

Journal of Mining and Earth Sciences

Website: <https://jmes.humg.edu.vn>

Research and application of the simple structural surface (SSS) method for designing the cone window of lamella settling tank



Tan Dang Nguyen ^{1,*}, Luan Van Pham ²

¹ Thuyloi University, Hanoi, Vietnam

² Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam

ARTICLE INFO

Article history:

Received 21st May 2024

Revised 13th Aug. 2024

Accepted 21st Sept. 2024

Keywords:

Cone window,
Deformation,
Lamella settling tank,
Simple Structural Surface,
Stress.

ABSTRACT

Lamellar settling tanks are quite commonly used in wastewater treatment technology. They are used in water treatment facilities to remove most settleable solid particles by gravity settling. When repairing the sludge vane and cleaning the cone, removing the cone from the lamella settling tank is necessary. Because the sludge cone is installed at the bottom of the tank and has a large volume and size, a lot of time and effort is required to remove the sludge cone. Therefore, designing a cone window at the sludge cone will help workers clean the inside cone as well as quickly repair the mud wiper. When the sludge cone is a plate with a closed cone wall, the ability to bear the load of sludge on the cone wall is good. However, when opening the cone window, the pressure of the concentrated sludge can cause the cone window to crack, bulge outward and damage the sludge cone. To solve this problem, the Simple Structural Surface (SSS) method is researched and applied to the design of the lamella settling tank's cone window. SSS elements are welded onto the cone window to increase stiffness as well as reduce stress. The article analyzes the deformation and stress on the cone surface with different installation options for SSS elements by using CAE to evaluate, compare and select the most suitable stiffening option. The results of applying the SSS method show the effectiveness and influence of SSS elements in reducing stress and deformation of the cone window.

Copyright © 2024 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

*Corresponding author

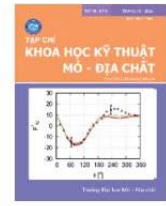
E - mail: nguyendangtan@tlu.edu.vn

DOI: 10.46326/JMES.2024.65(5).11



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <https://tapchi.humg.edu.vn>



Nghiên cứu, ứng dụng phương pháp cấu trúc bề mặt đơn giản trong thiết kế cửa thăm bể lắng lamella

Nguyễn Đăng Tấn^{1,*}, Phạm Văn Luận²

¹ Trường Đại học Thủy lợi, Hà Nội, Việt Nam.

² Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 21/5/2024

Sửa xong 13/8/2024

Chấp nhận đăng 21/9/2024

Từ khóa:

Bể lắng lamella,

Biến dạng,

Cấu trúc mặt phẳng đơn giản,

Cửa thăm,

Ứng suất.

TÓM TẮT

Bể lắng được sử dụng khá phổ biến trong công nghệ xử lý nước thải, công nghệ tuyển. Khi sửa chữa cánh gạt bùn và vệ sinh nón cần phải tháo rời nón khỏi bể lắng. Do nón chứa bùn nằm ở đáy bể, có khối lượng và kích thước lớn nên việc tháo nón chứa bùn tương đối tốn nhiều thời gian, công sức. Vì vậy, thiết kế cửa thăm tại nón chứa bùn sẽ giúp người thợ có thể vệ sinh nón chứa bùn cũng như sửa chữa cánh gạt bùn nhanh chóng. Khi nón chứa bùn là một khối có thành nón kín thì khả năng chịu tải trọng của bùn lên thành nón tốt. Tuy nhiên, khi mở cửa thăm, áp lực của bùn cô đặc có thể gây ra cửa thăm bị nứt và phồng ra phía ngoài gây phá hỏng nón chứa bùn. Để giải quyết vấn đề này, phương pháp cấu trúc mặt phẳng đơn giản (SSS) được nghiên cứu và ứng dụng cho thiết kế cửa thăm của bể lắng. Các phần tử SSS được hàn lên cửa thăm để tăng khả năng chịu lực cũng như giảm biến dạng. Bài báo phân tích biến dạng, ứng suất lên bề mặt nón với các phương án lắp đặt các phần tử SSS khác nhau bằng phần mềm mô phỏng kỹ thuật CAE để đánh giá, so sánh và lựa chọn phương án phù hợp nhất. Kết quả ứng dụng phương pháp SSS cho thấy hiệu quả và ảnh hưởng rõ ràng của các phần tử SSS trong việc giảm ứng suất và biến dạng của cửa thăm.

© 2024 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

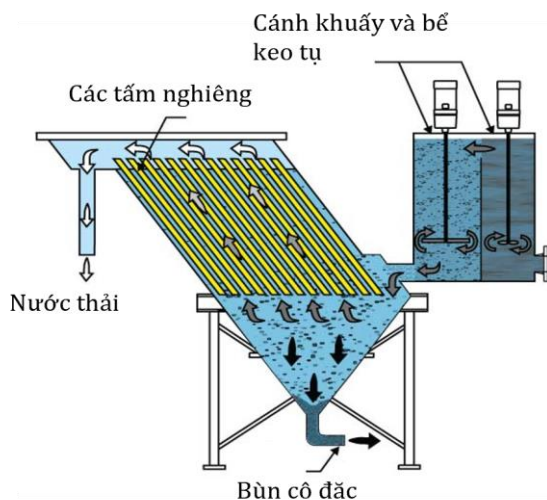
*Tác giả liên hệ

E - mail: nguyendangtan@tlu.edu.vn

DOI: 10.46326/JMES.2024.65(5).11

1. Mở đầu

Bể lắng lamella hay còn gọi là bể lắng dạng tấm nghiêng, bể lắng trong lớp mỏng, là loại thiết bị mới xuất hiện trên thế giới. Đây là loại thiết bị có hiệu suất, năng suất riêng cao và tiết kiệm diện tích nhà xưởng (Joaquín, và nnk., 2013). Các hạt rắn lắng đọng do trọng lực, trượt trên các tấm nghiêng vào ngăn chứa bùn và được tháo tải ở đáy. Tuy nhiên, khi cấp liệu với tốc độ cao sẽ làm dòng chảy giữa các tấm nghiêng bị chảy rối nên các hạt rắn bị cuốn vào sản phẩm tràn. Các tấm nghiêng được thiết kế với góc nghiêng đến 60 độ để bùn lắng trên các tấm nghiêng sẽ bị trượt theo các tấm nghiêng để rơi xuống đáy bể lắng, tuy nhiên vẫn có một lượng bùn bám trên tấm nghiêng và tích tụ dày lên theo thời gian và cần phải được vệ sinh tấm nghiêng định kỳ (Trinh, 2004). Bể lắng tấm nghiêng có ưu điểm là diện tích chiếm dụng nhỏ, công suất xử lý lớn, tiêu thụ năng lượng thấp, vận hành và bảo trì thuận tiện, chi phí thấp. Đây là một trong những thiết bị chính để tách chất lỏng rắn có thể được sử dụng trong khai thác mỏ, luyện kim, hóa chất, than đá, năng lượng điện, bảo vệ môi trường và các ngành công nghiệp khác, làm đặc và khử cặn vật liệu trung bình trong máy cô đặc, cũng như phân loại và phân loại chất nhờn than trong nhà máy rửa than (Rommel, 2012). Bể lắng lamella dẫn hướng dòng chảy đi qua khe các tấm nghiêng, hạt rắn sẽ lắng đọng trên các tấm nghiêng, các dòng chảy đi qua khe tấm nghiêng được thể hiện như Hình 1.



Hình 1. Dòng chảy đi qua các tấm nghiêng (Thomas, 2005).

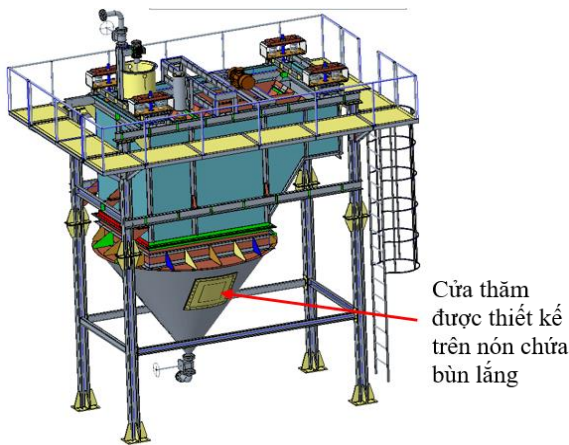
Thực tế tuyển quặng bauxit trên thế giới hầu hết đều áp dụng công nghệ tuyển rửa để thu hồi tinh quặng cấp +1(0,1) mm nên chi phí nước rửa thường rất lớn và nằm trong khoảng 7÷10 m³/tấn quặng nguyên khai. Chi phí nước rửa theo thiết kế cho nhà máy tuyển Lâm Đồng và Đắk Nông lần lượt là 7,09 và 7,81 m³/ tấn quặng nguyên khai. Nhưng nếu quặng nguyên khai chứa nhiều bùn sét và hạt mịn hơn so với thiết kế thì chi phí nước rửa sẽ tăng lên, chất lượng nước tuần hoàn giảm và ảnh hưởng xấu đến hiệu quả sản xuất của nhà máy. Hiện nay, Công ty nhôm Đắk Nông - TKV đã đi vào sản xuất ổn định, an toàn và đạt các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật. Sản phẩm nhôm của nhà máy có chất lượng tốt, bán chạy trên thị trường và đáp ứng được những đòi hỏi cao về chất lượng của khách hàng. Xưởng tuyển rửa làm việc ổn định và đảm bảo chất lượng sản phẩm theo thiết kế.

Nguyên nhân chính dẫn đến năng suất của xưởng tuyển rửa không vượt được năng suất cam kết là do bể cô đặc bị quá tải. Mặc dù, năng suất theo pha rắn vào bể cô đặc thấp hơn so với năng suất cam kết và lưu lượng bùn vào bể luôn ổn định là 3800 m³/h. Tuy nhiên, bể cô đặc vẫn bị quá tải do tỷ lệ cấp hạt mịn có trong quặng nguyên khai tăng so với thiết kế. Nước tuần hoàn từ bể cô đặc cung cấp cho sàng quay đánh toại và máy rửa cánh vuông. Chất lượng nước tuần hoàn ảnh hưởng trực tiếp tới năng suất và chất lượng sản phẩm của sàng đánh toại và máy rửa cánh vuông. Hàm lượng hạt mịn lơ lửng trong nước tuần hoàn lớn làm giảm áp lực nước rửa, hiệu quả rửa và làm giảm chất lượng quặng tinh. Đặc biệt, vào mùa mưa quặng nguyên khai đưa vào tuyển hầu hết lấy ở kho chứa quặng nguyên khai nhiều hạt mịn làm cho bể cô đặc bị quá tải dẫn đến bùn tràn vào máng chứa nước tuần hoàn. Để khắc phục hiện tượng tràn bùn, Công ty đã phải giảm năng suất tuyển rửa, thậm chí phải dừng sản xuất để xử lý. Theo thống kê, năng suất theo quặng tinh của xưởng vào mùa mưa và khô lần lượt là 5000 tấn/ngày và 6000 tấn/ ngày. Số giờ dừng sản xuất để xử lý sự cố bể cô đặc trong năm 2020 là 312,75 giờ.

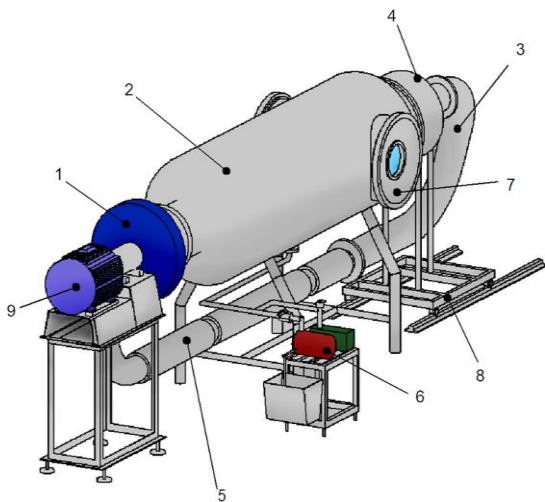
Do đó, việc nghiên cứu và định hướng áp dụng bể lắng lamella vào thực tế lắng đọng bùn tại Công ty nhôm Đắk Nông-TKV. Hiện nay, các bể lắng thường không bố trí cửa thăm để xử lý sự cố nếu bùn lắng tắc trong bể. Khi xảy ra hiện tượng này, toàn bộ phần nón sẽ phải tháo rời ra nên gây tốn thời gian và công sức của người sửa chữa.

Nhằm khắc phục vấn đề này, sản phẩm bể lắng lamella thiết kế có cửa thăm giúp cho việc sửa chữa cũng như vệ sinh bể lắng thuận lợi hơn (Hình 2).

Hiện nay, khi mở các cửa thăm tại các vị trí khác nhau của thiết bị, các ô cửa thăm có cấu tạo kiểu khung viền xung quanh. Để chống lại ứng suất cũng như biến dạng tại các cửa thăm, các khung viền thường là khối dày hoặc đặc để đảm bảo khả năng chịu lực. Tuy nhiên, kết cấu kiểu này thường làm tăng khối lượng phần lắp cửa thăm cũng như tổn vật liệu chế tạo. Hình 3 ví dụ một cửa thăm của thiết bị tạo chân không, cửa thăm số 7 được làm bằng tấm bích có chiều dài đủ lớn để chịu được áp suất nén của không khí bên ngoài vào bình chân không số 2 (Giuseppe, 2023).



Hình 2. Mô hình bể lắng lamella được thiết kế có công suất 20 m³/h.

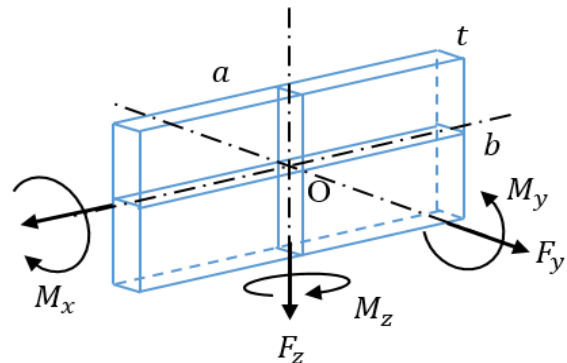


Hình 3. Ví dụ cửa thăm của thiết bị tạo chân không trung tâm (Giuseppe, 2023).

Tuy nhiên, khi cắt ô cửa thăm trên nón chứa bùn thì xuất hiện ứng suất và biến dạng ở cửa thăm, bể không đảm bảo an toàn làm việc. Vì vậy, khi cửa thăm được mở thì cần giải pháp thiết kế phù hợp.

2. Cơ sở lý thuyết phương pháp cấu trúc bề mặt đơn giản

Cấu trúc bề mặt đơn giản -Simple Structural Surface (SSS) là một phần tử cấu trúc phẳng hoặc cụm lắp ráp con có thể được coi là cứng chỉ trong mặt phẳng của chính nó. Hình 4 cho thấy một phần tử kết cấu như vậy có chiều dài a (m) và chiều cao b (m) lớn so với độ dày t (m) của nó. Xét các mặt cắt qua phần tử trong mặt phẳng x - y và mặt phẳng y - z , mômen quán tính của diện tích có thể thu được bằng các công thức tiêu chuẩn (Jason và nnk., 2002):



Hình 4. Định nghĩa một cấu trúc bề mặt đơn giản (Jason và nnk., 2002).

$$I_x = \frac{at^3}{12}; I_y = \frac{tb^3}{12}; I_z = \frac{bt^3}{12} \quad (1)$$

Vì t nhỏ nên mômen quán tính theo trục x và z là I_x và I_z sẽ rất nhỏ so với I_y tức là:

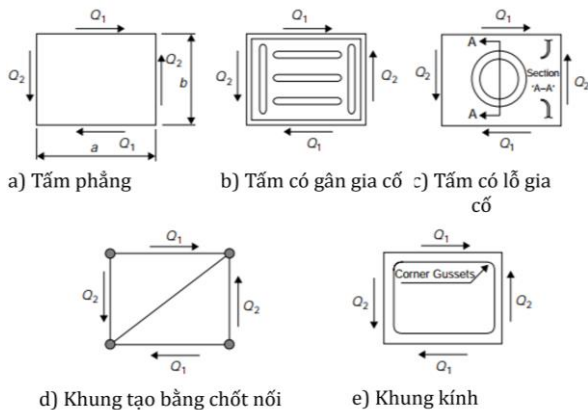
$$I_y \gg I_x \quad (m^4)$$

$$I_y \gg I_z \quad (m^4)$$

Do đó, SSS có khả năng chịu mô men uốn quanh trục y , nhưng có rất ít hoặc không có lực cản đối với mômen uốn quanh trục x và z .

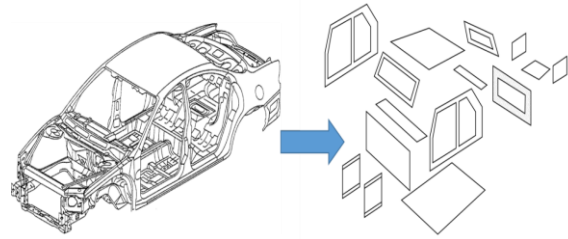
Các tải trọng trực tiếp F_x và F_z tác dụng trong mặt phẳng của SSS cũng sẽ được chống lại một cách thỏa đáng nhưng các tải trọng cục bộ thông thường dọc theo trục y (F_y), các mô men xoắn M_x, M_z tất nhiên sẽ dẫn đến sự uốn cong của SSS bằng cách uốn quanh trục z hoặc x .

Hình 5 trình bày các ví dụ về SSS hiệu quả. Tất cả các ví dụ đều phù hợp để chịu tải cắt như được chỉ ra bởi tải trọng biên Q_1 và Q_2 . Tấm cơ bản (Hình 5a) sẽ chịu tải hạn chế nếu độ dày của nó nhỏ khi lực tác dụng không hoàn toàn nằm trong mặt phẳng đi qua tấm và có xu hướng làm tấm bị vênh. Việc gia cố tấm bằng gân (Hình 5b) hoặc lỗ gia cố (Hình 5c) có thể tăng khả năng chịu tải. Khung được nối bằng chốt ở (Hình 5d) cũng sẽ cung cấp các đặc tính kết cấu phù hợp cho tải trọng Q_1 và Q_2 . Một khung vòng như khung kính chắn gió (Hình 5e) với điều kiện là có đủ độ cứng ở các góc và độ cứng của tấm bên thì cũng được coi là cấu trúc SSS.



Hình 5. Ví dụ về các cấu trúc là cấu trúc bề mặt đơn giản (SSS) (Jason, và nnk., 2002).

Khi mô hình hóa một cấu trúc theo cách này, có thể sớm nhận ra liệu SSS có đủ lực đỡ hoặc phản lực hay không và có thể cấu trúc đó bị thiếu hụt. Do đó, phương pháp SSS rất hữu ích trong việc xác định tính liên tục của các đường dẫn tải và từ đó xác định tính toàn vẹn của kết cấu. Phương pháp SSS bắt nguồn từ công trình của Tiến sĩ Janusz Pawlowski, nó như một công cụ để thiết kế quy trình hợp lý các đường dẫn tải trọng kết cấu thân xe cơ bản. Tiến sĩ Pawlowski đã áp dụng phương pháp của mình để thiết kế xe khách (xe buýt) tại Đại học Cranfield và ở Warsaw. Sau đó, ông đã áp dụng cho con (xem Hình 6), xe điện trong cả công việc học thuật và tư vấn cho Công nghiệp ô tô Ba Lan (Pawlowski, 1969). Các nguyên tắc của phương pháp SSS áp dụng cho các tính năng thiết kế chi tiết, cụm chi tiết cũng như các vấn đề học thuật được xây dựng và phát triển dựa trên phương pháp này.



Hình 6. Cấu trúc thân vỏ xe ô tô sedan được mô hình hóa bằng các tấm phẳng (Donald, 2011).

3. Thiết kế cửa thăm theo phương pháp SSS và mô phỏng xác định ứng suất, biến dạng

3.1. Tính toán phân bố áp suất bùn lắng lên cửa thăm

Áp suất thủy tĩnh tại điểm bất kỳ theo phương thẳng đứng được xác định theo công thức cơ bản sau:

$$p_y = p_0 + \rho gh \quad (2)$$

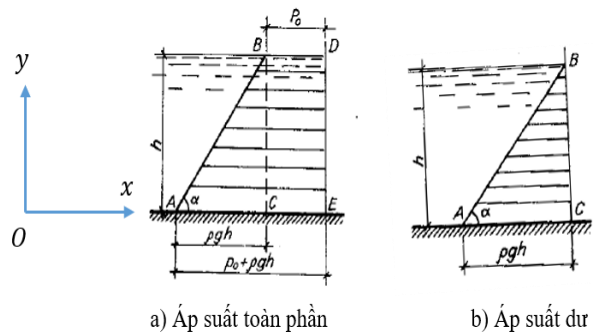
Trong đó: g – gia tốc trọng trường, $g = 9,81 m/s^2$; p_0 - áp suất trên bề mặt thoáng, N/m^2 ; h - chiều cao cột chất lỏng, m ; ρ - khối lượng riêng của chất lỏng, kg/m^3 .

Bể lắng lamella 20 m³/h thiết kế cho quặng có khối lượng riêng $\rho_q = 2500 kg/m^3$, nồng độ quặng chiếm 6%, còn lại nước chiếm 94% và khối lượng riêng của nước $\rho_n = 1000 kg/m^3$.

Do đó, khối lượng riêng của bùn (hỗn hợp quặng và nước) được xác định

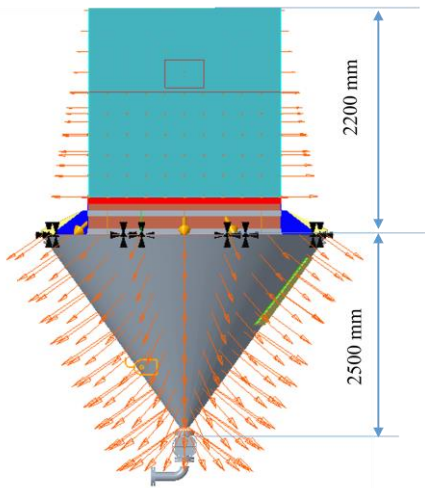
$$\rho_{hh} = 2500 * 0,06 + 1000 * 0,94 = 1090 kg/m^3$$

Sự phân bố áp suất thủy tĩnh theo chiều đứng phụ thuộc tuyến tính vào chiều sâu của điểm đang xét và có thể biểu diễn bằng đồ thị dưới dạng hình thang cho áp suất toàn phần và hình tam giác cho áp suất dư (xem Hình 7).



Hình 7. Áp suất thủy tĩnh tác dụng lên một điểm bất kỳ và thành bể (Nguyen, 1998).

Theo chiều từ trên xuống, áp suất của bùn tác dụng lên thành bể tăng dần. Để mô phỏng xác định ứng suất và biến dạng của cửa thăm, áp suất dư tác dụng lên bể được thể hiện như trong Hình 8.



Hình 8. Áp suất nước-bùn tác dụng lên thành bể.

Nón chứa bùn nằm dưới bể và cách mặt thoáng 2200 mm, do đó áp suất tại điểm vòng trên của cửa nón được xác định như sau:

$$p_{trên} = p_0 + \rho g y_t = 330.774 \text{ Pa}$$

Nón chứa bùn có chiều cao 2500 mm, tại vị trí đáy nón chứa bùn, áp suất tại đáy được xác định:

$$p_{đáy} = p_{trên} + \rho g y_d = 593.017 \text{ Pa}$$

Để lựa chọn phương án tăng cứng ô của thăm, độ biến dạng và ứng suất của cửa thăm dưới tác dụng áp suất bùn được xác định bằng phương pháp phần tử hữu hạn FEM.

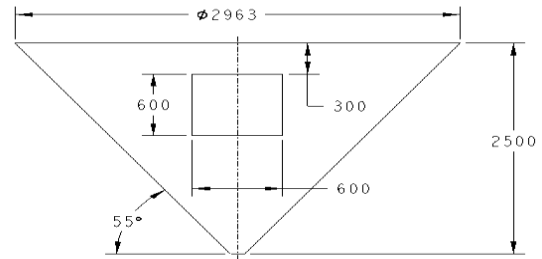
3.2. Xây dựng mô hình SSS cho khung cửa, xác định ứng suất và biến dạng

Một loạt các chuyên ngành thuộc lĩnh vực kỹ thuật cơ khí (như ngành hàng không, tàu thủy, ô tô, thiết bị khai thác mỏ,...) thường sử dụng FEM tích hợp trong thiết kế và phát triển sản phẩm. Một số phần mềm FEM hiện đại bao gồm các thành phần cụ thể như môi trường làm việc nhiệt, điện từ, chất lỏng và cấu trúc. Trong một mô phỏng cấu trúc, FEM giúp trong việc tạo ra độ cứng và ứng suất cũng như trong việc giảm thiểu trọng lượng, vật liệu và chi phí. FEM cho phép hình dung chi tiết về các cấu trúc uốn cong hoặc xoắn, chỉ ra sự phân bố ứng suất và biến dạng. Phần mềm FEM cung cấp một loạt các tùy chọn mô phỏng để kiểm soát sự phức tạp của cả mô hình hóa và phân tích của một hệ thống. FEM đã cải thiện đáng kể các tiêu

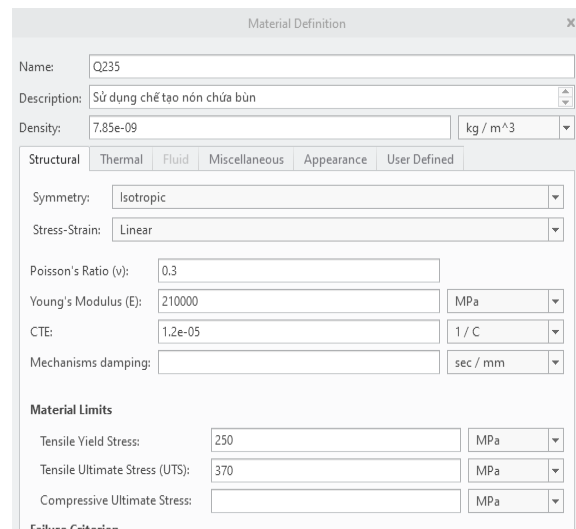
chuẩn thiết kế kỹ thuật và phương pháp, quá trình thiết kế trong nhiều ứng dụng của công nghiệp, giảm đáng kể thời gian để đưa một sản phẩm từ thiết kế vào sản xuất (Nguyễn & Trần, 2020; Trần & Nguyễn, 2023).

Chiều cao cột chất lỏng lớn nhất chứa trong bể lắng lamella được thể hiện trong Hình 8, kích thước phần nón chứa bùn cũng như cửa thăm được thể hiện trên Hình 9. Phần cửa thăm được thiết kế là một hình vuông có kích thước 600 mm, chiều dày nón được thiết kế bằng tôn tấm $\delta = 4 \text{ mm}$.

Do môi trường bùn không chứa các chất hóa học gây ăn mòn, độ pH của dung dịch khoảng bằng 7. Thép Q235 có khả năng kết hợp tốt giữa độ bền, độ dẻo, khả năng hàn nên được lựa chọn làm vật liệu chế tạo nón chứa bùn. Hình 10 định nghĩa tính chất của thép Q235 cho việc mô phỏng, giới hạn chảy của thép là 250 MPa và giới hạn bền được chọn là 370 MPa.



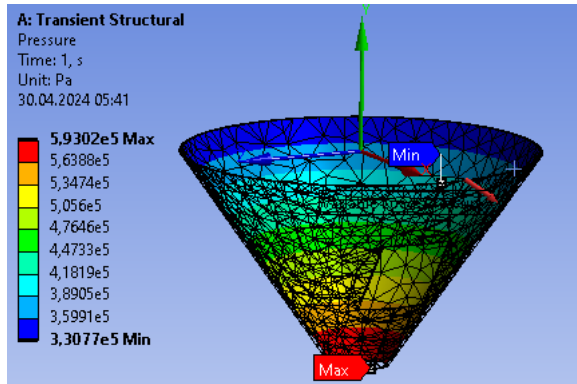
Hình 9. Kích thước cơ bản của nón chứa bùn và cửa thăm.



Hình 10. Định nghĩa đặc tính vật liệu phục vụ cho mô phỏng FEM.

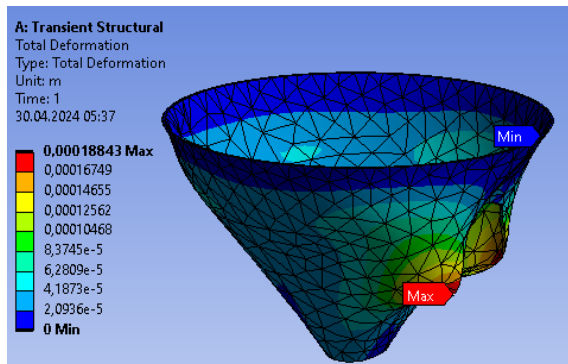
a) Cửa thăm không có các tấm SSS

Do trọng lực của bùn tác dụng lên thành nón làm cho áp suất tác dụng lên thành nón tăng dần. Theo tính toán, áp suất tác dụng lên thành nón phần trên và phần đáy là $330.774 Pa$ và $593.017 Pa$. Để biểu diễn sự phụ thuộc của áp suất vào chiều cao theo phương thẳng đứng, hệ trục tọa độ Oxyz được thiết lập như Hình 11. Giá trị và sự phân bố áp suất này lên nón chứa tăng dần theo phương trình bậc nhất ẩn số y được thể hiện trên Hình 11.

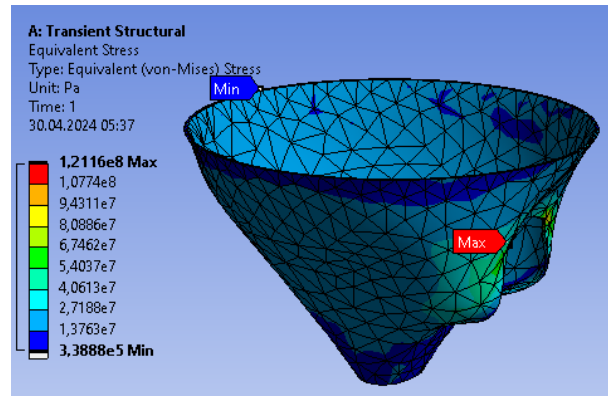


Hình 11. Áp suất bùn tác dụng lên thành nón chứa bùn có chiều dày tấm tôn 4 mm.

Dưới tác dụng của áp lực bùn lên thành nón, tại vị trí cửa thăm sẽ chịu ứng suất và biến dạng lớn nhất (xem Hình 12, Hình 13), bởi vì liên kết kín của tấm ghép thành nón đã bị phá vỡ, vị trí cửa thăm yếu nhất. Biến dạng lớn nhất là 0,188 mm và ứng suất lớn nhất là $1,24.10^8 Pa$.



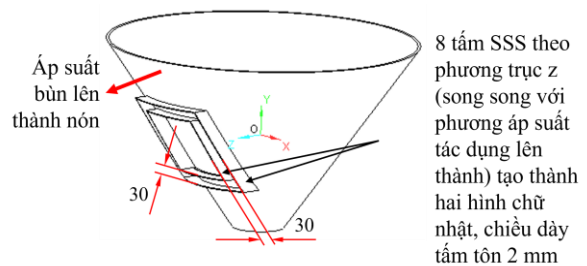
Hình 12. Biến dạng của nón chứa bùn khi có cửa thăm.



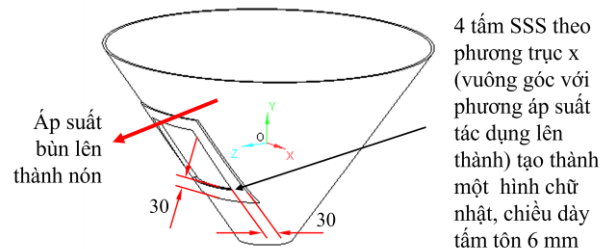
Hình 13. Ứng suất của nón chứa bùn khi có cửa thăm.

b) Thiết kế cửa thăm với các tấm SSS theo phương song song và vuông góc với áp suất bùn lên nón chứa

Do phần hình cắt trên nón chứa bùn làm kết cấu hình nón bị hở, dưới áp lực của bùn lên cửa thăm gây ra biến dạng, xu hướng phá hủy cửa thăm. Để xác định vai trò của các tấm SSS chống lại biến dạng và giảm ứng suất ở khu vực cửa thăm, mô hình SSS áp dụng cho cửa thăm được thiết kế thử nghiệm với hai trường hợp: tấm SSS đặt song song và tấm SSS đặt vuông góc với phương áp suất tác dụng lên thành nón (xem Hình 14, Hình 15). Vật liệu chế tạo các gân tăng cứng được chọn là thép Q235 có các thông số kỹ thuật được khai báo như trên Hình 10.



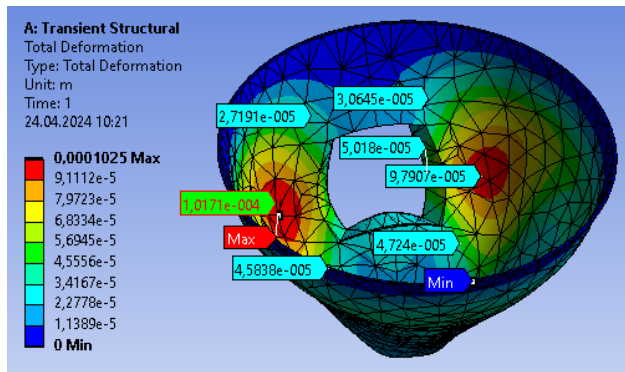
Hình 14. Tấm SSS bố trí theo phương song song với áp suất lên thành nón.



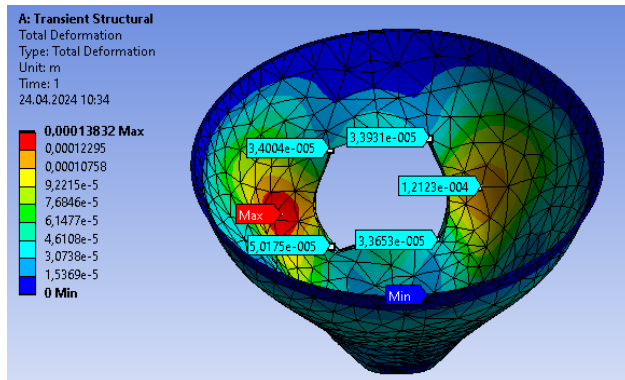
Hình 15. Tấm SSS bố trí theo phương vuông góc với áp suất lên thành nón.

c) Biến dạng

Khi tấm SSS đặt song song với chiều áp suất tác dụng lên thành nón thì mức độ biến dạng của nón nhỏ hơn trường hợp tấm SSS khi đặt vuông góc với phương áp suất. Giá trị biến dạng lớn nhất khi tấm SSS đặt song song là 0,1025 mm, trong khi đó khi tấm SSS đặt vuông góc với phương áp suất là 0,138 mm (xem Hình 16, Hình 17). Vị trí biến dạng lớn nhất (phần màu đỏ) không phải ở cửa thăm mà cách đó một khoảng. Điều này cho thấy vai trò của tấm SSS chống lại sự biến dạng của cửa thăm dưới áp suất bùn.



Hình 16. Biến dạng cửa thăm khi tấm SSS bố trí theo phương song song với áp suất lên thành nón.

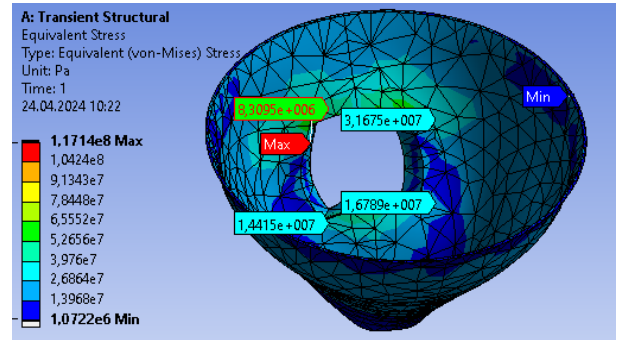


Hình 17. Biến dạng cửa thăm khi tấm SSS bố trí theo phương vuông góc với áp suất lên thành nón.

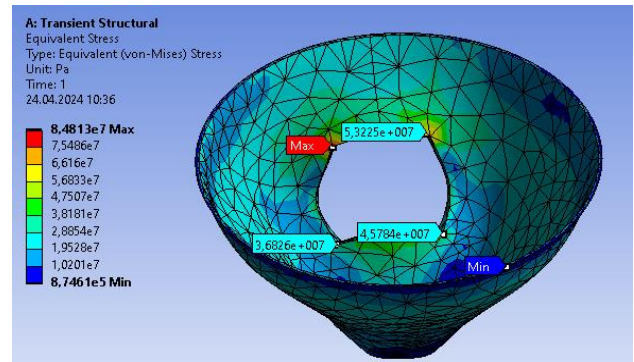
d) Ứng suất

Ngược với so sánh độ biến dạng của nón chứa bùn, ứng suất lớn nhất của cửa thăm khi các tấm SSS bố trí song song ($1,17 \cdot 10^8 Pa$), lớn hơn ứng suất lớn nhất của cửa thăm khi các tấm SSS bố trí vuông góc ($8,48 \cdot 10^7 Pa$) (xem Hình 18, Hình 19). Biến dạng lớn nhất không xuất hiện tại vị trí cửa thăm nhưng ứng suất lớn nhất luôn tập trung

tại các góc, bởi vì các góc của cửa thăm là nơi tập trung ứng suất.

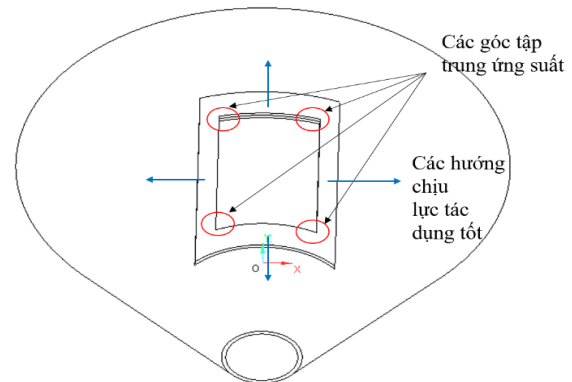


Hình 18. Ứng suất cửa thăm khi tấm SSS bố trí theo phương song song với áp suất lên thành nón.



Hình 19. Ứng suất cửa thăm khi tấm SSS bố trí theo phương vuông góc với áp suất lên thành nón.

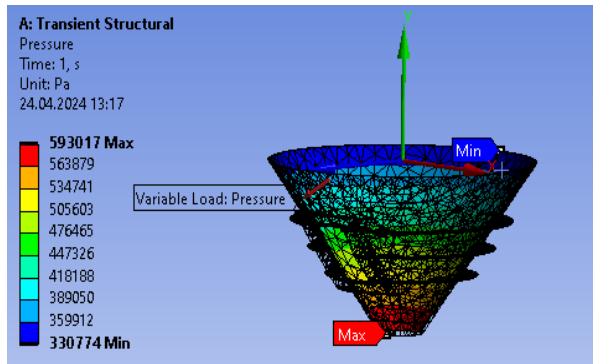
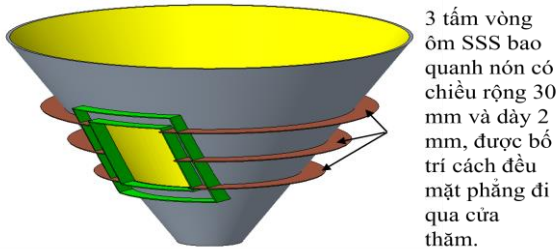
Căn cứ vào lý thuyết về phương pháp SSS, các tấm SSS có cạnh vuông góc với phương áp suất tác dụng lên thành nón sẽ chịu lực tốt hơn rất nhiều so với bố trí các tấm SSS song song với phương áp suất (xem Hình 20).



Hình 20. Góc tập trung ứng suất và các hướng tấm SSS chịu tốt lực tác dụng.

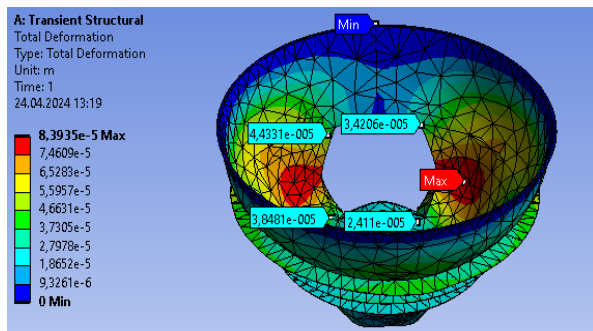
e) Xây dựng mô hình SSS cho viền bao quanh nón

Với kết cấu tấm SSS áp dụng cho cửa thăm thì vùng biến dạng nhiều nhất không xuất hiện tại khu vực cửa thăm mà chuyển sang khu vực gần đó. Để giảm biến dạng khu vực này, mô hình SSS tấm sẽ được đưa vào xung quanh phần nón (xem Hình 21). Các tấm SSS bao quanh thân hình nón gồm 3 vòng đai.



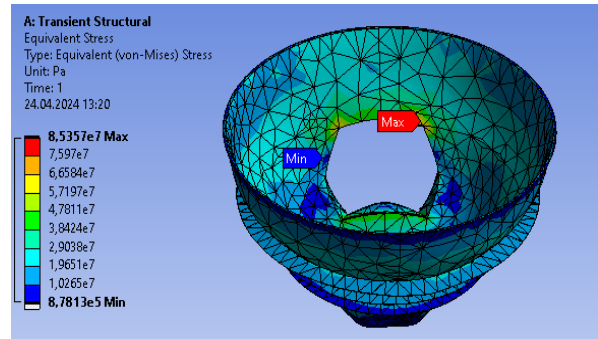
Hình 21. Thiết kế vành SSS bao quanh nón.

Với các thông số làm việc giống như hai trường hợp trên, kết quả mô phỏng biến dạng của nón được thể hiện trên Hình 22. Giá trị biến dạng lớn nhất bằng 0,0839 mm; vùng biến dạng lớn nhất nằm tại tấm SSS đai giữa. Khi so sánh với trường hợp không có tấm SSS bao quanh thì giá trị biến dạng là 0,1025 mm. Điều này thể hiện vai trò của tấm mỏng SSS trong chống lại sự biến dạng.



Hình 22. Biến dạng lớn nhất của nón.

Ứng suất lớn nhất tác dụng lên nón được thể hiện trên Hình 23. Ứng suất lớn nhất xuất hiện tại góc cửa thăm với giá trị $8,56 \cdot 10^7 Pa$. Nếu không có đai ôm thì ứng suất lớn nhất như kết quả ở phần trên là $(1,17 \cdot 10^8 Pa)$.



Hình 23. Ứng suất lớn nhất của nón.

4. Thảo luận

Các tấm phẳng mỏng được sử dụng để thiết kế cửa thăm của bể lắng Lamella đã cho thấy hiệu quả rõ ràng về giảm ứng suất và biến dạng. Thay vì sử dụng tấm thép làm nón chứa bùn có độ dày từ $8 \div 12 mm$ thì có thể sử dụng tấm thép làm nón chứa bùn có chiều dày 4 mm, kết hợp với các tấm mỏng có chiều dày 2 mm, chiều rộng 30 mm gia cố xung quanh cửa thăm vẫn đảm bảo an toàn cho cửa thăm khi chịu áp suất nén lên thành nón.

5. Kết luận

Nón chứa bùn cô đặc của bể lắng Lamella luôn chịu áp suất nén của bùn lên thành nón. Vị trí cửa thăm là nơi tập trung ứng suất và biến dạng lớn nhất. Để giảm ứng suất, biến dạng mà không tăng chiều dày tôn làm nón, phương pháp cấu trúc bề mặt đơn giản SSS được áp dụng để thiết kế cửa thăm. Một số kết quả chính thu được như sau:

- Khi ô cửa thăm hình chữ nhật trên thành nón, dưới áp suất của bùn cô đặc làm ứng suất lớn nhất tại góc hình chữ nhật là $1,24 \cdot 10^8 Pa$ và biến dạng lớn nhất tại mặt phẳng đi qua trung điểm hình chữ nhật theo phương thẳng đứng là 0,188 mm.

- Khi sử dụng các phần tử SSS hàn lên thành nón có phương song song với áp suất của bùn cô đặc lên thành nón thì ứng suất lớn nhất vẫn xuất hiện tại góc của cửa thăm với giá trị $8,56 \cdot 10^7 Pa$, biến dạng lớn nhất cũng xuất hiện tại vị trí như

không có các phần tử SSS nhưng với giá trị là 0,0839 mm.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã hỗ trợ kinh phí để thực hiện đề tài “*Nghiên cứu nâng cao hiệu quả lắng đọng bùn cho các công ty Nhôm thuộc TKV*”. Trên cơ sở đề tài được phê duyệt, nhóm thành viên thực hiện đề tài cần nghiên cứu, thiết kế bể lắng có công suất đến $20m^3/h$ với cửa thăm ở nón chứa bùn để có thể sửa chữa cánh gạt bùn và vệ sinh nón chứa bùn thuận lợi.

Đóng góp của tác giả

Nguyễn Đăng Tấn - Nghiên cứu cơ sở tính toán, thiết kế và mô phỏng các giải pháp sử dụng các tấm SSS tăng cứng cho cửa thăm; Phạm Văn Luận - Phân tích nguyên lý làm việc, phạm vi sử dụng của bể lắng Lamella trong lĩnh vực tuyển; đánh giá nhu cầu, tính cấp thiết, nhu cầu sử dụng bể lắng Lamella trong nhà máy nhôm Đắk Nông.

Tài liệu tham khảo

- Donald, E. M. (2011). *Fundamentals of Automobile body structure design*. SAE International, 470 pages.
- Giuseppe, S. (2023). *Cold-Gas Experiments on Advanced Nozzles in Subsonic Counter-Flows*. Aerospace Europe Conference, 10th EUCASS.

- Jason, C. B., John R., Stan, T. S. (2002). *Motor Vehicle Structures: Concepts and Fundamentals*. Butterworth-Heinemann, 302 pages.
- Joaquín, S. L., Alfredo, J. B., Pablo, U. R. (2013). *Lamella settling series: primary treatments*. Universidade da coruña, 30 pages.
- Nguyen, T. (1998). *Thủy lực - Tập 1*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội, 180 trang.
- Nguyen, D. T., Tran, V. L. (2020). Ứng dụng phần mềm Creo Parametric để mô phỏng động học của giá thủy lực liên kết xích. *Tạp chí công nghiệp mỏ*, số 3, 51-57.
- Pawlowski, J. (1969). *Vehicle Body Engineering, Business Books*. Publisher Business Books, 300 pages
- Rommel, H. (2012). *Basics in Minerals Processing*. Metso Expect results, 348 pages.
- Thomas, E. W. (2005). *Clarifier design*. McGraw-Hill, 716 pages.
- Trinh, X. L. (2004). *Xử lý nước cấp cho sinh hoạt và công nghiệp*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội, 522 trang.
- Tran, V. L., Nguyen, D. T. (2023). Nghiên cứu va chạm của xe goòng sử dụng chở vật liệu nổ công nghiệp. *Tạp chí công nghiệp mỏ*, số 1, 25-29.