

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO BỘ CÔNG TÁC ĐA NĂNG LẮP TRÊN XE NÂNG ĐIỆN

RESEARCH ON DESIGN AND MANUFACTURE OF MULTI-FUNCTION WORKING
PART MOUNTED ON ELECTRIC FORKLIFT

TS. Bùi Văn Trầm*, ThS. Nguyễn Xuân Hòa, ThS. Đỗ Hữu Tuấn, ThS. Phùng Công Dũng
Viện Cơ khí Động lực, Trường Đại học Công nghệ Giao thông Vận tải

*Email liên hệ: trambv@utt.edu.vn

TÓM TẮT

Xe nâng hàng được dùng để xếp dỡ và vận chuyển hàng hóa trong khu vực bến bãi, nhà kho và xưởng sản xuất. Xe này có thể nâng hạ hàng có trọng lượng từ vài chục kg đến hàng tấn với chiều cao lên đến hàng chục mét. Khi lắp thêm những bộ công tác đa năng, phạm vi hoạt động của xe nâng hàng được mở rộng, lúc này bộ công tác nâng hạ giống như cần trục cơ động. Bài báo trình bày các bước thiết kế, kiểm nghiệm bền và chế tạo kết cấu thép bộ công tác đa năng lắp trên xe nâng hàng. Các công việc tính toán, thiết kế, xây dựng mô hình tính, đặt điều kiện lực, gán ràng buộc liên kết và mô phỏng mô hình tính được thực hiện trên phần mềm Ansys 2024, từ đó đưa ra các giá trị nội lực của kết cấu thép bộ công tác đa năng, làm căn cứ để chế tạo sản phẩm. Kết quả nghiên cứu đã thiết kế và chế tạo thành công bộ công tác đa năng lắp trên xe nâng điện bằng trình độ và năng lực cơ khí trong nước.

Từ khóa: *Xe nâng hàng; Bộ công tác đa năng; Xe nâng điện; Bộ công tác mở rộng; Thiết kế bộ công tác đa năng; Chế tạo bộ công tác.*

ABSTRACT

The forklift is used to load, unload, and transport goods in areas such as docks, warehouses, and production workshops. This vehicle can lift loads ranging from a few dozen kilograms to several tons, with a height capacity of up to tens of meters. When additional multifunctional attachments are installed, the forklift's operational range is expanded, and these lifting attachments act like a mobile crane. This article presents the design, testing steps and manufacture for the steel structure of the multifunctional attachment mounted on the forklift. The calculations, design, model building, force condition setting, joint constraints, and simulation of the model were carried out using ANSYS 2024 software, from which the internal forces of the steel structure of the multifunctional attachment were determined, have enough basis to manufacture product. The results of the study have successfully designed and manufactured of multi-function working part mounted on electric forklift by level and mechanical capacity in Vietnam.

Keywords: *Forklift; Multi-function working part; Electric forklift; Extension working part; Design of multi-function working part; Manufacture of multi-function working part.*

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, nhiều đơn vị trong quá trình thi công, do yêu cầu công việc đã lắp thêm bộ công tác đa năng lên khung nâng hạ của xe nâng hàng nhằm tăng năng suất và hiệu quả công việc [1, 2]. Tuy nhiên, trong quá trình thi công thường xảy ra một số sự cố như mất ổn định, lật xe, hỏng kết cấu gây tai nạn [3, 6]. Nguyên nhân do trong quá trình lắp thêm bộ công tác đa năng mới chỉ làm theo kinh nghiệm, chưa tính ổn định và độ bền kết cấu máy dẫn tới thiếu thông tin và số liệu để khuyến cáo người vận hành sử dụng [4, 5]. Xuất phát từ thực tế nêu trên cần phải nghiên cứu thiết kế và chế tạo bộ công tác đa năng lắp trên xe nâng điện trong điều kiện hoàn toàn trong nước.

2. THIẾT KẾ TÍNH TOÁN BỘ CÔNG TÁC ĐA NĂNG

2.1. Phương án thiết kế

Hiện nay, phụ thuộc vào mục đích sử dụng mà kết cấu và thông số kỹ thuật của bộ công tác đa năng lắp lên xe nâng được có các loại sau:

* *Loại cẩu xoay (hình 1a):* Cần thiết kế khung bệ và mô tơ quay cho cụm cẩu nâng, chủ yếu sử dụng để xoay vật nâng khi nâng/hạ.

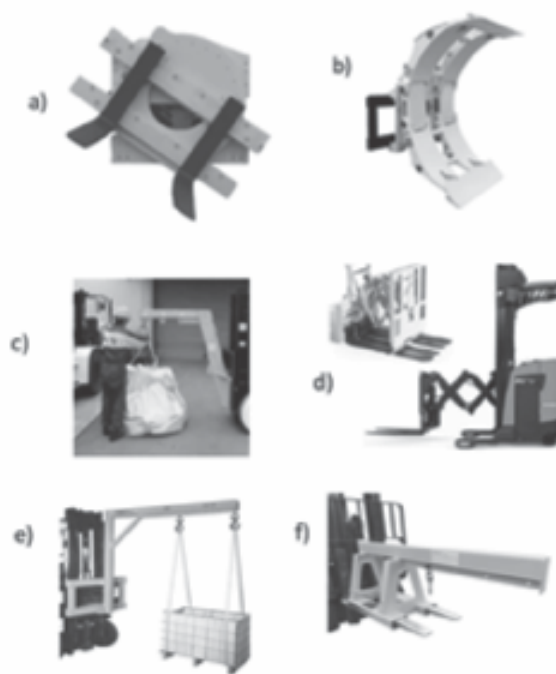
* *Loại cẩu kẹp (hình 1b):* Cần tháo bỏ cẩu thông thường ra và chế tạo thêm các xi lanh đẩy bên tạo lực kẹp, chủ yếu sử dụng nâng kiện cuộn.

* *Loại cẩu công-xon (hình 1c):* Cần tháo bỏ cẩu thông thường ra và chế tạo cẩu công-xon, tạo được chiều cao nâng lớn, nhưng chủ yếu treo vật nâng.

* *Loại cẩu kéo đẩy (hình 1d):* Chủ yếu dùng bốc xếp kiện hàng mà không cần tấm pallet.

* *Loại cẩu vươn xa (hình 1e):* Cần phải tháo bỏ cẩu thông thường, khi sử dụng thì tăng chiều cao nâng, tăng tầm với.

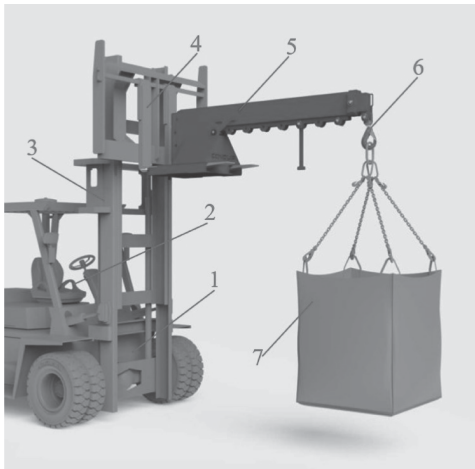
* *Loại cẩu đa năng (hình 1f):* Khi sử dụng không cần tháo bỏ cẩu thông thường, sử dụng móc nâng vật, luồn vào vật nâng rỗng. Phương án này linh hoạt khi sử dụng, được lựa chọn để thiết kế.



Hình 1. Một số bộ công tác đa năng

Từ điều kiện thực tế và căn cứ vào năng lực con người, tiềm năng cơ khí trong nước, nhóm tác giả chọn phương án f (Hình 1f) để tính toán thiết kế bộ công tác đa năng lắp trên xe nâng hàng. Kết cấu của phương án thiết kế được mô tả cụ thể như Hình 2.



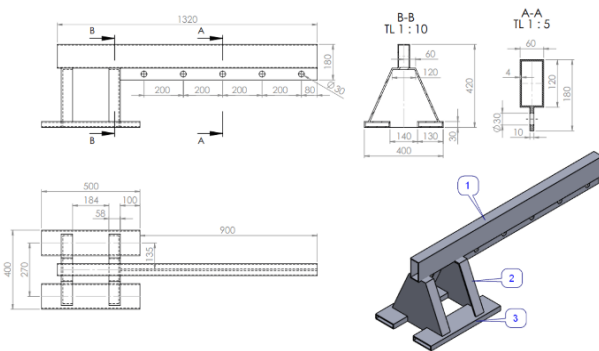


Hình 2. Cấu tạo tổng thể xe nâng lắp bộ công tác đa năng

Trong đó: 1. Xe cơ sở; 2. Ca bin điều khiển; 3. Khung nâng; 4. Bàn nâng; 5. Cần nâng đa năng; 6. Móc cầu; 7. Hàng nâng.

2.2. Tính toán kết cấu thép bộ công tác

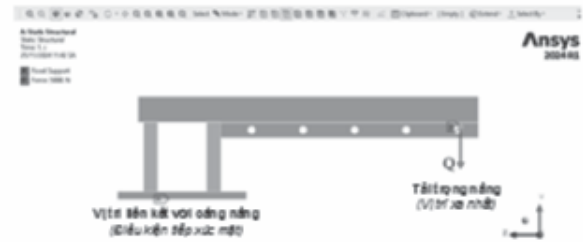
Sử dụng phần mềm chuyên dùng để thiết kế kết cấu thép của bộ công tác đa năng lắp trên xe nâng có thông số kỹ thuật thể hiện ở hình 3.



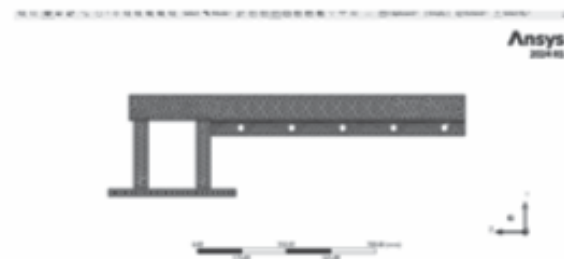
Hình 3. Kết cấu thép bộ công tác đa năng lắp trên xe nâng hàng.

Tính toán mô phỏng kết cấu thép bộ công tác đa năng bằng phần mềm chuyên dùng ANSYS 16.0 được khai báo các bước như sau: Trên hình 4, tại vị trí A liên kết với càn nâng

của xe được giải thiết là liên kết ngàm do quá trình nâng yêu cầu hộp liên kết không dịch chuyển tương đối so với hai càn nâng, tại vị trí B đặt lực tác dụng có độ lớn 2000 (N). Mô hình được chia lưới phần tử hữu hạn (hình 5), phần tử lựa chọn là dạng phần tử tứ diện bậc cao.

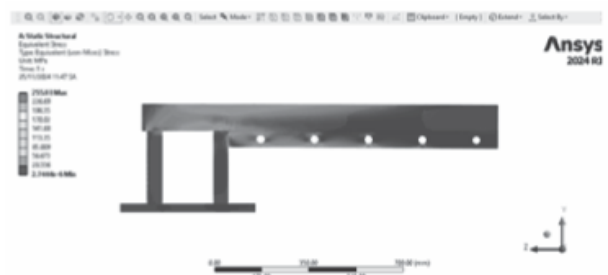


Hình 4. Điều kiện biên liên kết và tải trọng



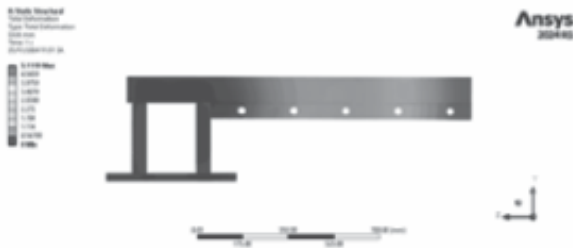
Hình 5. Chia lưới phần tử cho mô hình tính

Kết quả mô phỏng cho thấy, ứng suất Von-Mises (tương đương) xuất hiện tại các vị trí trên kết cấu (hình 6). Từ phổ màu ứng suất có thể thấy giá trị ứng suất lớn nhất $\sigma_{\max} = 255.03$ Mpa, so với ứng suất cho phép của vật liệu chế tạo. $[\sigma] = 310$ Mpa. Kết cấu đảm bảo điều kiện bền.



Hình 6. Ứng suất trên mô hình

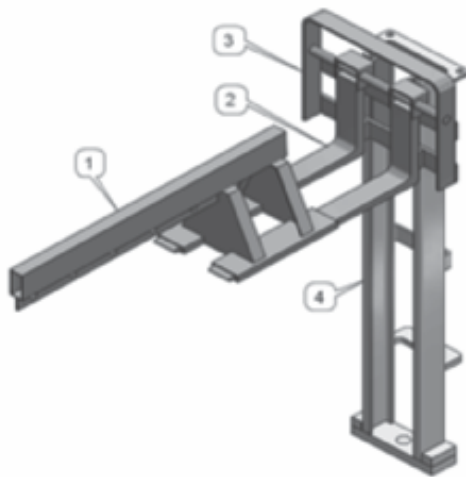
Chuyển vị của kết cấu theo phương đứng (hình 7). Từ phổ màu biểu diễn chuyển vị có thể thấy vùng chuyển vị lớn xuất hiện ở đầu dầm nâng, giá trị lớn nhất là $u_{max} = 5.11$ mm. Giá trị chuyển vị này đảm bảo điều kiện làm việc của dầm.



Hình 7. Chuyển vị trên mô hình

2.3. Tính bền bộ công tác khi lắp lên xe nâng.

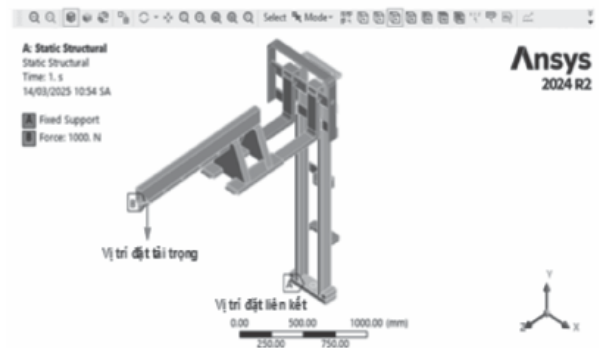
Bộ công tác đa năng ngoài việc đảm bảo độ bền, độ cứng vững khi làm việc độc lập, còn phải đảm bảo điều kiện làm việc khi lắp trên máy (hình 8).



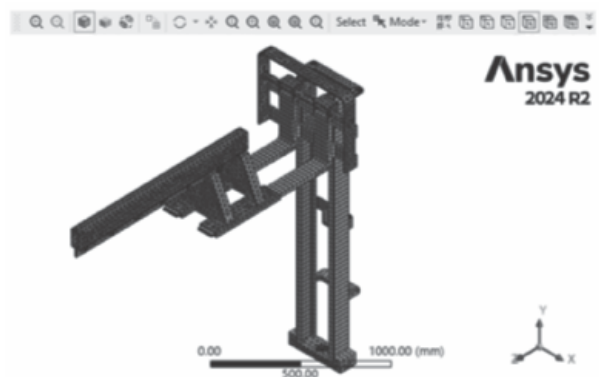
Hình 8. Cụm bộ công tác đa năng lắp lên xe nâng
Trong đó: 1. Bộ công tác đa năng; 2. Càng nâng;
3. Giá nâng; 4. Khung của xe nâng.

Từ mô hình đã thiết kế, mô phỏng khả năng chịu tải và tính ổn định của máy khi làm

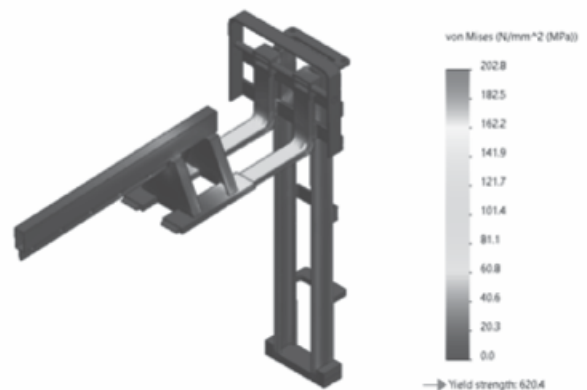
việc tại vị trí xa nhất, tầm với và tải trọng có giá trị $L_{max} = 1880$ mm, $Q_{min} = 200$ (kg). Các bước tính toán và mô phỏng được thực hiện trên phần mềm Ansys, kết quả được thể hiện theo các hình 9÷12.



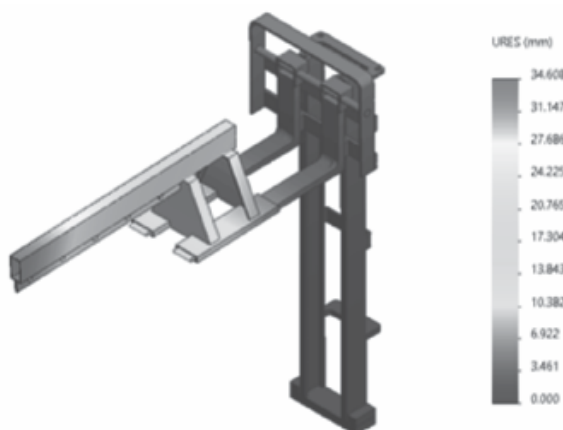
Hình 9. Đặt điều kiện bên tải trọng và liên kết



Hình 10. Chia lưới phần tử cho mô hình



Hình 11. Ứng suất trên mô hình

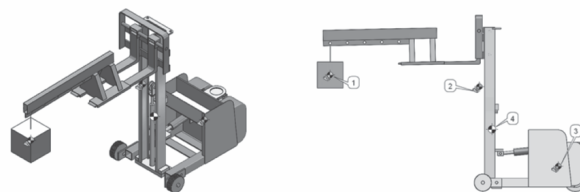


Hình 12. Chuyển vị trên mô hình

Từ các kết quả phân tích có thể thấy ứng suất trên kết cấu có giá trị từ $101.5 \div 202.8$ MPa, các giá trị này đảm bảo độ bền của kết cấu, vì giá trị ứng suất chảy của vật liệu là 620 MPa. Tuy nhiên, chuyển vị ở đầu dầm nằm trong khoảng từ $17.3 \div 34.6$ mm. Kết quả này thỏa mãn độ bền của kết cấu thép bộ công tác đa năng và bộ công tác lắp ghép.

3. TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA XE NÂNG KHI LẮP THÊM BỘ CÔNG TÁC

Để tính ổn định của xe nâng khi làm việc, cần xét khi nâng hàng có tải trọng là 200 kg và treo tại điểm xa máy nhất trên bộ công tác lắp ghép. Coi máy làm việc trên nền phẳng trong nhà xưởng, khung nâng thẳng đứng. Tính toán ổn định theo phương pháp tọa độ trọng tâm bằng phần mềm chuyên dụng cho thấy khi xét đến khối lượng các cụm máy cơ sở; bộ công tác và hàng nâng thì tọa độ trọng tâm của toàn máy sẽ nằm xa giới hạn lật hơn, hoặc khi ta nghiêng đổ khung nâng vào phía máy cơ sở thì tọa độ trọng tâm toàn máy càng nằm xa giới hạn lật. Do đó, xe làm việc nâng hàng tải trọng 200 kg vẫn đảm bảo ổn định lật (hình 13).

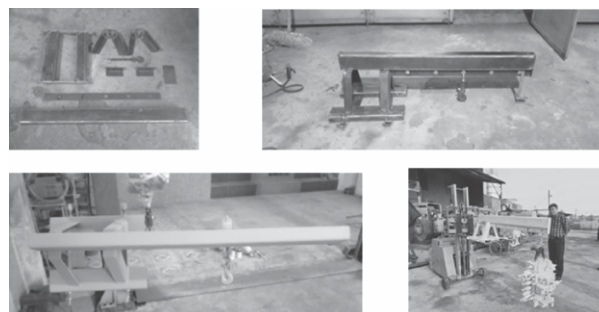


Hình 13. Tọa độ trọng tâm khi xe nâng vật 200 kg ở vị trí xa nhất

1. Trọng tâm hàng nâng; 2. Trọng tâm bộ công tác;
3. Trọng tâm máy cơ sở; 4. Trọng tâm của máy.

4. CHẾ TẠO BỘ CÔNG TÁC ĐA NĂNG

Từ bản vẽ công nghệ tổng thể và chi tiết của bộ công tác đa năng, tiến hành các bước cắt thép tấm dày 5mm và thép hình V để dập tạo các hộp và khoan lỗ theo đúng yêu cầu, sau đó hàn các chi tiết với nhau và hoàn thiện. Các bước được thực hiện theo hình 14.



Hình 14. Các nguyên công chính chế tạo bộ công tác đa năng

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã phân tích kết cấu công tác của xe nâng hàng và lựa chọn phương án thiết kế, chế tạo bộ công tác đa năng lắp trên xe nhằm mở rộng phạm vi hoạt động của máy. Nghiên cứu đã sử dụng các phần mềm chuyên dụng để tính toán thiết kế kết cấu thép của bộ công tác đa năng, từ đây làm cơ sở cho việc sản xuất chế tạo. Ngoài ra, còn ứng dụng phần mềm chuyên dụng để tính ổn định của xe nâng khi lắp bộ công tác đa năng theo phương pháp

tọa độ trọng tâm. Kết quả nghiên cứu đã thiết kế và chế tạo thành công bộ công tác đa năng lắp trên xe nâng hàng hoạt động ổn định và hiệu quả.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Công nghệ Giao thông Vận tải trong đề tài mã số: ĐTTĐ2023-23.❖

Ngày nhận bài: **02/3/2025**

Ngày phản biện: **11/3/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Đỗ Hữu Tuấn, Bùi Văn Trầm, Phùng Công Dũng (2021), “*Máy nâng vận chuyển*”. NXB. Xây dựng.
- [2]. Trương Quốc Thành, Phạm Quang Dũng (1999), “*Máy và thiết bị nâng*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [3]. Đỗ Hữu Tuấn, Phùng Công Dũng, “*Ứng dụng phần mềm Solidworks kiểm nghiệm khả năng chịu tải của bộ công tác xe nâng hàng tự hành tải trọng 3 tấn*”. Số đặc biệt 11/2022, Tạp chí Cơ khí Việt Nam.
- [4]. Thái Hà Phi, Bùi Văn Trầm (2024), “*Kinh tế máy xây dựng*”. NXB. Xây dựng.
- [5]. Vũ Đình Lai, Nguyễn Xuân Lựu, Bùi Đình Nghi (2011), “*Sức bền vật liệu*”. NXB. Giao thông Vận tải.
- [6]. Shop manual Sugico electric forklift.