ số phụ thuộc vật liệu với bùn loãng, lấy $k_v = 1,8$.

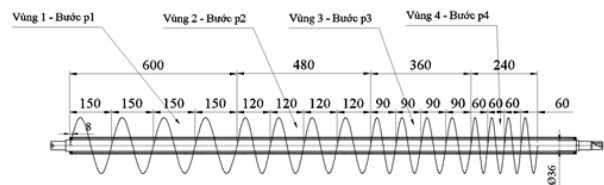
$$D = \left(\frac{Q}{37,7 \cdot k_v \cdot k_c \cdot k_n \cdot \rho} \right)^{2/5} = 0,2054 \text{ m} \quad (2)$$

Chọn D theo tiêu chuẩn, lấy $D = 200$ (mm).

Đường kính trong trục vít sẽ là:

$$d = 3,3 \cdot D = 3,3 \cdot 200 = 60 \text{ (mm)}. \quad (3)$$

Để tạo ra lực ép để tách nước ra được hiệu quả thì thể tích buồng ép được giảm dần về cuối giai đoạn ép. Bước vít thay đổi dần, $P_1 = 150 \text{ mm}$, $P_2 = 120 \text{ mm}$, $P_3 = 90 \text{ mm}$, $P_4 = 60 \text{ mm}$.



Hình 3. Trục vít ép

Góc xoắn vít thay đổi theo bước vít:

$$\tan \alpha = \frac{p}{\pi \cdot D} \quad (4)$$

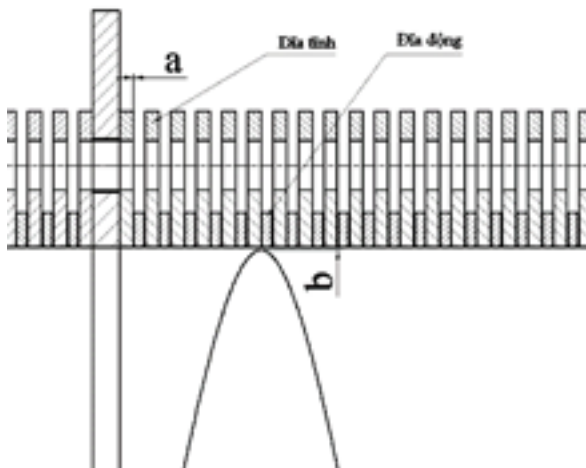
Bảng 1. Thông số trục vít và góc xoắn

Bước vít P (mm)	150	120	90	60
Góc xoắn vít (độ)	13,43	10,82	8,16	5,45

Để đảm bảo quá trình tách nước và bùn thì khe hở giữa trục vít và các đĩa tĩnh và động phải được đảm bảo một tỉ lệ hợp lý. Khoảng cách a giữa đỉnh vít và các đĩa tĩnh động phải đủ nhỏ để tạo ra buồng ép tốt nhưng không

được làm mòn đỉnh vít, chọn $a = 1 \text{ mm}$. Khoảng cách b giữa đĩa động và đĩa tĩnh tạo nên không gian dịch chuyển của đĩa động để nước thoát ra ngoài dễ dàng, đồng thời chống hiện tượng kẹt đĩa.

Kết quả thực nghiệm cho thấy tổng khe hở phù hợp với máy tách bùn $b = 0,5 \text{ mm}$ là phù hợp.



Hình 4. Khe hở tính toán

2.3. Tính chọn động cơ và các thông số động học khác

Bùn thải được chọn là loại phổ biến với độ pha rắn trung bình 45%; Năng suất tách nước $Q = 4 \text{ m}^3/\text{h}$.

Vận tốc bùn đầu vào trục vít:

$$v_{1-\max} = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi \cdot (D^2 - d^2)} = 1,83 (\text{m/s}) \quad (5)$$

Trong đó, A là diện tích mặt cắt ngang khoang tách bùn.

Với lượng bùn khô tách ra có độ ẩm 30% thì lượng nước tách ra 70% thì lưu lượng đầu ra của máy $Q' = 0,3Q = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$.

Vận tốc bùn đầu ra trục vít:

$$v_{2-\max} = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi \cdot (D^2 - d^2)} = 0,55 (\text{m/s}) \quad (6)$$

Tốc độ trục vít được tính theo vận tốc đầu ra:

$$n = \frac{60000 \cdot v}{\pi \cdot D} = 5,25 \text{ (Vòng/phút)} \quad (7)$$

Công suất trên trục vít tải xác định theo:

$$P = c_o \cdot \frac{QL}{360} + \frac{QH}{360} = 0,945 \text{ KW} \quad (8)$$

Trong đó: Q – Năng suất của vít tải (kg/giờ); L – Chiều dài vận chuyển (m), H – Chiều cao vận chuyển (m); c_o – Hệ số lực cản, liệu với bùn loãng lấy $c_o = 36$.

Hiệu suất chung của hệ thống:

$$\eta = \eta_{ol} \cdot \eta_{kn} \cdot \eta_{ck} = 0,72 \quad (9)$$

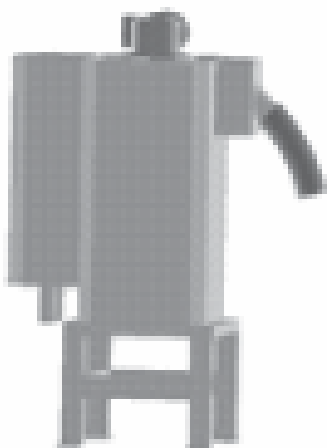
Công suất động cơ:

$$P_{dc} = \frac{P}{\eta} = \frac{0,945}{0,72} = 1,31 \text{ KW} \quad (10)$$

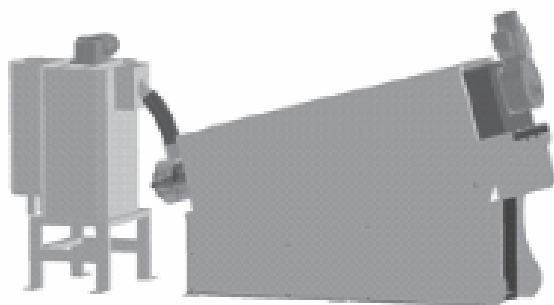
2.4. Kết cấu một số cơ cấu chính



Hình 5. Cụm tách bùn



Hình 6. Cụm bùn vào



Hình 7. Mô hình máy tách bùn

3. KẾT QUẢ

Dựa trên nguyên lý làm việc và đặc điểm cấu tạo máy. Nhóm tác giả tập trung tính toán động lực học hình thành trục vít của máy tách bùn. Từ đó, nhóm tập trung tính toán thiết kế và xây dựng mô hình các cụm tách nước, cụm truyền động, cụm khung máy và cuối cùng là bản vẽ lắp hoàn chỉnh (hình 7). Bản vẽ lắp là tài liệu quan trọng phục vụ quá trình chế tạo trong thời gian tới.

Lời cảm ơn:

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Mở – Địa chất đã hỗ trợ nguồn lực để thực hiện nghiên cứu cơ sở này, mã đề tài T23-02.❖

Ngày nhận bài: **28/9/2023**

Ngày phản biện: **25/10/2023**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. É. L. R. L. Bouchaib El idrissi, "*Dewatering Parameters in a Screw Press and their influence on the screw press outputs*". Chemical Engineering Research and Design, 2019.
- [2]. Nguyễn Văn Thơm, "Luận văn Thạc sĩ khoa học với đề tài "Nghiên cứu đánh giá xử lý bùn đỏ Tây Nguyên"". Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 2015.
- [3]. L. N. Vĩnh, "*Nghiên cứu thiết kế chế tạo thiết bị lọc chân không thùng quay*", 2009.
- [4]. L. F. F. M. a. B. U. Anne Wambui Mumbi, "*An assessment of multi-plate screw press in dewatering process of sludge treatment*". Int. J. Adv. Res. 5(12), , 2015, pp. 740-747,.
- [5]. J. v. J. Oliver, "*The Prediction of Filter Belt Press Dewatering Efficiency for Activated Sludge By Experimentation on Filtration Compression Cells*". Technology and Engineering University, 2016.
- [6]. T. Okada, "*New Screw Press Sludge Dewatering Equipment. Reduction of Sludge Moisture Content with a Minimum of Operator Maintenance*". Vol. 51, no. JAPAN TAPPI JOURNAL. , pp. . 351-356, 2017.
- [7]. R. B. T. Remat, "*A laboratory sludge press for characterizing sludge dewatering*". Water Science and Technology, Vols. Vol 35, pp. P 189-196, 2007.

