

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM SOLIDWORKS THIẾT KẾ KẾT CẤU THÉP THIẾT BỊ SÀNG CƠ ĐỘNG LẮP TRÊN MÁY ĐÀO MỘT GẦU

APPLYING SOLIDWORKS SOFTWARE TO DESIGN STEEL FRAMES OF SCREENING BUCKET ASSEMBLED ON HYDRAULIC EXCAVATOR

TS. Trần Thanh An, ThS. Đỗ Hữu Tuấn
Trường Đại học Công nghệ Giao thông Vận tải

TÓM TẮT

Bài báo trình bày phương pháp tính toán thiết kế kết cấu thép của thiết bị sàng quay tích hợp trên máy đào bằng phần mềm Solidworks. Mô hình tính của thiết bị sàng được xây dựng bằng phần mềm, sau đó được phân tích bằng phương pháp phần tử hữu hạn. Kết quả tính được sử dụng để chế tạo thử thiết bị trong nước.

Từ khóa: Ứng dụng phần mềm Solidworks; Gầu sàng; Máy đào một gầu.

ABSTRACT

The article represents the applying Solidworks software to design steel components of the Screening Bucket assembled on hydraulic excavators. The model of equipment is drawn and analyzed in the software using FEM method. The results of the analysis are used for manufacturing the sample of the equipment.

Keywords: Screening Bucket; Excavator Working Equipment; Solidworks Applications.

1. MỞ ĐẦU

Theo [1], máy đào là một máy chủ đạo để đào và khai thác đất, cát phục vụ công việc xây dựng cơ sở hạ tầng trong các lĩnh vực: Xây dựng dân dụng và công nghiệp, khai thác mỏ, xây dựng thủy lợi, xây dựng cầu đường.

Trong xây dựng dân dụng và công nghiệp: Đào hố móng, đào rãnh thoát nước, đường điện ngầm. Ngoài ra, còn có thể sử dụng thay cần trục khi lắp các ống thoát nước, hoặc thay các búa đóng cọc để thi công móng cọc.

Trong xây dựng thủy lợi: Đào kênh, mương, nạo vét sông ngòi, bến cảng, ao, hồ...

khai thác đất để đắp đập, đắp đê.

Trong xây dựng cầu đường: đào móng, khai thác đất, cát đắp đường, nạo, bạt sườn đồi để tạo ta luy khi thi công đường sát sườn núi.

Trong khai thác mỏ: bóc lớp đất tằm thực vật phía trên bề mặt đất, khai thác mỏ lộ thiên (than, đất sét, cao lanh, đá sau nổ mìn...)

Trong các lĩnh vực khác: nhào trộn vật liệu trong các nhà máy hóa chất. Tiếp liệu cho các trạm trộn bê tông, bê tông át phan... Bốc xếp vật liệu trong các ga tàu, bến cảng. Khai thác sỏi, cát ở lòng sông.

Ngoài ra, máy cơ sở của máy xúc một gầu có thể lắp các thiết bị thi công khác ngoài thiết bị gầu xúc như: cần trục, búa đóng cọc, thiết bị cắm bậc thềm. Liên quan đến lĩnh vực thiết kế, chế tạo thử nghiệm thiết bị công tác lắp trên máy đào một gầu. Theo [2,3], nhóm tác giả và cộng sự đã bảo vệ thành công 02 đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Bộ Giao thông Vận tải với các đề tài sau: “Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị cắt bê tông cốt thép tích hợp trên máy xúc thủy lực phục vụ thi công và ứng cứu nhanh trong sửa chữa các công trình giao thông” mã số DT153047, và “Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thử nghiệm thiết bị nghiền cơ động lắp trên máy xúc một gầu đáp ứng sản xuất vật liệu xây dựng phục vụ các công trình phân tán tại Việt Nam” mã số DT194067. Hai đề tài trên đã trình bày được phương pháp tính toán thiết kế, và đề xuất hướng thiết kế các bộ công tác trong nước, nhằm đảm bảo được tính chủ động trong sử dụng cũng như tiết kiệm giá thành so với thiết bị nhập ngoại. Kết quả của các đề tài trên cũng khẳng định được khả năng làm chủ công nghệ của các trường đại học.



a) b)
Hình 1. Bộ công tác lắp trên máy đào:
a) Bộ cắm bậc thềm; b) Búa thủy lực



a) b)
Hình 2. Thực nghiệm kết quả nghiên cứu KHCN cấp bộ GTVT:
a) Bộ công tác cắt bê tông cốt thép;
b) Bộ công tác nghiền đá

Nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng đa dạng của các thiết bị công tác lắp trên máy đào, tác giả đã tiếp tục đề xuất đề tài “Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thử nghiệm thiết bị sàng cơ động lắp trên máy đào một gầu đáp ứng sản xuất vật liệu xây dựng phục vụ các công trình phân tán tại Việt Nam” mã số DT223029. Trong đề tài này, nhiệm vụ tính toán thiết kế kết cấu thép của thiết bị sàng là một nhiệm vụ quan trọng, cần phải sử dụng phần mềm hiện đại để nghiên cứu.

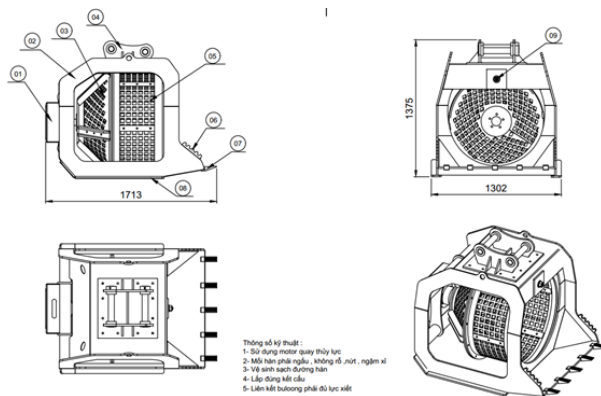
2. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ KẾT CẤU THÉP CỦA LỒNG SÀNG VÀ KHUNG CHÍNH

Bộ công tác máy sàng có cấu tạo như thể hiện trên Hình 3. Để dẫn động quay cho mặt sàng, sử dụng mô tơ thủy lực (1), công suất được truyền đến trục sàng thông qua hộp giảm tốc gắn liền với trục động cơ; nguồn thủy lực dẫn động mô tơ được lấy từ máy cơ sở mà không cần phải thiết kế bộ nguồn riêng cho thiết bị sàng (đảm bảo khả năng tích hợp, tính cơ động của bộ công tác). Sàng được kết nối với tay gầu của máy đào bằng bộ liên kết (4). Bộ công tác có thể đào (tích) đá vào sàng, sau đó mặt sàng sẽ quay để phân loại đá.

Năng suất của bộ công tác thiết kế khi sàng bê tông, gạch có kích thước 20x40 mm là 10 tấn/giờ; kích thước (đường kính ống sàng) đến 880 mm; lắp đặt tích hợp trên máy xúc thủy lực từ 12÷26 tấn; áp lực làm việc của hệ thống thủy lực đến 28Mpa, lưu lượng 60 lít/phút.

Theo cấu tạo của sàng, kết cấu thép là phần quan trọng, cần phải được tính toán thiết kế để đảm bảo được độ bền và đảm bảo được tính kinh tế, và khả năng chế tạo trong nước. Tuy nhiên, kết cấu phức tạp nên cần phải áp dụng phần mềm để tính toán.





Hình 3. Cấu tạo bộ công tác sàng quay lắp trên máy đào một gầu:

1 - Động cơ (hộp giảm tốc); 2 - Khung đỡ chính; 3 - Mặt sàng côn; 4 - Bộ liên kết gầu; 5 - Mặt sàng trụ; 6 - Lưỡi cắt cạnh; 7 - Ràng cắt chính; 8 - Bộ chân tiếp đất; 9 - Con lăn đỡ.

2.1. Tải trọng tác dụng lên bộ công tác

* Tải trọng do trọng lượng vật liệu trong lồng sàng:

Với điều kiện thi công sàng phân loại sản phẩm của quá trình nghiền chất thải rắn trong xây dựng, chọn khối lượng riêng $\rho = 1,7$ (T/m^3), trọng lượng riêng của vật liệu $\gamma = 16677$ (N/m^3), thể tích gầu sàng $V = 0,5$ (m^3).

Trọng lượng vật liệu chứa trong lồng sàng:

$$G = V \cdot \gamma = 0,5 \cdot 0,8 \cdot 16677 = 6670,8 (N) \quad (1)$$

* Tải trọng động tác động lên bộ công tác:

Để xác định được tải trọng quán tính cần xác định số vòng quay của lồng sàng. Cơ sở khoa học của việc xác định số vòng quay của lồng sàng là sàng phải đảm bảo năng suất thiết kế $Q = 10$ tấn/giờ. Tuy nhiên trong phần tính toán bền kết cấu, các tải trọng động sinh ra sẽ được tính thông qua hệ số động $k = 1,2$.

Vậy tải trọng tác động lên lồng sàng tính theo công thức:

$$G_{tt} = G \cdot k = 8004,96 (N) \quad (2)$$

* **Vật liệu:** Thép hợp kim có ứng suất cho phép $[\sigma] = 300$ Mpa. Vì lồng sàng thường xuyên phải tiếp xúc với vật liệu sắc cạnh, có ma sát lớn.

2.2. Xây dựng mô hình tính và phân tích kết quả

Các bước cơ bản tính toán bền chi tiết bằng phần mềm Solidworks:

- Bước 1: Xây dựng mô hình 3D, mô hình 3D được thiết kế theo kích thước và hình dạng theo yêu cầu thực tế, tuy nhiên trong một số trường hợp sẽ phải đơn giản hóa tại một số vị trí lắp ghép.

- Bước 2: Chọn và áp đặt vật liệu cho mô hình tính, Solidworks cung cấp đa dạng mẫu vật liệu theo tiêu chuẩn quốc tế, tiêu chuẩn Mỹ, tiêu chuẩn Anh...

- Bước 3: Gán liên kết, ràng buộc cho mô hình tính, Solidworks cũng cung cấp đầy đủ các dạng liên kết: ngầm, liên kết tựa, liên kết bản lề...

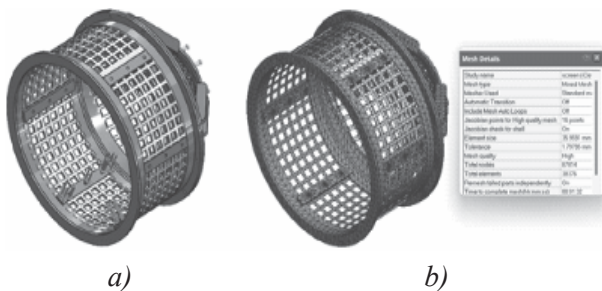
- Bước 4: Gán tải trọng tác dụng lên mô hình.

- Bước 5: Chia lưới phần tử hữu hạn cho mô hình, trong Solidworks nếu người dùng không có điều khiển lưới đặc biệt thì phần mềm sẽ tự động lựa chọn loại phần tử phù hợp cho mô hình.

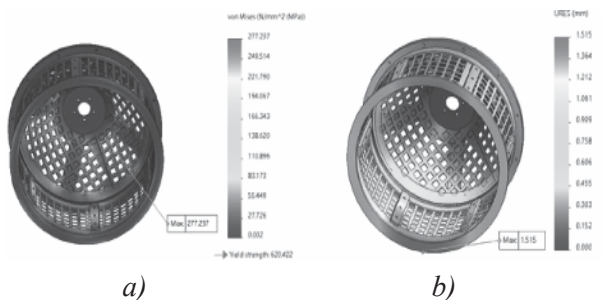
- Bước 6: Phân tích bài toán và hậu phân tích, trong bước này sẽ cho kết quả phân tích của bài toán thông thường gồm ứng suất, chuyển vị, biến dạng của mô hình.

2.2.1. Kết cấu lồng sàng

Kết cấu lồng sàng là kết cấu tiếp xúc trực tiếp với vật liệu sàng (đá, bê tông...). Do vậy khi thiết kế kết cấu này cần đảm bảo khả năng chịu lực và khả năng chống mài mòn. Tải trọng từ vật liệu tác dụng lên mặt sàng. Trục đỡ mặt sàng được liên kết với khung chính bằng ổ đỡ. Khi làm việc kết cấu chịu lực như dầm công-xôn.



Hình 4. Mô hình tính kết cấu mặt sàng:
a) Sơ đồ tải trọng tác dụng, b) Chia lưới phần tử

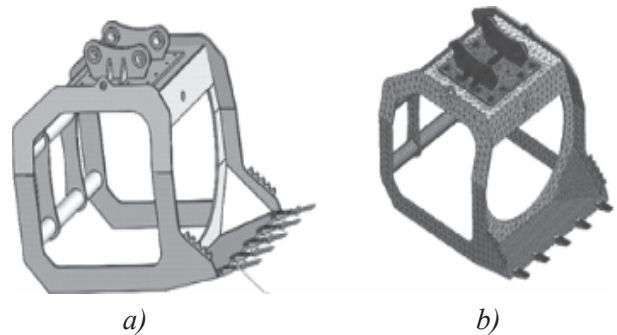


Hình 5. Kết quả phân tích:
a) Ứng suất, b) Chuyển vị

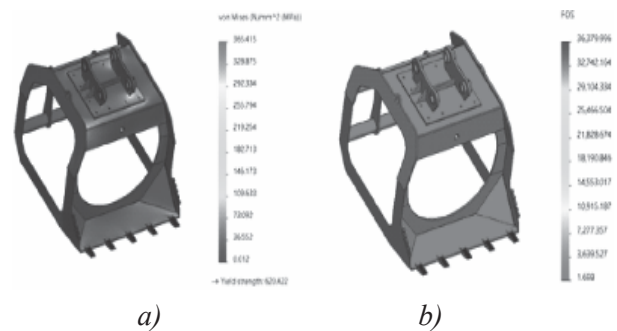
Qua kết quả phân tích, ta thấy ứng suất lớn nhất xuất hiện tại vị trí liên kết giữa sàng và khung chính. Kết quả này phù hợp với điều kiện làm việc của dầm công-xôn. Giá trị ứng suất lớn nhất trên mô hình tính bằng 227.237 Mpa, so sánh với ứng suất cho phép của vật liệu 450 Mpa có thể thấy kết cấu đảm bảo độ bền. Độ cứng thông qua giá trị chuyển vị lớn nhất trên mô hình tính là 1.515 (mm). Giá trị này cho thấy kết cấu đảm bảo độ cứng.

2.2.2. Kết cấu khung chính

Kết cấu khung chính là bộ phận liên kết sàng với máy cơ sở (máy đào).



Hình 6. Sơ đồ tính kết cấu khung chính:
a) Sơ đồ tính, b) Chia phần tử



Hình 7. Kết quả phân tích:
a) Ứng suất, b) Hệ số an toàn

Theo kết quả phân tích (Hình 7), ứng suất trên lớn hơn khung chính có thể đạt đến giá trị 365.415 N/mm², giá trị này nhỏ hơn giá trị ứng suất cho phép của vật liệu 450 N/mm². Hệ số an toàn của kết cấu khi làm việc nhỏ nhất là 1.698 nên kết cấu đảm bảo an toàn khi làm việc.

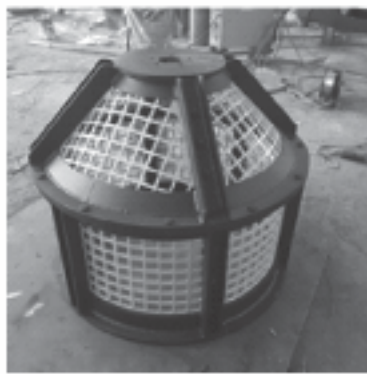
3. MỘT SỐ HÌNH ẢNH QUÁ TRÌNH CHẾ TẠO THIẾT BỊ

Dựa trên kết quả tính toán bằng phần mềm Solidworks, sản phẩm mẫu đã được chế tạo thành công.





a)



b)



c)

Hình 8. Chế tạo thử thiết bị sàng:

a) Kết cấu khung chính, b) Kết cấu lồng sàng, c) Lắp ráp thiết bị

4. KẾT LUẬN

- Bài báo đã phân tích được các tải trọng tác dụng lên thiết bị sàng; xây dựng được mô hình tính của khung chính và lồng sàng bằng phần mềm Solidworks. Đã sử dụng mô-đun phần tử hữu hạn (FEM) tích hợp trong phần mềm để phân tích kết quả ứng suất, biến dạng, hệ số an toàn của đối tượng nghiên cứu. Kết quả mô phỏng trực quan và đảm bảo độ chính xác.

- Kết quả tính toán của bài báo đã được sử dụng để chế tạo thành công thiết bị sàng cơ động lắp trên máy đào một gầu truyền động thủy lực. ♦

Ngày nhận bài: **25/02/2023**

Ngày phản biện: **15/3/2023**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Phạm Hữu Đồng, Hoa Văn Ngũ, Lưu Bá Thuận; *Máy làm đất*, NXB. Xây dựng, (2004).
- [2]. Trần Thanh An và cộng sự: “*Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị cắt bê tông cốt thép tích hợp trên máy xúc thủy lực phục*

vụ thi công và ứng cứu nhanh trong sửa chữa các công trình giao thông”, mã số DT 153047.

[3]. Trần Thanh An và cộng sự: “*Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thử nghiệm thiết bị nghiền cơ động lắp trên máy xúc một gầu đáp ứng sản xuất vật liệu xây dựng phục vụ các công trình phân tán tại Việt Nam*”, mã số DT194067.

[4]. Trần Quang Quý, Nguyễn Văn Vịnh, Nguyễn Bính; *Máy và thiết bị sản xuất vật liệu xây dựng*, NXB. Giao thông Vận tải, (2001).

[5]. David C. Planchard (2018); *Engineering Design with Solidworks*, Publisher Stephen Schrof, www.SDCpublications.com

[6]. Huei-Huang Lee (2014), *Mechanics of Materials Labs with Solidworks Simulation 2014*, Publisher Stephen Schrof, www.SDCpublications.com.