

ỨNG DỤNG SOLIDWORKS ĐỂ TỐI ƯU BÀN ÉP CỌC CỦA MÁY ÉP CỌC THỦY LỰC ROBOT DI CHUYỂN TRÊN CỌC

APPLICATION OF SOLIDWORKS SOFTWARE TO OPTIMIZE THE PRESSING PLATFORM OF PRESS-IN MACHINE

TS. Nguyễn Ngọc Trung, TS. Nguyễn Thùy Chi
Trường Đại học Giao thông Vận tải

TÓM TẮT

Bài báo trình bày tóm tắt kết quả phân tích trạng thái chịu lực của bàn ép của máy ép cọc thủy lực robot di chuyển trên cọc trong quá trình làm việc. Tác giả sử dụng phần mềm Solidworks - Simulation để mô phỏng và phân tích phần tử hữu hạn bàn ép, tối ưu bàn ép nhằm xác định kích thước hợp lý bàn ép của máy ép cọc thủy lực robot di chuyển trên cọc đảm bảo khả năng làm việc.

Từ khóa: Bàn ép cọc; Xi-lanh ép cọc; Máy ép cọc.

ABSTRACT

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

Keywords: Pressing platform; Pressing cylinder; Press-in machine.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên thế giới, việc sử dụng máy ép cọc thủy lực tự hành kiểu robot đã được áp dụng từ lâu tại các công trường xây dựng trụ cầu, hồ móng lớn kê chắn sệt lở trong các công trình ở nội đô hay kê bờ sông bờ biển, thậm chí các công trình vượt đại dương (Dự án Construction of New Water Intake Pumping Station ở Sri Lanka hay dự án Crossrail Canary Wharf Isle of Dogs Station ở England,...) [1], [2], [3]. Ở Việt Nam, máy ép cọc thủy lực kiểu robot tự hành cũng đã được sử dụng rộng rãi trong khoảng mười năm trở lại đây phục vụ thi công

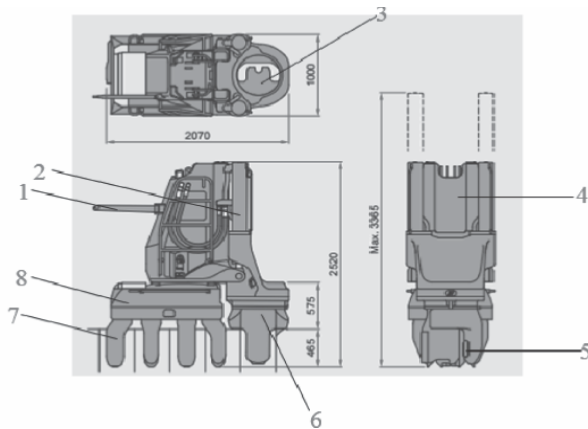
các công trình đô thị, chung cư,... và hiện nay, số lượng và chủng loại máy đang ngày càng tăng lên như: Máy ép cọc robot kiểu Latest F101, máy ép cọc robot kiểu PP150A, GRV 0926-SP4, GRV 1026-SP7,... Tuy nhiên, tất cả các loại máy ép này đều được nhập khẩu từ các nước như Nhật Bản hay Đức với giá thành cao. Do đó, việc nghiên cứu loại thiết bị này, đặc biệt là bộ công tác của máy (bàn ép cọc) nhằm làm cơ sở khoa học cho việc chế tạo trong nước thay thế các thiết bị nhập ngoại, làm chủ công nghệ, giảm giá thành máy là một nhu cầu cấp thiết. Trong phạm vi bài báo này, xin trình bày các kết quả nghiên cứu tối ưu bàn ép của máy

ép cọc thủy lực robot di chuyển trên cọc bằng phương pháp phân tử hữu hạn với sự trợ giúp của phần mềm Solidworks, [6].

2. NỘI DUNG

2.1. Khái niệm máy ép cọc thủy lực robot di chuyển trên cọc

Máy ép cọc thủy lực tự hành kiểu robot di chuyển trên đài cọc là loại máy ép cọc thủy lực sử dụng để ép các loại cọc thép (ống thép hoặc ván thép) thích hợp với nhiều loại nền khác nhau như nền thông thường, nền yếu, nền cứng,... Máy ép sử dụng dầu thủy lực và hoạt động dựa trên nguyên lý của truyền động thủy lực nên rất êm và không gây ra tiếng ồn cũng như rung động mạnh, thích hợp với việc thi công nhiều dạng công trình, đặc biệt máy phát huy hiệu quả cao khi thi công ở địa hình chật hẹp hoặc mật độ công trình cao.



Hình 1. Sơ đồ cấu tạo máy ép cọc kiểu robot thủy lực, [4]:

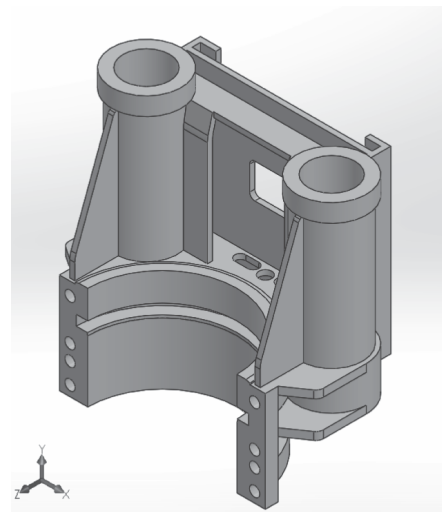
- 1 – Tay cần dẫn hướng cho máy; 2 – Xi-lanh ép;
3 – Má kẹp cọc; 4 – Tấm tăng cường;
5 – Cụm xi-lanh – piston kẹp cọc; 6 – Bàn ép cọc;
7 – Chân kẹp; 8 – Bàn trượt thân máy

2.2. Phân tích trạng thái chịu lực của bàn ép

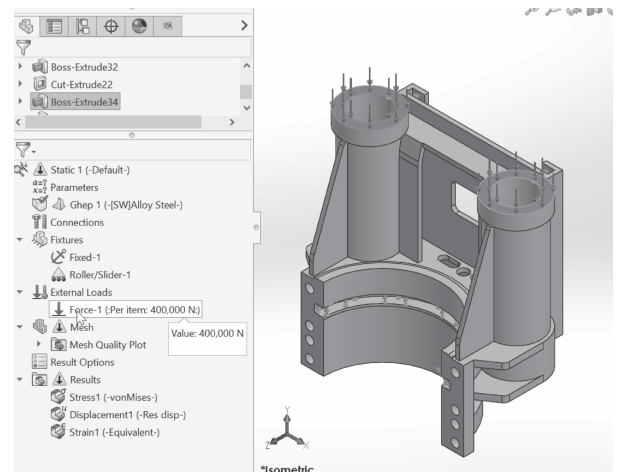
Nhóm tác giả tiến hành xây dựng mô

hình 3D bàn ép cọc của máy ép cọc thủy lực kiểu robot tự hành di chuyển trên đài cọc để tiến hành việc phân tích, tính toán và tối ưu chi tiết (hình 2).

Với loại máy mà tác giả lựa chọn nghiên cứu tính toán (F101) có lực ép cọc lớn nhất là 80 tấn. Do đó, trong trường hợp ép cọc lực tác dụng lớn nhất vào bàn ép cọc do mỗi xi-lanh ép tạo ra là 40 tấn, tương đương 400000 N, vị trí lực tác dụng vào bàn kẹp là tại mặt bích liên kết giữa bàn kẹp cọc và xi-lanh ép, hướng tác dụng lực xuống phía dưới (hình 3), [5].



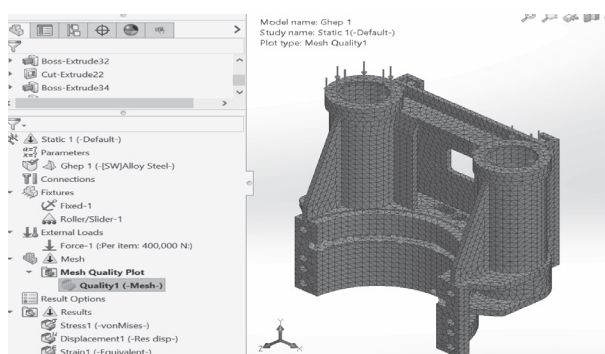
Hình 2. Mô hình 3D bàn ép cọc của máy



Hình 3. Lực tác dụng vào bàn ép

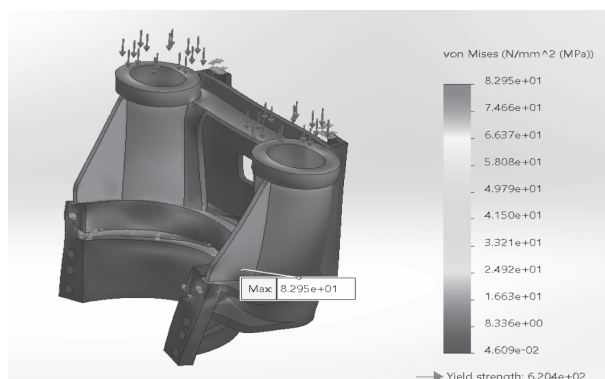
Điều kiện biên của bàn ép: Chúng ta có thể thấy trường hợp làm việc bất lợi nhất của máy là khi tiến hành ép cọc với lực ép lớn nhất và cọc không xuống được nữa do lực cản ma sát quá lớn tác dụng vào cọc, hoặc cọc gặp phải vật cản không xuyên qua được. Khi đó, điều kiện biên của bàn ép cọc được xác định bề mặt tiếp xúc giữa bàn ép và má kẹp ở vành trong của bàn ép (mặt phía trên đối với trường hợp ép cọc) được coi là liên kết ngàm, hai phần tai của bàn kẹp trượt trên ray dẫn hướng được coi là liên kết ngàm trượt.

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

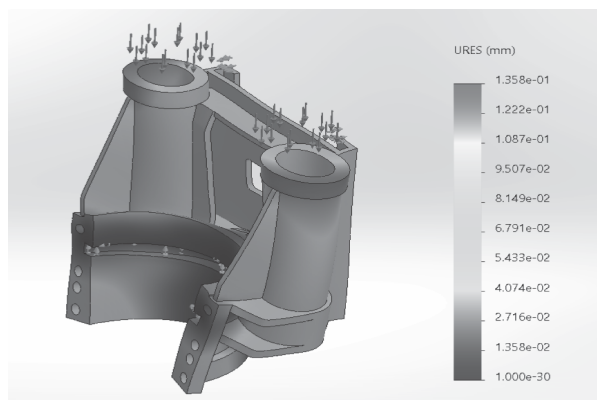


Hình 4. Tạo lưới chi tiết

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



Hình 5. Kết quả phân tích ứng suất của bàn ép cọc trường hợp ép cọc.



Hình 6. Kết quả chuyển vị của bàn ép trường hợp ép cọc.

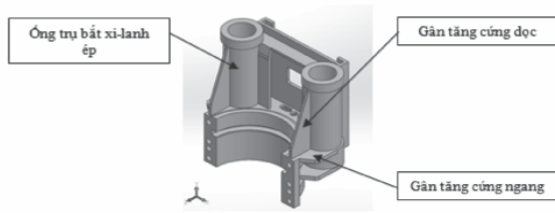
Trong trường hợp làm việc khi thực hiện ép cọc với trường hợp bất lợi nhất, ta có thể thấy ứng suất lớn nhất phát sinh trên bàn ép có giá trị $\sigma_{\max} = 82,9 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ tại vị trí gân tăng cứng bàn ép, còn chuyển vị lớn nhất tại đỉnh bàn ép, giá trị chuyển vị lớn nhất là 0,136 mm.

Sau đây, nhóm tác giả sẽ tiến hành tối ưu chi tiết bàn ép bằng cách thay đổi kích thước hình học của bề dày ống trụ bất xi-lanh ép, gân tăng cứng đứng và ngang của bàn ép với các hàm mục tiêu như sau:

- Ứng suất lớn nhất xuất hiện trong chi tiết không vượt quá giá trị $\sigma_{\max} = 160 \text{ (N/mm}^2\text{)}$;
- Trọng lượng của bàn ép đạt nhỏ nhất (G_{platform}).

2.3. Tối ưu chi tiết dầm bàn ép

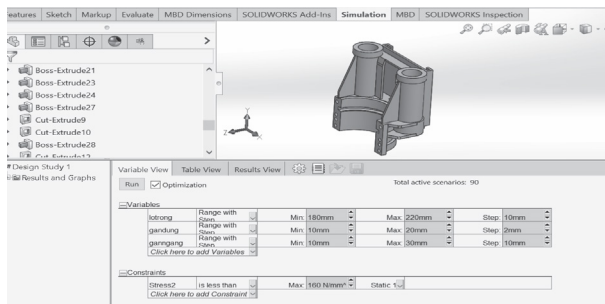
Tạo môi trường tối ưu chi tiết bằng cách tạo các kích thước thay đổi (Add Variables): Chọn các kích thước có thể thay đổi của chi tiết, chọn Add Variables để ta thiết lập các kích thước cần tối ưu. Ở đây, tác giả lựa chọn ba thông số kích thước có thể thay đổi là bề dày ống trụ bất xi-lanh ép, gân tăng cứng dọc và ngang của bàn ép (hình 7).



Hình 7. Các kích thước được thay đổi để tối ưu chi tiết

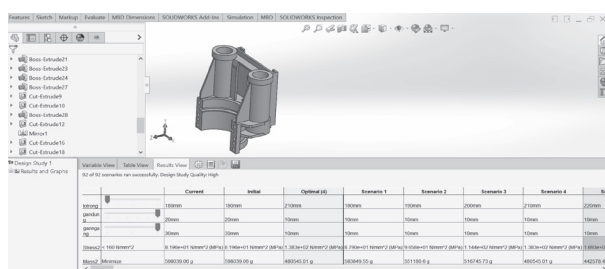
Điều kiện biên (Constraints): Constraints → Add Sensor, mục Sensor Type có các mục ràng buộc như khối lượng, kích thước, ứng suất. Tác giả chọn Simulation Data (Stress) với việc ràng buộc ứng suất nhỏ hơn 160 N/mm² (hình 8).

Hàm mục tiêu mục (Goals): Chọn hàm mục tiêu là khối lượng của vật là nhỏ nhất hàm mục tiêu là trọng lượng bản ép có khối lượng nhỏ nhất ($G_{\text{platform}} \rightarrow \min$).

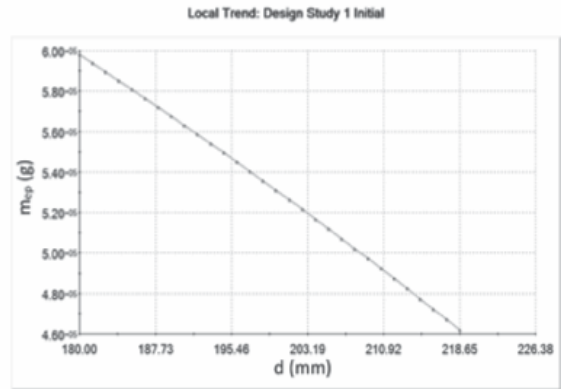


Hình 8. Cửa sổ tối ưu chi tiết

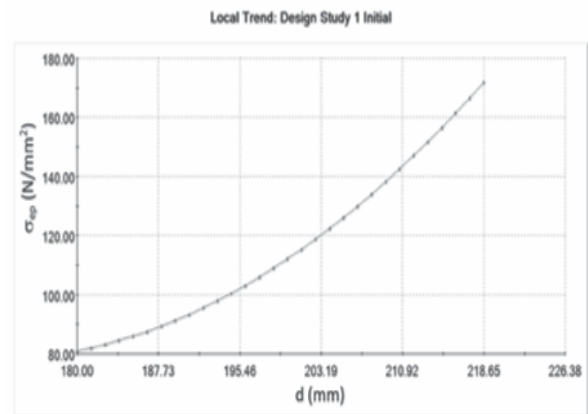
Sau khi chạy chương trình mô phỏng tối ưu bản ép, tác giả thu được bảng các thông số với cột tối ưu có màu xanh (Optimal) như hình 9.



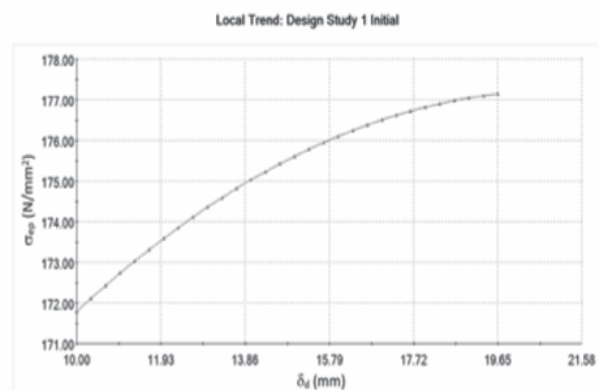
Hình 9. Kết quả sau khi chạy tối ưu chi tiết



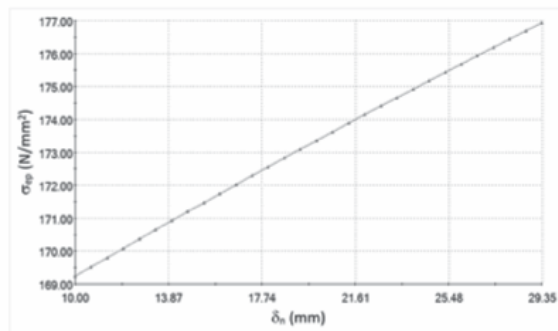
Hình 10. Biểu đồ quan hệ giữa khối lượng chi tiết và kích thước được thay đổi



Hình 11. Biểu đồ quan hệ giữa đường kính trong bất xi-lanh ép và ứng suất lớn nhất phát sinh trên chi tiết



Hình 12. Biểu đồ quan hệ giữa bề dày gân tăng cứng dọc và ứng suất lớn nhất phát sinh



Hình 13. Biểu đồ quan hệ giữa bề dày gân tăng cứng ngang và ứng suất lớn nhất phát sinh

Bảng 1. Bảng đánh giá chi tiết bàn ép trước và sau khi tối ưu

Nội dung	Chi tiết trước tối ưu	Chi tiết sau tối ưu
Đường kính trong ống trụ bắt xi-lanh ép (d)	180 mm	210 mm
Bề dày gân tăng cứng dọc (δ_d)	20 mm	10 mm
Bề dày gân tăng cứng ngang (δ_n)	30 mm	10 mm
Ứng suất trong bàn ép cọc (σ_{ep})	82,9 N/mm ²	138,3 N/mm ²
Khối lượng bàn ép cọc (m_{ep})	598 kg	480,5 kg

Nhận xét: Đối với chi tiết bàn ép cọc trên, khi thực hiện tối ưu trên phần mềm Solidworks với cùng điều kiện làm việc tải trọng tác dụng không thay đổi, phần mô phỏng đã giảm kích thước ban đầu của chi tiết, cụ thể: Đường kính trong ống trụ bắt xi-lanh ép tăng từ 180 mm lên 210 mm, bề dày gân tăng cứng dọc giảm từ 20 mm xuống còn 10 mm và bề dày gân tăng cứng ngang giảm từ 30mm xuống còn 10 mm, đồng thời trọng lượng của bàn ép giảm từ 598 kg xuống còn 480,5 kg mà kết cấu bàn ép mới vẫn đảm bảo được khả năng làm việc.

3. KẾT LUẬN

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

1) Đã phân tích được dạng kết cấu bàn ép, 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 bàn ép, 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 thiết bị.

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

Ngày nhận bài: 25/3/2024

Ngày phản biện: 22/4/2024

Tài liệu tham khảo:

- [1]. David White, Haramrita Sidhu, Tim Finlay, Malcolm Bolton, Teruo Nagayama. "Press-in piling: the influence of plugging on driverability" (2000), The 8th International Conference of the Deep Foundations Institute, New York.
- [2]. David White, Tim Finlay, Malcolm Bolton, Grant Bearss. "Press-in piling: Ground vibration and noise during pile installation" (2002), International Deep Foundations Congress, Virginia, USA, pp. 363-371.
- [3]. Rockhill, D.J., Bolton, M.D., White, D.J. "Ground-borne vibrations due to press-in piling operations" (2003), BGA International Conference on Foundations (ISSN 0 7277 3244 7), London, UK, 1, pp. 743-756.
- [4]. David White. "The use of pressed-in H-piles for large foundation structures" (2002), The 7th BGA Young Geotechnical Engineers Symposium, Dundee, UK, 1, pp. 2.
- [5]. ThS. Nguyễn Ngọc Trung, ThS. Nguyễn Thùy Chi; "Nghiên cứu tính toán, thiết kế bàn ép cọc của máy ép cọc thủy lực robot di chuyển trên cọc", Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số tháng 5 năm 2019.
- [6]. PSG, TS. Nguyễn Việt Hùng, TS. Đào Hồng Bách; "Hướng dẫn sử dụng Solidworks trong thiết kế 3 chiều", NXB. Xây dựng, năm 2003.