

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO CƠ CẤU TỰ ĐỘNG THU GOM VÀ PHÂN LOẠI RÁC CHO XE QUÉT RÁC TỰ ĐỘNG PHỤC VỤ TRONG KHUÔN VIÊN TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT VINH LONG

DESIGN, MANUFACTURER OF AUTOMATIC COLLECTION AND CLASSIFICATION OF GARBAGE FOR AUTOMATIC GARBAGE SWEEPER TRUCK SERVING ON THE CAMPUS OF VINH LONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY EDUCATION

Trần Hữu Danh

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

TÓM TẮT

Bài báo ứng dụng mềm Autodesk Inventor để thiết kế mô hình cơ cấu tự động thu gom và phân loại rác gồm: chổi quét chính, băng chuyền, sàng rung phân loại rác và thùng chứa rác; khảo sát khí động học chổi quét và băng tải trên phần mềm ANSYS, với module CFD (Computational Fluid Dynamics) để biết được ảnh hưởng của dòng khí chổi quét đến vùng làm việc của cơ cấu sàng phân loại rác; chế tạo và lắp ráp hoàn chỉnh cơ cấu đảm bảo yêu cầu kỹ thuật. Kết quả đạt được của bài báo có thể làm số liệu tham khảo trong tính toán, thiết kế và chế tạo nhằm hoàn thiện cơ cấu thu gom và phân loại rác cho xe quét rác tự động phục vụ trong khuôn viên Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật (SPKT) Vĩnh Long.

Từ khóa: Xe quét rác; Chổi quét chính; Băng chuyền; Sàng rung.

ABSTRACT

The paper uses Autodesk Inventor software to design a model of an automatic mechanism for collecting and classifying garbage, including: main brush, conveyor belt, vibrating screen to classify garbage and garbage can; survey the aerodynamics of brushes and conveyors on ANSYS software, with the CFD (Computational Fluid Dynamics) module to know the influence of brush air flow to the working area of the garbage sorting mechanism; fabricating and assembling complete structure to ensure technical requirements. The obtained results of the paper can serve as reference data in the calculation, design and manufacture to complete the garbage collection and classification structure for the automatic sweeper truck serving on the campus of Vinh Long University of Technology Education.

Keywords: Sweeper truck; Main sweeper chain; Conveyor belt; Vibrating floor.



1. GIỚI THIỆU

Khảo sát thực tế tại các đường nội bộ khuôn viên Trường Đại học SPKT Vĩnh Long thì việc thu gom rác chủ yếu là đội ngũ lao công với số lượng nhiều, việc thu gom rác cũng trở nên khó khăn, tốn nhiều công sức, đặc biệt năng suất và hiệu quả làm việc không cao, thời gian làm việc kéo dài, nên nhất thiết phải có một chiếc xe quét rác tự động, thay thế cho sức lao động của con người. Nhưng hiện nay, giá thành các loại xe này khá cao và do đặc thù địa hình khuôn viên trường học, cần phải có một chiếc xe phù hợp để đáp ứng được yêu cầu trên là rất cần thiết. Mặt khác, để đáp ứng nhu cầu phát triển của thời đại, tiến tới tự thiết kế và chế tạo các loại xe, làm chủ công nghệ chế tạo trong nước đặc biệt là đối với truyền thống của một trường đại học SPKT đào tạo ra những kỹ sư trong các lĩnh vực thiết kế và chế tạo máy thì vấn đề này được đặt lên hàng đầu, nên việc nghiên cứu “Thiết kế, chế tạo cơ cấu tự động thu gom và phân loại rác xe quét rác tự động phục vụ trong khuôn viên Trường Đại học SPKT Vĩnh Long” của bài báo còn khá mới mẻ và có tính ứng dụng cao.

Công trình “Street sweeper hopper and lift mechanism” của tác giả Henry Burgdorf và cộng sự đã trình bày sáng chế xe quét rác đường phố hiện đại có phương tiện đổ rác từ bộ phận thu gom rác, xe quét rác có chổi và cơ cấu nâng được di chuyển ra khỏi đường xả của rác khi cửa phễu được mở. [1]. Công trình “Hand-guided sweeping machine” của tác giả Heinz Holsten và cộng sự đã trình bày xe quét rác tự động sử dụng cơ cấu thang cuốn bao gồm một bộ khung, một máy hút bụi gắn liền với bộ khung và một hệ thống quét [2]. Công trình “Street sweeper with vacuumized dust control” của tác giả Gregory J. Engel và cộng sự đã trình bày xe quét đường trên khung với bánh sau

không có lái và bánh trước có lái. Bộ phận thu gom bụi được bố trí giữa bánh trước và sau tiếp giáp với chổi quét và được kết nối bằng đường hút với một bộ phận hút [3]. Công trình nghiên cứu “Powered sweeping machine” của tác giả Adolph H. Wendel và cộng sự đã trình bày xe quét rác được gắn chổi quét và thùng chứa rác để thu gom rác sau khi quét. Rác sau khi quét được phân thành hai ngăn nhờ cơ cấu phân loại rác trước khi đổ rác vào bãi rác. [4]. Các công trình nghiên cứu ở trong nước, một ít có nghiên cứu lý thuyết kết hợp với chế tạo và thử nghiệm đánh giá kết quả đạt được nhưng chỉ mới dừng lại ở thiết bị nhỏ gọn, sử dụng cơ cấu đơn giản bằng tay nên hiệu quả chưa thật cao và phạm vi sử dụng còn hạn hẹp, chưa đa dạng.

2. NỘI DUNG

2.1. Khảo sát đường nội bộ, rác và công việc thu gom rác trong đường nội bộ khuôn viên Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

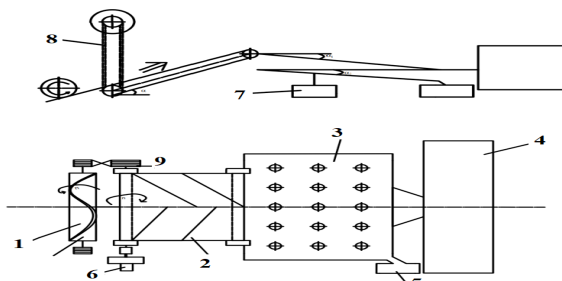
Trường Đại học SPKT Vĩnh Long có diện tích khá lớn, đường nội bộ tương đối nhiều, được nhựa và bê-tông hóa 100% nên bằng phẳng, được thiết kế thoát nước về hai bên nên mặt đường nhô lên phần giữa, bề rộng mặt đường tối thiểu 2m. Rác và bụi đa phần là rác nhẹ, một số ít bụi dạng hạt từ mịn, nhỏ, đến to: Cát, đá xanh nhỏ, sỏi, hạt nhựa nóng. Việc quét dọn thu gom rác lại làm bằng thủ công do đó tốn nhiều thời gian và năng suất thấp.



Hình 1. Đường nội bộ khuôn viên Trường Đại học SPKT Vĩnh Long

2.2. Sơ đồ nguyên lý cơ cấu thu gom và tự động phân loại rác

Dựa vào nguyên lý làm việc chung của các loại xe quét rác thương mại thực tế đang sử dụng, lựa chọn sơ đồ nguyên lý và cấu tạo của cơ cấu tự động thu gom và phân loại rác của xe quét rác cần thiết kể chế tạo gồm các thành phần chính: Chổi quét chính (1), băng tải (2), sàng rung phân loại rác (3), thùng chứa rác lớn (4) và thùng chứa rác nhỏ (5).



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý cơ cấu phân loại rác:
1 - Chổi quét chính; 2 - Băng tải; 3 - Sàng rung;
4 - Thùng rác lớn; 5 - Thùng rác nhỏ; 6 - Động cơ băng tải; 7 - Động cơ rung; 8 - Xích; 9 - Đai.

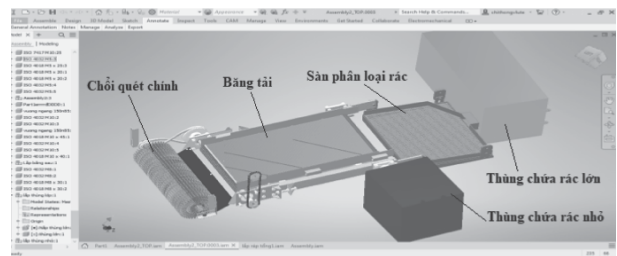
Trong sơ đồ nguyên lý trên gồm các bộ phận chính: Động cơ chính dùng để kéo băng tải chuyển động qua bộ truyền xích để mang rác vào thùng chứa; Dây đai chéo được bắt từ trục rulo dẫn động băng tải đến trục chính của chổi, làm cho chổi chính chuyển động ngược chiều với chuyển động của băng tải, giúp đẩy rác vào băng tải; Chổi quét chính dùng để quét rác vào băng tải; Sàng phân loại rác (3) dùng để phân loại rác nhỏ và rác lớn vào hai thùng chứa rác; Thùng chứa rác dùng để thu gom rác sau khi đã phân loại. Phương án bố trí chổi quét chính, băng tải, sàng phân loại rác và thùng chứa rác nằm dưới khung gầm xe là phù hợp nhất.

Nguyên lý hoạt động: Rác được chổi chính cuộn lên băng tải và được di chuyển lên phía trên băng tải nhờ cấu tạo băng tải có gân

giữ cho rác đi lên, rác tiếp tục theo băng tải qua cơ cấu sàng, sàng sẽ phân loại rác theo kích thước định sẵn loại rác nhờ động cơ rung để những loại rác có kích thước nhỏ lọt qua lỗ sàng đến thùng chứa thứ nhất, rác lớn còn lại qua thùng chứa thứ hai.

2.3. Thiết kế, lắp ráp hoàn chỉnh mô hình trong phần mềm Autodesk Inventor

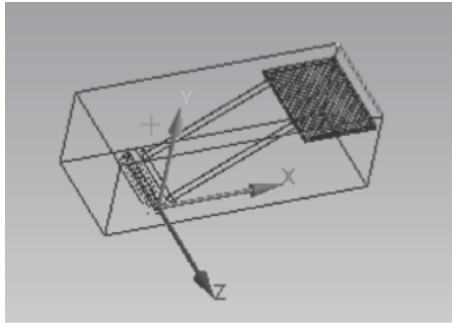
Các cơ cấu chổi quét chính, băng tải, sàng phân loại rác, thùng chứa rác lớn, thùng chứa rác nhỏ được thiết kế và lắp ghép hoàn chỉnh trong phần mềm Autodesk Inventor. Rác được chổi quét chính cuộn lên băng tải và được di chuyển lên phía trên băng tải nhờ cấu tạo băng tải có gân giữ cho rác đi lên, rác tiếp tục theo băng tải qua cơ cấu sàng, sàng sẽ phân loại rác theo kích thước định sẵn loại rác nhờ động cơ rung để những loại rác có kích thước nhỏ lọt qua lỗ sàng đến thùng chứa thứ nhất, rác lớn còn lại qua thùng chứa thứ hai.



Hình 3. Lắp ráp hoàn chỉnh cơ cấu

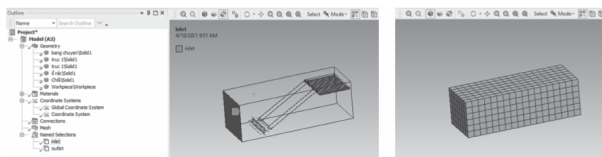
2.4. Khảo sát khí động học chổi quét và băng tải trên phần mềm ANSYS

Khảo sát khí động học khi cơ cấu hoạt động luồng khí đầu vào (Inlet) di chuyển từ chổi quét đến băng tải và cuối cùng đầu ra (Outlet) là sàng phân loại, khảo sát quá trình hoạt động sẽ ảnh hưởng như thế nào quá trình quét rác và di chuyển rác trên băng tải. Khởi tạo thiết kế không gian mô phỏng cho cơ cấu chổi quét và băng tải.



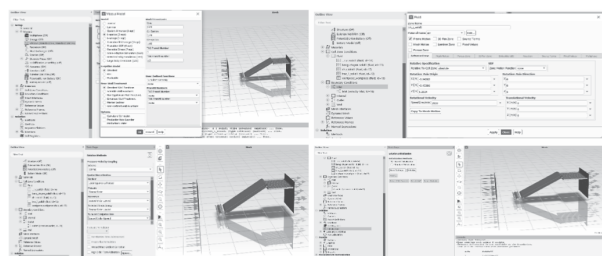
Hình 4. Khởi tạo không gian mô phỏng

Tiến hành chia cài đặt dòng khí mô phỏng đầu vào và đầu ra cho cơ cấu mô phỏng, rồi rác hóa mô hình (chia lưới): Sử dụng phương pháp chia lưới tứ diện không cấu trúc, dùng phần mềm chia lưới Ansys Meshing. Cụ thể, các tham số chính của lưới được lựa chọn như sau: Min size=0.001[m]; First layer height=0.001[m]. Các tùy chọn khác để mặc định; Kết quả thu được: Số nút lưới là 401998; Chất lượng trực giao lưới (Orthogonal Quality) là min=0.034 (chấp nhận được).



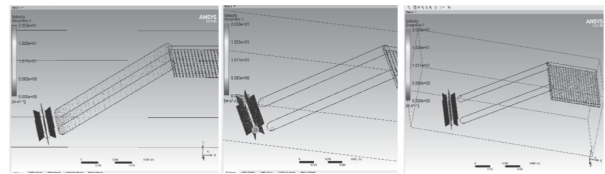
Hình 5. Chia lưới mô phỏng

Cài đặt các thông số đầu vào, tiến hành khởi chạy mô phỏng điều kiện đầu vào quá trình mô phỏng vật liệu khảo sát là thép và vận tốc $V_0 = 10\text{km/h}$, tốc độ vòng quay trục chính của băng tải là $n_0 = 500$ vòng/phút.



Hình 6. Cài đặt thông số đầu vào

Sau khi mô phỏng hoàn tất, ta được kết quả mô phỏng dòng di chuyển của rác được mô phỏng di chuyển như hình. Rác được chổi quét chính cuộn lên băng tải và được di chuyển lên phía trên băng tải nhờ cấu tạo băng tải có gân giữ cho rác đi lên, rác tiếp tục theo băng tải qua cơ cấu sàng. Quá trình mô phỏng cho thấy dòng khí mô phỏng không tác động xấu đến quá trình làm việc của cơ cấu, hỗ trợ cho quá trình hoạt động của cơ cấu.



Hình 7. Kết quả mô phỏng dòng di chuyển của rác

2.5. Chế tạo và lắp ghép hoàn chỉnh các cơ cấu

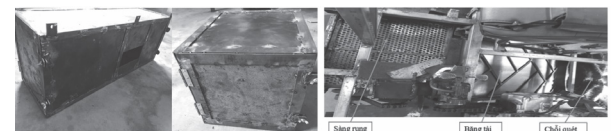
Yêu cầu chế tạo đơn giản, lắp ráp dễ dàng cho người sử dụng, khả năng vận hành hiệu quả của cơ cấu thu gom và phân loại rác và tính ổn định của cơ cấu khi hoạt động.

Sàn rung, băng tải, thùng chứa rác lớn, thùng chứa rác nhỏ sau khi chế tạo được lắp ghép hoàn chỉnh thành cơ cấu thu gom và phân loại rác. Cơ cấu này được lắp ghép với khung và cơ cấu vận hành của xe và cơ cấu quét, hút lọc bụi để tạo thành xe quét rác hoàn chỉnh phục vụ trong khuôn viên Trường Đại học SPKT Vĩnh Long.



1. Cơ cấu sàng rung

2. Lắp động cơ sàng rung và băng tải



3. Thùng rác lớn và nhỏ

4. Lắp ghép hoàn chỉnh cơ cấu sàn rung

Hình 8. Các chi tiết và cơ cấu được chế tạo



Khung xe và cơ cấu vận hành: động cơ dẫn động, hệ thống lái, 2 bánh xe trước và 2 bánh xe sau...

Cơ cấu sàng rung phân loại rác: Chổi quét, băng tải, sàn phân loại rác và thùng chứa rác lớn và rác nhỏ...

Hình 9. Lắp ghép hoàn chỉnh sàng rung với khung và cơ cấu vận hành

3. KẾT LUẬN

Kết quả đạt được của bài báo là đã xây dựng được sơ đồ nguyên lý hoạt động của cơ cấu quét và phân loại rác; Thiết kế các chi tiết và lắp ráp hoàn chỉnh mô hình cơ cấu trong phần mềm thiết kế Autodesk Inventor; Khảo sát khí động học chổi quét và băng tải trên phần mềm ANSYS, với module CFD (Computational Fluid Dynamics) để biết được ảnh hưởng của dòng khí chổi quét đến vùng làm việc của cơ cấu sàng phân loại rác; Đã chế tạo, lắp ráp hoàn chỉnh cấu tự động thu gom và phân loại rác xe quét rác đảm bảo yêu cầu kỹ thuật; Kết quả thử nghiệm phù hợp với thực tế hoạt động của xe quét rác tự động; Kết quả đạt được của công

trình nghiên cứu có ý nghĩa thực tiễn, làm cơ sở khoa học cho việc nghiên cứu thiết kế và chế tạo xe quét rác phục vụ trong hệ thống các trường học, công viên... góp phần tạo tiền đề để có thể phát triển, tối ưu hơn ở những nghiên cứu sau.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này được thực hiện tại Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long. Tác giả xin chân thành cảm ơn Ban Giám hiệu, quý thầy, cô đồng nghiệp đã hỗ trợ để tác giả hoàn thành công trình nghiên cứu, xin chân thành cảm ơn đến Tạp chí Cơ khí Việt Nam đã tạo điều kiện để tác giả tham gia bài báo. ❖

Ngày nhận bài: 06/4/2024

Ngày phản biện: 24/5/2024

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Henry Burgdorf, Long Beach, Calif, *Street sweeper hopper and lift mechanism*.
- [2]. Heinz Holsten, Fintel; Joachim Bahnemann, Bad Oldesloe, both of Fed. Rep. of Germany, *Hand-guided sweeping machine*.
- [3]. Gregory J. Engel, Plymouth, MN (US); Steven L. Boomgaarden, Rosemont, MN (US), *Street sweeper with vacuumized dust control*.
- [4]. Adolph H. Wendel; Richard G. Worwa, both of Minneapolis, Minn, *Powered sweeping machine*.