

THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ THÔNG SỐ KẾT CẤU SÀN RUNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG THU GOM RÁC CHO XE QUÉT RÁC TỰ ĐỘNG PHỤC VỤ TRONG KHUÔN VIÊN TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT VINH LONG

EXPERIENCE TO DETERMINATE THE EFFECT OF SOME STRUCTURAL VIBRATION FLOORING PARAMETERS ON WASTE COLLECTION QUALITY FOR AUTOMATIC 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 tiến hành thử nghiệm trên sàn rung để khảo sát ảnh hưởng của một số thông số: góc nghiêng sàng (α), khoảng cách giữa 2 tâm lỗ sàng (L) và số vòng quay động cơ rung (n) của cơ cấu sàng rung đến chất lượng thu gom rác, sau đó quy hoạch thực nghiệm bằng phương pháp Box-Behnken và sử dụng phần mềm Minitab xử lý số liệu, giải bài toán tối ưu để xác định các thông số α , L , n hợp lý để đạt được chất lượng thu gom rác là lớn nhất. 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; Sàn rung; Góc nghiêng sàng; Động cơ rung.

ABSTRACT

The article conducts a test on a vibrating sieve to investigate the influence of a number of parameters: the sieve tilt angle (α), the distance between the two sieve hole centers (L) and the number of revolutions of the vibrating motor (n) of the sieve mechanism. to determine the quality of garbage collection, then experimentally plan by Box-Behnken method and use Minitab software to process data, solve optimization problems to determine reasonable parameters (α), L , n to achieve the highest garbage collection quality. 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.



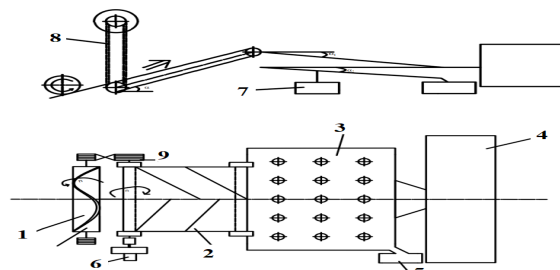
1. GIỚI THIỆU

Tổng quan tìm hiểu về các công trình nghiên cứu khoa học trong và ngoài nước, nhận thấy phần lớn các xe quét rác do nước ngoài chế tạo thường là quét và hút lọc bụi, hoặc quét xong đưa lên băng tải mang đến thùng chứa rác, tự đổ rác bằng tay hoặc đổ rác tự động chứ không có cơ cấu sàng rung phân loại rác. Trong nước chưa có một công trình hay đề tài khoa học nào nghiên cứu về thiết kế, chế tạo hoàn chỉnh xe quét rác có thể ứng dụng vào thực tế quét – thu gom rác, mà chỉ có một vài phát minh tự chế với một số mô hình đơn giản, hoặc mới chỉ nghiên cứu thiết kế mà chưa có một cá nhân hay tổ chức doanh nghiệp nào có thể tự chế tạo được xe quét rác hoàn toàn bằng công nghệ sản xuất và lắp ráp trong nước nên việc nghiên cứu chế tạo cơ cấu sàng rung phân loại rác của tác giả còn khá mới mẻ cần được nghiên cứu chế tạo, hướng tới làm chủ khả năng công nghệ chế tạo xe quét rác trong nước, góp phần vào sự phát triển chung của đất nước.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

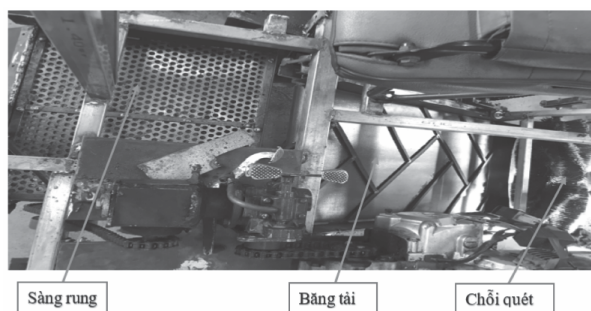
2.1. Sơ đồ nguyên lý cơ cấu thu gom và tự động phân loại rác

Rác được chổi chính cuộn lên băng tải, chuyển lên phía trên băng tải rồi qua cơ cấu sàng rung. Tại đây, sàng rung 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 2.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý cơ cấu:

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.



Hình 2. Chế tạo và lắp ghép hoàn chỉnh

2.2. Thử nghiệm và kết quả đạt được

Thử nghiệm nhằm mục đích khảo sát để xác định ảnh hưởng của các thông số: góc nghiêng sàng $\alpha = 5, 10, 15$ (độ), khoảng cách giữa hai tâm lỗ ($\Phi 10$) trên sàng $L = 15, 18, 20$ (mm), Tốc độ quay của động cơ rung $n_1 = 3000$ (vòng/phút); $n_2 = 3300$ (vòng/phút); $n_3 = 3600$ (vòng/phút) ảnh hưởng tới chất lượng thu gom rác (tỉ lệ %). Thông số cần đạt được gồm: Tỉ lệ (%) rác có kích thước nhỏ hơn 10mm (R_1) và Tỉ lệ (%) rác có kích thước lớn hơn 10mm (R_2) sau khi 100% rác ban đầu được chuyển đến sàng phân loại rác.

Mô hình thử nghiệm để xác định được tỉ lệ (%) rác thu được sau sàng phân loại sau khi chổi chính quét rác đưa lên băng tải mang rác đến sàng phân loại và đưa vào hai thùng chứa rác.



Hình 3. Mô hình thử nghiệm

Quy hoạch, xử lý số liệu thực nghiệm và giải bài toán tối ưu để xác định α , L , n hợp lý.

Bảng 1. Bố trí thí nghiệm theo mô hình Box-Behnken

STT	α	L	n	N_1 (%)			N_2 (%)		
				1	2	3	1	2	3
1	5	15	3300	72.2	74.6	70.6	74.6	75.1	73.6
2	15	15	3300	69.2	70.3	73.5	70.3	71.5	66.5
3	5	21	3300	62.4	67.2	64.1	67.2	68.2	63.2
4	15	21	3300	52.5	53.2	51.4	53.2	54.2	50.4
5	5	18	3000	83.8	85.2	81.1	85.2	86.2	82.1
6	15	18	3000	59.6	60.2	61.4	60.2	61.2	63.4
7	5	18	3600	79.5	80.5	81.6	80.5	82.5	81.2
8	15	18	3600	64.2	63.5	62.2	63.5	64.3	61.2
9	10	15	3000	85.4	86.2	84.6	86.2	87.3	84.2
10	10	21	3000	64.5	65.2	66.8	65.2	67.3	65.6
11	10	15	3600	79.5	80.2	78.3	80.2	82.2	80.3
12	10	21	3600	60.6	58.7	59.5	58.7	60.7	64.5
13	10	18	3300	89.3	90.5	91.2	90.5	89.8	91.2
14	10	18	3300	90.5	91.1	89.3	91.1	91.3	89.3
15	10	18	3300	90.1	89.4	91.3	89.4	90.4	92.3



2.2.1. Tỷ lệ phần trăm rác có kích thước nhỏ hơn 10 mm: R_1 (%)

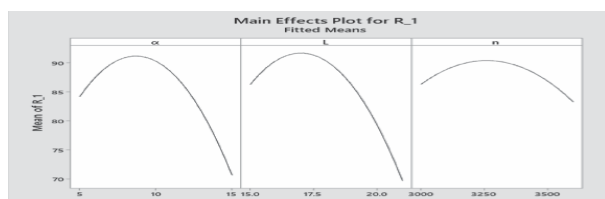
Kết quả phân tích phương trình hồi quy, phân tích phương sai (ANOVA), tiến hành đánh giá các thông số R^2 , R^2 -(adj) và R^2 -(pred) của phương trình hồi quy m.

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
3.55138	93.10%	91.79%	89.09%

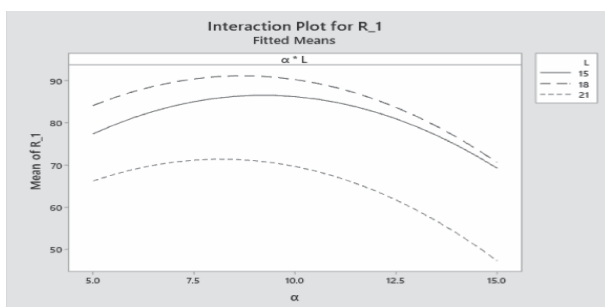
Nhận thấy ba thông số này đều lớn hơn 85%, từ đó phương trình tìm được khá phù hợp để mô tả dữ liệu thực nghiệm. Phương trình hồi quy dưới dạng tự nhiên có dạng:

$$R_1 = -1026 + 12.18\alpha + 48.32L + 0.3999n - 0.5152\alpha^2 - 1.369L^2 - 0.000061n^2 - 0.1789\alpha L$$

Ảnh hưởng của các thông số đầu vào lên nhân tố đầu ra bằng các biểu đồ Factorial Plot:



Hình 4. Đồ thị phân tích ảnh hưởng thông số α , L , n của R_1

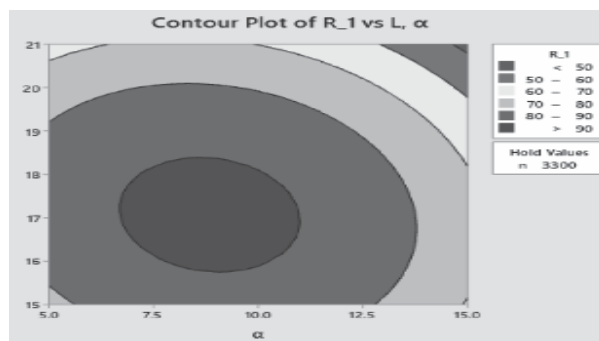


Hình 5. Đồ thị ảnh hưởng thông số L với α của R_1

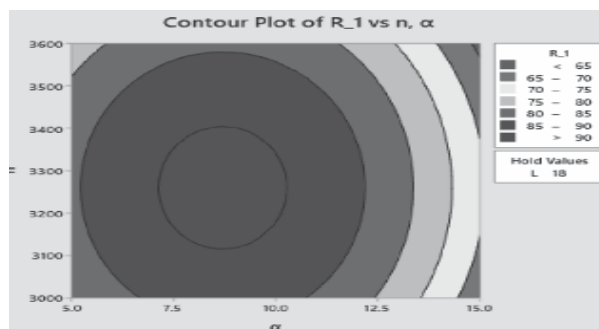
Kết quả nhận thấy hình 4 khi tăng lần lượt ba thông số: α , L ($\phi 10$), n , thì R_1 (%) thu được biến đổi theo dạng đường thẳng Hypepol

và đạt khoảng từ 90-95% ở giá trị $\alpha = 7-10$ (độ), L ($\phi 10$) trên sàng $L = 16-18$ (mm), $n = 3100-3300$ (vòng/phút). Tương tự khi biến đổi đồng thời hai thông số α và L ($\phi 10$) trên sàng L (Hình 5).

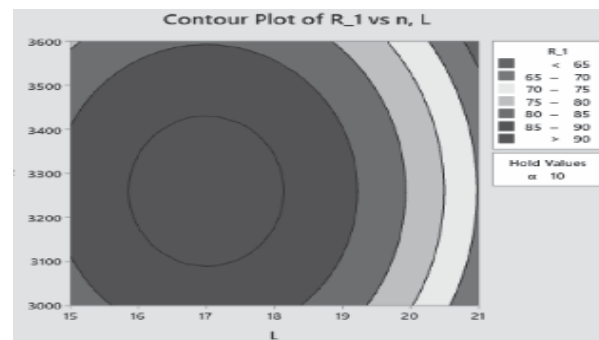
Đồ thị thể hiện sự ảnh hưởng của các thông số đầu vào lên nhân tố đầu ra:



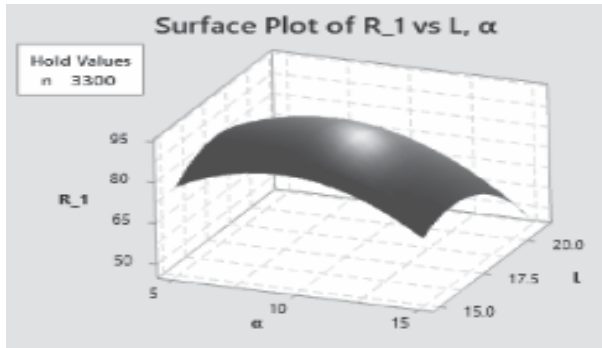
Hình 6. Biểu đồ ảnh hưởng L , α khi $n = 3300$ của R_1



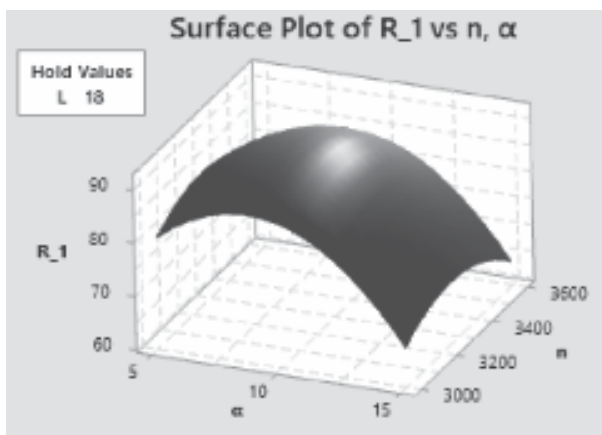
Hình 7. Biểu đồ ảnh hưởng n , α khi $L = 18$ của R_1



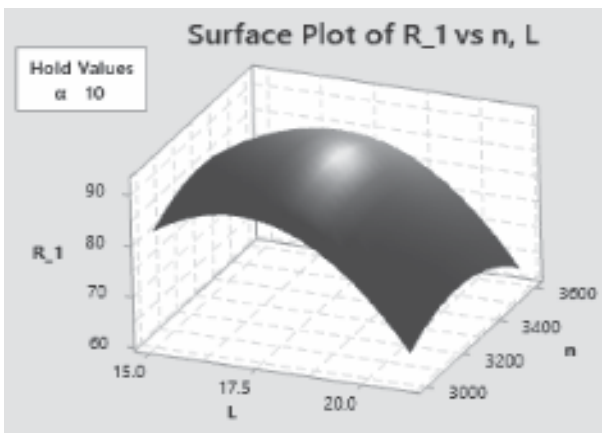
Hình 8. Biểu đồ ảnh hưởng n , L khi $\alpha = 10$ của R_1



Hình 9. Biểu đồ Surface khi $n = 3300$ của R_1



Hình 10. Biểu đồ Surface khi $L = 18$ của R_1



Hình 11. Biểu đồ Surface khi $\alpha = 10$ của R_1

Từ hình 6 có thể thấy R_1 (%) thu được thấp nhất (<50%) khi $L = 20-21$ (mm) và $\alpha = 13-15$ (độ), còn R_1 (%) đạt cao nhất (>90%) khi $L = 16-18$ (mm) và $\alpha = 7-10$ (độ); Từ hình 7 có thể thấy R_1 (%) thu được thấp nhất (<65%)

khi $n = 3400-3600$, $3000-3100$ (vòng/phút) và $\alpha = 13-15$ (độ), còn R_1 (%) thu được cao nhất (>90%) khi $n = 3150-3350$ (vòng/phút) và $\alpha = (7-10)$ (độ); Từ hình 8 có thể thấy R_1 (%) thu được thấp nhất (<65%) khi $n = 3400-3600$, $3000-3100$ (vòng/phút) và $L = 20,5-21$ (mm), R_1 (%) thu được cao nhất (>90%) khi $n = 3150-3350$ (vòng/phút) và $L = 16-18$ (mm).

2.2.2. Tỷ lệ phần trăm rác có kích thước lớn hơn 10 mm: R_2 (%)

Tương tự, ta tiến hành phân tích dữ liệu thực nghiệm với nhân tố đầu ra R_2 (%).

Phương trình hồi quy dưới dạng tự nhiên có dạng:

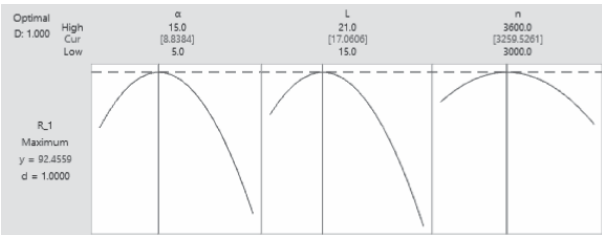
$$R_2 = -951 + 11.41\alpha + 46.77L + 0.3655n - 0.5166\alpha^2 - 1.334L^2 - 0.000056n - 0.1433\alpha L$$

Kết quả đạt được khi tăng lần lượt ba thông số (α), L ($\Phi 10$), n thì R_2 (%) thu được biến đổi theo dạng đường thẳng Hypepol và đạt khoảng từ 90-95% ở giá trị $\alpha = 7-9$ (độ), L ($\Phi 10$) trên sàng $L = 16-18$ (mm), $n = 3100-3300$ (vòng/phút).

Tương tự, khi biến đổi đồng thời hai thông số (α) và L ($\Phi 10$) trên sàng, kết quả cho thấy R_2 (%) thu được thấp nhất (<50%) khi $L = 20-21$ (mm) và $\alpha = 13-15$ (độ), còn R_2 (%) đạt cao nhất (>90%) khi $L = 16-18$ (mm) và $\alpha = 7-10$ (độ); Đồng thời kết quả cho thấy R_2 (%) thu được thấp nhất (<65%) khi $n = 3400-3600$, $3000-3100$ (vòng/phút) và $\alpha = 13-15$ (độ), còn R_2 (%) thu được cao nhất (>90%) khi $n = 3150-3350$ (vòng/phút) và $\alpha = 7-10$ (độ); R_2 (%) thu được thấp nhất (<65%) khi $n = 3400-3600$, $3000-3100$ (vòng/ phút) và $L = 20.5-21$ (mm), còn R_2 (%) thu được cao nhất (>90%) khi $n = 3150-3350$ (vòng/phút) và $L = 16-18$ (mm).

2.2.3. Tối ưu hoá nhân tố đầu ra

Dùng module tối ưu hoá của Minitab sẽ tính toán và cho ra nghiệm tối ưu R₁ đạt cực đại tại: $\alpha = 8.838380$ (độ), $L = 17.0606$ (mm), $n = 3259.53$ (vòng/phút). Giá trị cực đại đạt được là: $R_{1_{\max}} = 92.4559\%$.

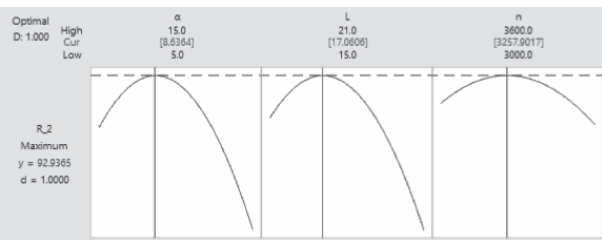


Hình 12. Biểu đồ tối ưu R₁

Bảng 2. Nghiệm tối ưu R₁ cực đại

Solution	α	L	n	R ₁ Fit	Composite Desirability
1	8.83838	17.0606	3259.53	92.4559	1

R₂ (%) cực đại, Minitab sẽ tính toán và cho ra nghiệm tối ưu:



Hình 13. Biểu đồ tối ưu R₂

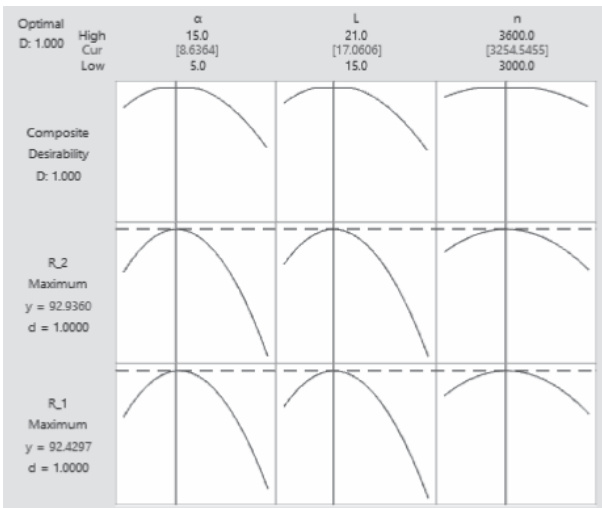
Bảng 3. Nghiệm tối ưu R₂ cực đại

Solution	α	L	n	R ₂ Fit	Composite Desirability
1	8.63636	17.0606	3257.90	92.9365	1

Kết luận Minitab đã tìm được nghiệm tối ưu R₂ đạt cực đại tại: $\alpha = 8.636360$ (độ), $L = 17.0606$ (mm), $n = 3257.90$ (vòng/phút). Giá

trị cực đại đạt được là: $R_{2_{\max}} = 92.9365\%$.

Tối ưu hoá thông số R₁ (%) và R₂ (%) cùng lớn nhất. Kết quả Minitab đã tìm được nghiệm tối ưu R₁ (%) và R₂ (%) cùng lớn nhất tại $\alpha = 8.636360$ (độ), $L = 17.0606$ (mm), $n = 3254.55$ (vòng/phút). Giá trị tối ưu đạt được là: $R'_1 = 92.4297\%$, $R'_2 = 92.9360\%$.



Hình 14. Biểu đồ nghiệm tối ưu

Bảng 4. Nghiệm tối ưu R₁ (%) và R₂ (%)

Solution	α	L	n	R ₂ Fit	R ₁ Fit	Composite Desirability
1	8.63636	17.0606	3254.55	92.9360	92.4297	1

2.3. Kết luận

Thực nghiệm trên sàng rung với các thông số: $\alpha = 5, 10, 15$ (độ); $L = 15, 18, 20$ (mm); $n_1 = 3000$ (vòng/phút), $n_2 = 3300$ (vòng/phút), $n_3 = 3600$ (vòng/phút), quy hoạch thực nghiệm bằng phương pháp Box-Behnken và sử dụng phần mềm Minitab xử lý số liệu xác định được $R_{1_{\max}} = 92.4559\%$ đạt giá trị lớn nhất tại: $\alpha = 8.838380$ (độ), $L = 17.0606$ (mm), $n = 3259.53$ (vòng/phút); $R_{2_{\max}} = 92.9365\%$

đạt giá trị lớn nhất tại: $\alpha = 8.636360$ (độ), $L = 17.0606$ (mm), $n = 3257.90$ (vòng/phút); $R'1 = 92.4297\%$ và $R'2 = 92.9360\%$ cùng đạt giá trị lớn nhất tại $\alpha = 8.636360$ (độ), $L = 17.0606$ (mm), $n = 32545$ (vòng/phút).

Kết quả nghiên cứu đạt được sẽ là cơ sở khoa học cho việc thiết kế chế tạo cơ cấu sàng rung phân loại rác nhằm hoàn thiện cơ cấu thu gom và phân loại rác, tiến tới chế tạo hoàn chỉnh xe quét rác tự động phục vụ trong khuôn viên trường đại học.

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 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]. Trịnh Chất; *Cơ sở thiết kế máy và chi tiết máy*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2008.

- [2]. GS,TS. Nguyễn Trọng Hiệp; *Chi tiết máy - Tập 1, tập 2*, NXB. Giáo dục, 1997.
- [3]. Nguyễn Hữu Lộc; *Giáo trình cơ sở thiết kế máy*, NXB. Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, 2016.
- [4]. Nguyễn Hữu Lộc; *Quy hoạch và phân tích thực nghiệm*, NXB. Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, 2011.
- [5]. Hà Văn Vui, TS. Nguyễn Chí Sáng, ThS. Phan Đăng Phong; *Sổ tay thiết kế cơ khí - Tập 1, 2, 3*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2006.
- [6]. Nguyễn Chí Hùng; *Hướng dẫn lắp ráp và xuất bản vẽ Inventor*, 2014.
- [7]. Trần Yên; *Hướng dẫn thiết kế kim loại tấm Inventor*, 2014.
- [8]. Trần Văn Tình; *Mô phỏng động lực học Autodesk Inventor*, 2015.
- [9]. Trần Yên; *Phân tích động lực học với Inventor Simulation*, 2014.
- [10]. Heinz Holsten, Fintel; Joachim Bahnemann, Bad Oldesloe, both of Fed. Rep. of Germany, *Hand-guided sweeping machine*.
- [11]. Roland Schick, Auenwald; Uwe Urban, Weinstadt; Eberhard Veit, Göppingen, all of Germany, *Road sweeping machine*.
- [12]. Gregory J. Engel, Plymouth, MN Gregory J. Engel, Plymouth, MN (US); Theodore J. Olsonoski, Rogers, MN (US), *Street sweeper with dust control*.
- [13]. Gene R. Center, San Diego. *Escalator sweeping mechanism*.