

ỨNG DỤNG SOLIDWORKS ĐỂ TỐI ƯU GÀU ĐÀO CỦA MÁY ĐÀO MỘT GÀU

APPLICATION OF SOLIDWORK SOFTWARE TO OPTIMIZE THE BUCKET OF EXCAVATOR

PGS,TS. Nguyễn Văn Vịnh
Trường Đại học Giao thông Vận tải

TÓM TẮT

Bài báo trình bày tóm tắt kết quả phân tích trạng thái chịu lực của gầu đào trong quá trình làm việc. Tác giả sử dụng phần mềm Solidworks – Simulation để mô phỏng và phân tích phần tử hữu hạn gầu đào, tối ưu gầu đào nhằm xác định kích thước hợp lý của gầu đào máy đào một gầu đảm bảo khả năng làm việc.

Từ khóa: Gầu đào; Răng gầu; Máy đào.

ABSTRACT

This article presents a summary of the results of the analysis of the load-bearing the bucket during the working process. The author uses Solidworks – Simulation software to simulate and analyze the bucket, optimize the bucket to determine the reasonable size of the bucket.

Keywords: Bucket; Bucket teeth; Excavator.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên thế giới, việc sử dụng máy đào một gầu truyền động thủy lực đã được sử dụng từ lâu tại hầu hết các công trình xây dựng phục vụ cho công tác làm đất, giải phóng sức lao động và nâng cao năng suất,... Ở Việt Nam, máy đào một gầu truyền động thủy lực có số lượng và chủng loại ngày càng tăng nhằm đáp ứng nhu cầu xây dựng cơ sở hạ tầng. Hàng năm, lượng nhập khẩu các chủng loại máy đào vào Việt Nam trên 10.000 chiếc cả mới và đã qua sử dụng, với các máy đào bánh xích chiếm tới 90%, từ các thương hiệu lớn như: Komatsu, Kobelco, Doosan, Hitachi, Hyundai, Volvo,... Việc sử dụng các bộ công tác khác nhau như

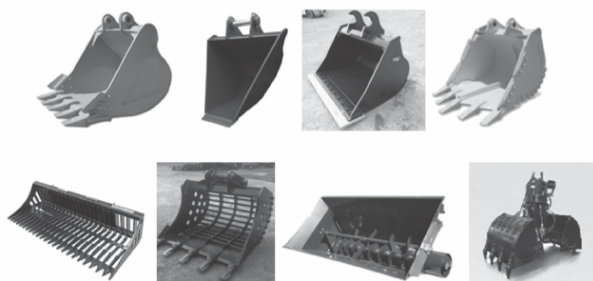
gầu đào đất thường, gầu đào đất cứng, gầu nạo vét kênh, gầu ngoạm,... phục vụ tính đa năng trong công việc của máy đào đang được quan tâm và phát triển. Trong quá trình sử dụng máy, bộ phận công tác của máy (gầu đào) thường xuyên làm việc với khả năng chịu tải và mài mòn cao, nhất là khi thi công các loại đất cứng, nhu cầu thay thế gầu đào trên máy là rất lớn [2], [3], nhưng giá thành gầu nhập từ các hãng để thay thế lại rất cao, do đó việc nghiên cứu để có cơ sở chế tạo gầu đào trong nước là cần thiết. Trong phạm vi bài báo này, xin trình bày các kết quả nghiên cứu tối ưu gầu của máy đào bằng phương pháp phần tử hữu hạn với sự trợ giúp của phần mềm Solidworks, [5].



2. NỘI DUNG

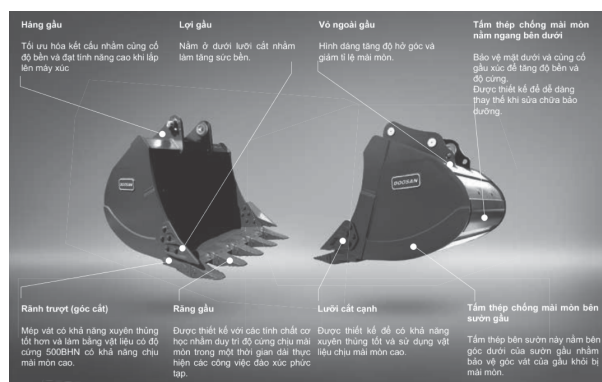
2.1. Khái niệm gầu đào đất cứng

Hiện nay, gầu xúc được trang bị lắp trên máy đào một gầu truyền động thủy lực có nhiều loại gầu xúc khác, tùy thuộc vào từng công việc cụ thể có thể lựa chọn loại gầu cho phù hợp, trong một số trường hợp việc chọn sai loại gầu sẽ làm giảm năng suất từ 30-40%. Dưới đây là một số loại gầu xúc:



Hình 1. Một số loại gầu được sử dụng lắp trên máy đào một gầu

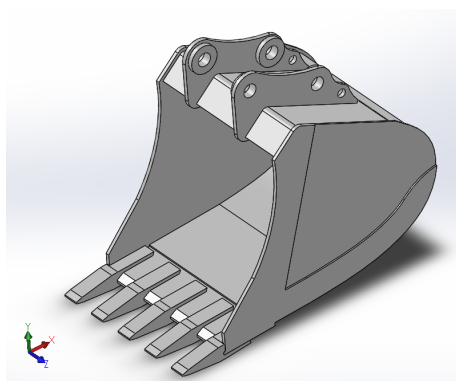
Gầu đào đất cứng, còn gọi là gầu chịu tải cao, phổ biến nhất là sử dụng cho máy xúc đào và được thiết kế chủ yếu để sử dụng trong khai thác mỏ và khai thác đá.



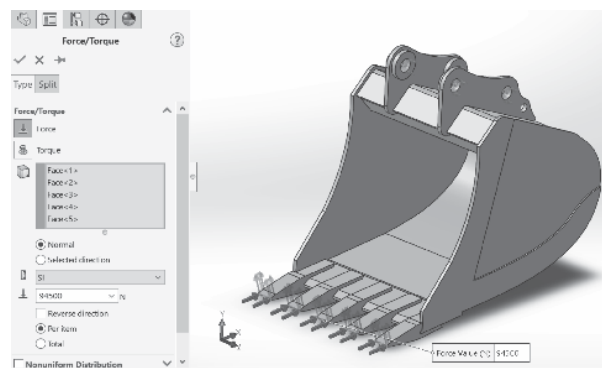
Hình 2. Cấu tạo và chức năng các bộ phận của gầu đào đất

2.2. Phân tích trạng thái chịu lực của gầu đào đất cứng

Trường hợp làm việc nặng nhọc nhất và thường được chọn là trạng thái làm việc điển hình để tính toán thiết kế thiết bị gầu sấp cho máy xúc thủy lực một gầu là trường hợp gầu quay quanh khớp bản lề nối với tay gầu nhờ xi-lanh gầu, đồng thời cần và tay gầu đứng yên. Sau đây, tác giả sẽ trình bày các bước phân tích trạng thái chịu lực của chi tiết để phục vụ cho việc tối ưu chi tiết bằng phần mềm Solidworks [5], cụ thể như sau:



Hình 3. Mô hình 3D gầu của máy đào

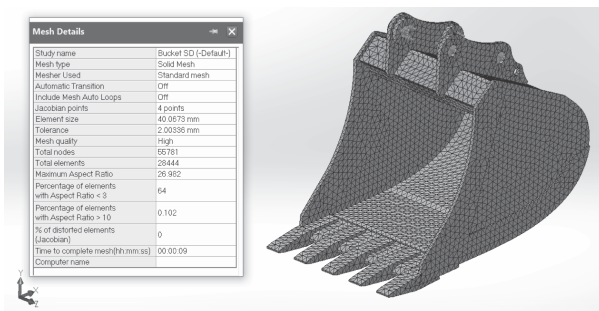


Hình 4. Lực tác dụng vào gầu đào

Loại gầu mà nhóm tác giả lựa chọn nghiên cứu tính toán sẽ chịu lực cản đào thuần túy P_0 là tổng của hai thành phần P_{01} và P_{02} . Với $P_{01} = 94.500 \text{ N}$ với phương vuông góc với bề mặt đỉnh răng gầu, chiều ngược chiều chuyển động của gầu. $P_{02} = 42.520 \text{ N}$, với phương vuông góc với bề mặt đáy của răng gầu, chiều hướng vào bên trong gầu (hình 4) [1], [4].

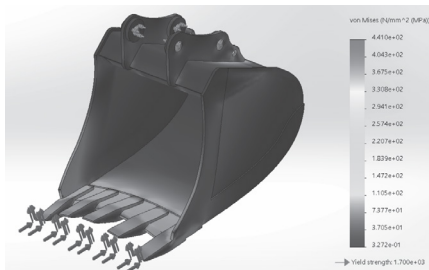
Điều kiện biên của gầu đào: Tại bề mặt lỗ chốt liên kết giữa gầu và tay gầu được coi là liên kết chốt. Tại bề mặt lỗ chốt liên kết giữa gầu và cơ cấu hình bình hành được coi là liên kết chốt.

Sau khi đặt lực, điều kiện biên và vật liệu cho gầu đào, tác giả thực hiện chia lưới mô hình.

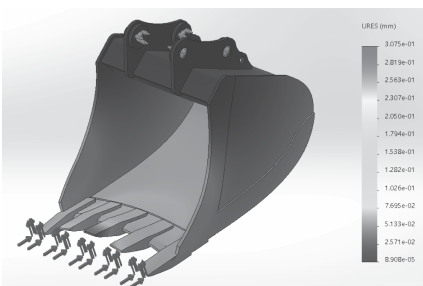


Hình 5. Tạo lưới chi tiết

Kết quả thu được sau khi chạy chương trình mô phỏng như các hình dưới đây:



Hình 6. Kết quả phân tích ứng suất của gầu đào trường hợp cắt đất loại 5.



Hình 7. Kết quả chuyển vị của gầu đào trường hợp cắt đất loại 5.

Trong trường hợp làm việc bất lợi nhất của gầu đào đất cứng lắp trên máy đào một gầu truyền động thủy lực đào đất loại 5, ta có thể thấy ứng suất lớn nhất phát sinh trên gầu đào có giá trị $\sigma_{\max} = 441 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ tại vị trí tấm liên kết giữa lợi gầu và gầu, còn chuyển vị lớn nhất tại răng ở giữa của gầu đào, giá trị chuyển vị lớn nhất là 0,31 mm.

Sau đây, tác giả sẽ tiến hành tối ưu chi tiết gầu đào bằng cách thay đổi kích thước hình học của bề dày thành bên và bề dày đáy gầu các hàm mục tiêu như sau:

- Ứng suất lớn nhất xuất hiện trong chi tiết không vượt quá giá trị $\sigma_{\max} = 1700 \text{ (N/mm}^2\text{)}$;

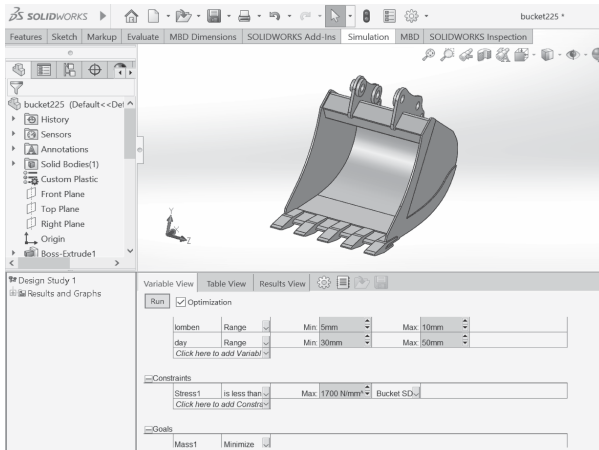
- Trọng lượng của gầu đào đạt nhỏ nhất ($G_{\text{gầu}}$).

2.3. Tối ưu chi tiết dầm gầu đào

Tạo môi trường tối ưu chi tiết bằng cách tạo các kích thước thay đổi (Add Variables): Chọn các kích thước có thể thay đổi của chi tiết, chọn Add Variables ta thiết lập các kích thước cần tối ưu. Ở đây, tác giả lựa chọn hai thông số kích thước có thể thay đổi là bề dày thành bên gầu đào và bề dày đáy gầu (hình 8).

Điều kiện biên (Constraints): Constraints → Add Sensor, mục Sensor Type có các mục ràng buộc như khối lượng, kích thước, ứng suất. Tác giả chọn Simulation Data (Stress) với việc ràng buộc ứng suất nhỏ hơn 1700 N/mm^2 . Hàm mục tiêu mục (Goals): Chọn hàm mục tiêu là khối lượng của vật là nhỏ nhất hàm mục tiêu là trọng lượng gầu đào có khối lượng nhỏ nhất ($G_{\text{gầu}} \rightarrow \min$).



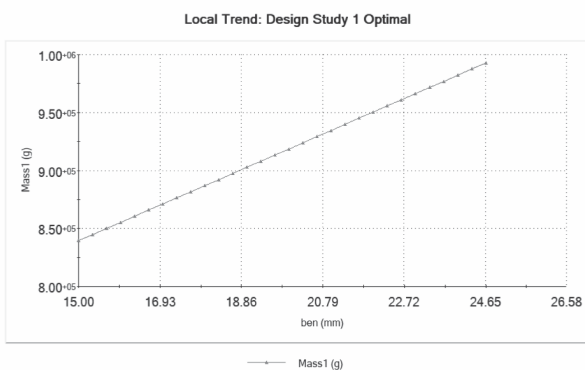


Hình 8. Cửa sổ tối ưu chi tiết

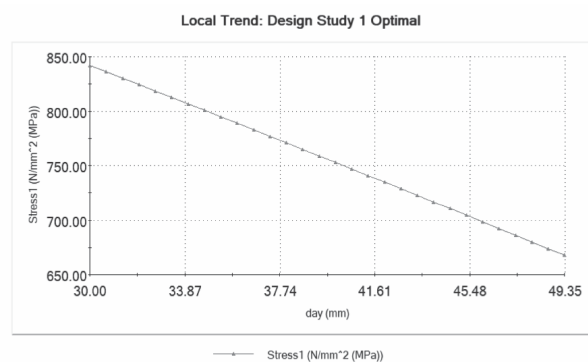
Sau khi chạy chương trình mô phỏng tối ưu gầu đào, tác giả thu được bảng các thông số với cột tối ưu có màu xanh (Optimal) như hình 9.

	Current	Initial	Optimal	Iteration 1	Iteration 2	Iteration 3
ben	15.0020mm	15.0020mm	15.0020mm	25mm	25mm	15mm
lomben	9.9810mm	9.9810mm	9.9810mm	10mm	5mm	5mm
day	30.0780mm	30.0780mm	30.0780mm	40mm	40mm	40mm
Stress1 - 1700 N/mm^2	6.369e+02 N/mm^2 (MPa)	6.375e+02 N/mm^2 (MPa)	6.369e+02 N/mm^2 (MPa)	4.402e+02 N/mm^2 (MPa)	4.255e+02 N/mm^2 (MPa)	6.715e+02 N/mm^2 (MPa)
Mass1 - Minimize	839553.83 g	839553.83 g	839553.83 g	1016232.91 g	1064190.53 g	859647.41 g

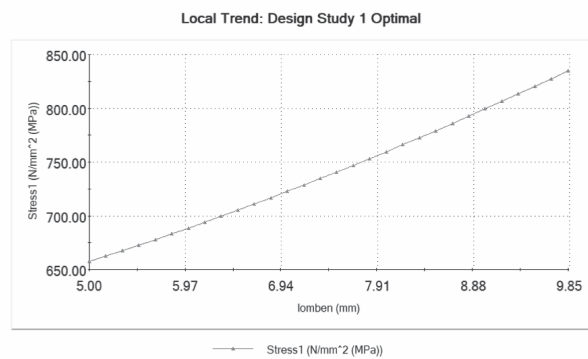
Hình 9. Kết quả sau khi chạy tối ưu chi tiết



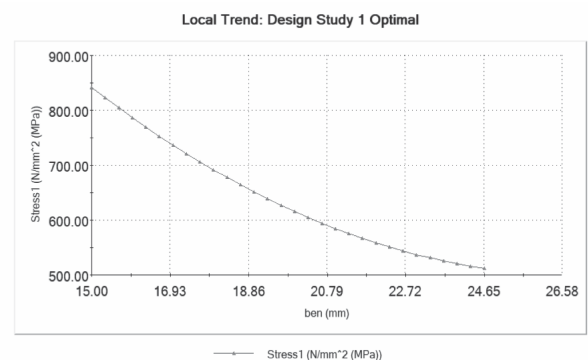
Hình 10. Biểu đồ quan hệ giữa khối lượng chi tiết và kích thước được thay đổi



Hình 11. Biểu đồ quan hệ giữa bề dày đáy gầu và ứng suất lớn nhất phát sinh trên chi tiết



Hình 12. Biểu đồ quan hệ giữa phần lõm thành bên gầu và ứng suất lớn nhất phát sinh



Hình 13. Biểu đồ quan hệ giữa bề dày thành bên gầu và ứng suất lớn nhất phát sinh

Bảng 1. Bảng đánh giá chi tiết gầu đào trước và sau khi tối ưu

Nội dung	Chi tiết chưa tối ưu	Chi tiết sau khi tối ưu
Bề dày thành bên gầu	20 mm	15 mm
Bề dày phần lõm thành bên gầu	10 mm	10 mm
Bề dày đáy gầu	40 mm	30 mm
Ứng suất trong gầu đào	441 N/mm ²	636,9 N/mm ²
Khối lượng gầu đào	971,3 kg	839,5 kg

Nhận xét: Đối với chi tiết gầu đào trên, ta thấy khi thực hiện tối ưu trên phần mềm Solidworks thì với cùng điều kiện làm việc với tải trọng tác dụng không thay đổi, ta đã giảm kích thước ban đầu của chi tiết cụ thể với bề dày thành bên gầu giảm từ 20 mm còn 15 mm, bề dày đáy gầu giảm từ 40 mm còn 30 mm, đồng thời trọng lượng của gầu đào giảm từ 971,3 kg xuống còn 839,5 kg mà kết cấu gầu đào mới vẫn đảm bảo được khả năng làm việc.

3. KẾT LUẬN

Phần tính toán, tối ưu kết cấu gầu đào mà tác giả đã tiến hành đạt được một số kết quả sau đây:

1) Đã phân tích được dạng kết cấu gầu đào, từ đó tiến hành xây dựng mô hình mô phỏng 3D kết cấu bằng phần mềm Solidworks. Đã tiến hành xác định các trường hợp làm việc của gầu đào, phân tích phần tử hữu hạn kết cấu

mô hình đưa ra đảm bảo được khả năng chịu lực và đáp ứng được nhu cầu công việc của máy.

2) Đã thực hiện tối ưu kết cấu của gầu máy đào, kết quả sau khi thực hiện tối ưu thu được cho thấy một số kích thước trên gầu đào đã được thay đổi hợp lý hơn và giảm được khối lượng gầu đào mà vẫn đảm bảo điều kiện làm việc của gầu đào. Các kết quả nghiên cứu ở trên có thể sử dụng làm tài liệu có ích cho việc thiết kế, chế tạo gầu đào của máy đào một gầu tại Việt Nam. ❖

Ngày nhận bài: **22/02/2024**

Ngày phản biện: **10/3/2024**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. PGS,TS. Nguyễn Văn Vịnh; “*Thiết kế và phân tích kết cấu thép gầu đào đất cứng (cấp 5) của máy đào một gầu*”, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 302, trang 87-92, 2023. ISSN 2615-9910.
- [2]. Shaik Meeravali, Dr. M. Sri Rama Murthy. “*Analysis of Excavator Bucket Using Ansys*”, International Journal for Scientific Research & Development, Vol. 8, Issue 5, 2020, ISSN (online): 2321-0613.
- [3]. Sumar Hadi, Bayuseno, Jamari, Rachmat Muhamad Andika, and Kurnia Chamid. “*Design and analysis of trapezoidal bucket excavator for backhoe*”, SHS Web of Conferences 49, 02001 (2018), <https://doi.org/10.1051/shsconf/20184902001>.
- [4]. Nguyễn Văn Hợp, Phạm Thị Nghĩa; “*Kết cấu thép Máy xây dựng – xếp dỡ*”. NXB. Giao thông Vận tải, năm 1999.
- [5]. PSG,TS. Nguyễn Việt Hùng, TS. Đào Hồng Bách; “*Hướng dẫn sử dụng Solidworks trong thiết kế 3 chiều*”, NXB. Xây dựng, năm 2003.