

Tối ưu hóa các thông số của thiết bị cào phân trong chuồng trại bò sữa thông qua mô hình máy cào

Nguyễn Hồng Ngân, Huỳnh Công Lớn, Hà Anh Tùng

Tóm tắt - Việc tăng cường các hệ thống vệ sinh cho trang trại chăn nuôi bò sữa là rất quan trọng trong việc tăng năng suất và chất lượng sữa bò, giúp chuồng trại luôn sạch sẽ, đảm bảo sức khỏe cho đàn bò, không ô nhiễm khu vực chuồng trại. Nội dung bài báo trình bày một loại băng tải cào dạng mũi tên, nghiên cứu cơ sở lý thuyết cho việc thiết kế máy cào, những đặc tính cơ lý của chất thải ảnh hưởng đến chất lượng làm sạch chuồng trại. Bằng các nghiên cứu thực nghiệm thông qua mô hình, nghiên cứu này đã xác định các thông số về vận tốc cào, góc nghiêng mũi cào hợp lý cho bộ phận công tác tùy theo loại nền sàn ứng với đặc tính chất thải để đạt hiệu quả làm sạch cao nhất. Kết quả nghiên cứu cung cấp các thông số cho việc chế tạo thiết bị cào chất thải làm vệ sinh nền trang trại đạt hiệu quả.

Từ khóa – Thiết bị cào phân, mô hình máy cào, vệ sinh trang trại chuồng bò.

1 GIỚI THIỆU

Trong một trang trại chăn nuôi đồng bộ, một trong những quá trình lao động nặng nhọc nhất là việc thu gom loại bỏ phân. Công tác làm sạch trang trại chiếm 30 - 50% chi phí lao động trong nuôi dưỡng các đàn gia súc. Hệ thống loại bỏ các chất thải của động vật sẽ gây ra vi khí hậu phức tạp, ảnh hưởng sức khỏe động vật, điều kiện làm việc trong trang trại và mức độ tuân thủ các yêu cầu vệ sinh phức tạp.

Bài báo này được gửi vào ngày 12 tháng 06 năm 2017 và được chấp nhận đăng vào ngày 11 tháng 09 năm 2017.

Nguyễn Hồng Ngân, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM (email: nhngan@hcmut.edu.vn)

Huỳnh Công Lớn, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM

Hà Anh Tùng, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM

Việc lựa chọn phương pháp và phương tiện kỹ thuật thu gom, làm sạch, loại bỏ phân, chủ yếu là phụ thuộc vào các hệ thống chuồng trại nuôi động vật, tính chất cơ lý và lưu biến của phân, cách nuôi giữ các loài gia súc và các loài gia cầm, loại và lượng rác được sử dụng.

Có nhiều hệ thống thu dọn phân khác nhau như: hệ thống tự chảy, dọn phân bằng dòng nước hoặc bằng việc sử dụng các loại băng tải phân. Nhược điểm của phương pháp rửa thủy lực là tiêu tốn năng lượng, và làm tăng cao độ ẩm trong các chuồng (99%).

Giải pháp tốt hơn cả để loại bỏ các chất thải động vật là việc sử dụng băng tải. Phương pháp cơ học như băng tải cào và vít tải, được sử dụng phổ biến ở nơi mà động vật được lưu giữ với thảm rác.

2 MÔ TẢ MÔ HÌNH VÀ CẤU TẠO THIẾT BỊ THU DỌN PHÂN BẰNG BĂNG TẢI CÀO.

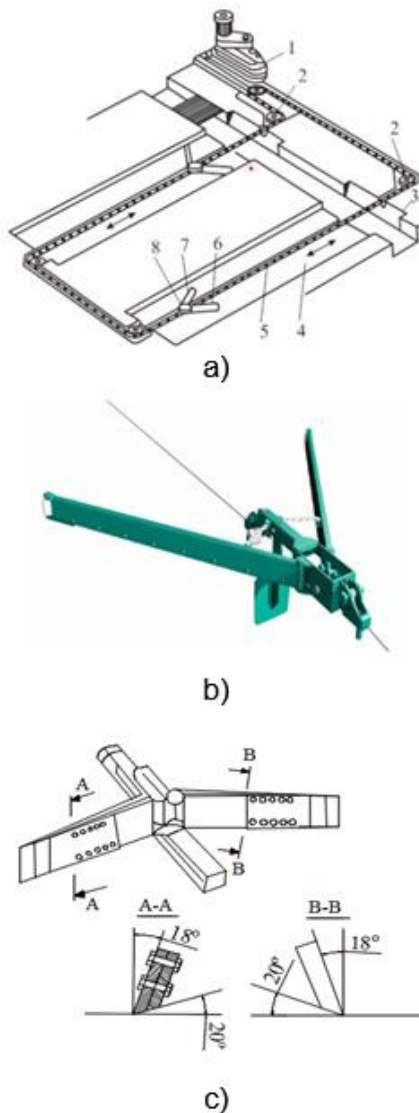
2.1 Cấu tạo thiết bị thu dọn phân bằng băng tải cào.

Các thiết bị thu gom phân bằng băng tải cào tương đối đa dạng, phổ biến là loại máy cào chuyển động tịnh tiến tới lui. Sơ đồ nguyên lý làm việc và bố trí hệ thống được trình bày trên hình 1.

Nguyên lý hoạt động: Khi hệ thống bắt đầu hoạt động, động cơ 1 hoạt động và thông qua bộ truyền đai 2 truyền động cho đĩa xích chính. Đĩa xích chính quay kéo theo máng cào 7 chuyển động đi theo từ đầu chuồng đến cuối chuồng hoặc ngược lại. Khi đến đầu hoặc cuối hành trình, máng cào sẽ tác động lên các công tắc hành trình và tạm dừng hệ thống?

Kết cấu bộ phận công tác cào có nhiều dạng khác nhau phổ biến là loại cánh cào mũi tên: loại chữ V (hình 1b), loại chữ V cải tiến (hình 1c), bộ công tác của băng tải cào phân gồm khung trượt: - Lưỡi

xèng nghiêng bằng kim loại; phần mở rộng của lưới, dải băng cao su cào phân.



Hình 1. a) Sơ đồ nguyên lý làm việc và bố trí hệ thống cào; b) Máng cào kết cấu V; c) Máng cào kết cấu V cải tiến: 1 - Dẫn động; 2 - Pyli đổi hướng; 3 - Kênh thu phân cắt ngang; 4 - Đáy kênh; 5 - Cáp; 6, 7 - Thanh cào phải và trái; 8 - Khung trượt.

2.2 Cấu tạo mô hình thí nghiệm máy cào

Để nghiên cứu các thông số cho máy cào phân bò ta xây dựng mô hình thí nghiệm. Dựa trên cơ sở lý thuyết tính toán máy cào phân ta xây dựng mô hình thí nghiệm như trên hình 2. Kết cấu mô hình gồm: Bàn thí nghiệm cho phép thay đổi bề mặt làm việc mang chất thải; bộ công tác cào cho phép thay đổi góc cào trước và góc cào sau; bộ phận dẫn động cho phép thay đổi vận tốc cào.

Các thông số mô hình bàn thí nghiệm:

- Kích thước bộ công tác (dài x rộng), (m):

0,82x150

- Kích thước kênh phân (dài x rộng), (m): 2x0,83

- Kích thước bàn thí nghiệm (dài x rộng x cao), (m): 3x0,5x1,26.

- Động cơ (SPG): Công suất: 200 W; Tỉ số truyền: 150, Số vòng quay: 1450 (v/ph).

Tiến hành thực nghiệm các yếu tố thay đổi với các thông số thí nghiệm.

Để xem xét sự ảnh hưởng của các yếu tố đến kết quả làm sạch của hệ thống ta sẽ lần lượt thí nghiệm với từng yếu tố được xét trên cả 2 nền chuồng trại, các yếu tố còn lại giữ ở mức cơ sở. Các thông số được giới hạn và thay đổi như sau:

- Vận tốc của bộ công tác v (m/s): 0.03, 0.04, 0.05

- Góc cắt của lưới cắt khi cào chất thải α (độ): 15, 20, 25

- Độ ẩm của chất thải vào thời điểm hệ thống hoạt động W (%): 75, 85, 95.

Hình ảnh kết quả thí nghiệm trước và sau khi cào được trình bày trên hình 2a, và 2b



a) Trước khi cào (trên nền cao su)



b) Sau khi cào trên nền cao su

Hình 2. Mô hình bàn thí nghiệm máy cào

3 ĐẶC TÍNH CƠ LÝ CỦA PHÂN ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH THU GOM

Phân là một hệ thống đa pha, phức tạp bao gồm các chất rắn, lỏng và khí. Các ảnh hưởng chính trên các thuộc tính của phân là độ ẩm. Ở các trạng thái gia súc với chuồng không gắn kết trên rãnh sâu xả rác và chuồng có gắn kết trên thảm rác (2 - 6 kg/con), ta nhận được phân chất rắn (có rác) độ ẩm phân lên đến 81%.

Khi buồng trại có gắn kết có rác hạn chế (đến 2 kg/con) và khi chuồng không gắn kết từ phía cạnh với các phương tiện thu gom cơ khí ta nhận được độ ẩm phân bán lỏng 81-87%. Khi nuôi động vật không có thảm rơm thì độ ẩm tương đối 89-90%. Việc bổ sung nước công nghệ vào phân làm tăng độ ẩm tương đối lên 94-98%, và trở thành phân lỏng. Khi chuồng không gắn kết ở trên sàn gỗ và phân lỏng (không rác) có độ ẩm 88% hoặc nhiều hơn, việc thu gom thực hiện bằng thủy lực.

Khi tính toán máy thu gom phân, cần biết giá trị của hệ số ma sát, độ tĩnh định và độ dính, các giá trị đó phụ thuộc vào nhiều yếu tố, chủ yếu vào độ ẩm của phân, ở độ ẩm mà tại đó đó hệ số ma sát trượt lớn nhất gọi là độ ẩm tới hạn. Ví dụ, phân không rải thảm rác, hệ số ma sát trượt tới hạn trên thép, bê tông, mặt sàn gỗ của loại phân bò theo độ ẩm tới hạn tương ứng là 64,4; 67,6 và 60,4%, và hệ số ma sát - 0,9; 1,04 và 1,02; loại phân có rải thảm trên mặt vật liệu tương tự có độ ẩm tới hạn 71,4; 73,4 và 72,8%, và hệ số ma sát tương ứng 0,67; 0,68 và 0,77. Khi dùng phương pháp cơ khí để thu gom phân, thì cần đảm bảo sao cho độ ẩm phải lớn hơn độ ẩm tới hạn.

Giá trị của hệ số ma sát tĩnh lớn hơn hệ số ma sát trượt trong thực nghiệm nói chung là 30-40%: đối với phân rơm: 15-30 đối với phân bùn: 5-15%.

Một yếu tố đáng quan tâm đó là đặc tính dính của phân hay là lực tách phân khỏi tấm khi có độ dính ban đầu với nền và thay đổi theo thời gian tiếp xúc

Nhận thấy rằng lực bám dính nhỏ nhất cho các phân với polyethylene và nhựa vinyl, lớn nhất – với cao su và gỗ [2].

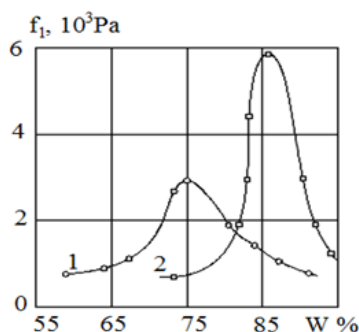
Độ dính phân vào các bề mặt khác nhau bị ảnh hưởng đáng kể bởi độ ẩm. Đối với phân bò tươi, độ ẩm mà tại đó lực bám dính đạt giá trị tối đa, tùy thuộc vào thảm rơm rải và các vật liệu bề mặt dao động từ 74 ... 83%.

Độ kết dính phân vào các bề mặt khác nhau trong lưu trữ sau 3 tháng sẽ giảm 3 ... 4 lần so với tươi. Độ lỏng của phân có độ ẩm 86... 92% là có thể chảy bằng trọng lực thông qua các kênh ở khoảng cách nhất định do tính chất dẻo nhớt của nó. Trên cơ sở này, thiết lập hệ thống thu gom phân tự chảy từ các trang chăn nuôi.

Quan tâm thực tế cho việc xác định đúng đắn của các thiết bị, tùy theo công trình xây dựng để chọn các hệ thống thu gom, xử lý, lưu trữ và sử dụng

phân lỏng, đó là tính lưu biến (chất lỏng) và các thuộc tính của nó - độ nhớt và ứng suất. Độ nhớt của phân bùn cũng như ứng suất cắt tới hạn sẽ tăng ứng với việc giảm độ ẩm. Như vậy, khi giảm độ ẩm phân của bò (khi cho ăn thức ăn ủ chua, rơm, vinasse, zhomom và thức ăn đậm đặc) từ 94-82% thì của độ nhớt và ứng suất tăng lên tương ứng là 0,13-2,6 Pa, và 1,5-100 Pa.

Cũng như độ nhớt và ứng suất cắt giới hạn người ta xác định hệ số cản phân di chuyển phân thông qua các đường ống khi bơm bằng các bơm hoặc hệ thống khí nén, phân tươi của bò phải được vận chuyển ở độ ẩm trên 89%, của heo cao hơn 84%. Sau khi bảo quản phân trong khoảng 3... 4 tháng, những độ ẩm giới hạn này sẽ giảm đi.



Hình 3. Tính chất vật lý và cơ học của khối lượng phân - yếu tố phụ thuộc dính theo độ ẩm phân: 1 - phân lợn; 2 - phân bò

Yếu tố đặc trưng của phân khối là độ dính, phụ thuộc vào lượng thức ăn, độ ẩm và sự phân hủy phân, tuổi động vật, và trên bề mặt vật liệu và trong (4-38).100 Pa. Đối với phân bò và heo độ dính tối đa khi độ ẩm phân là khoảng 85 và 75%, tương ứng (Hình 3).

4 CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN THIẾT BỊ CÀO THU DỌN PHÂN

Việc tính toán được xác định tùy thuộc vào phương pháp làm sạch phân bón trên trang trại thiết kế, năng suất, số lượng phương tiện thu gom và dung tích cần thiết của bể lưu trữ phân. Dưới đây là cơ sở tính bằng tải cào với các cánh đóng, mở chuyển động qua lại.

Tổng lực cản chuyển động của thiết bị cào delta (mũi tên) làm việc ở hai kênh

$$P_c = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad (1)$$

Trong đó:

P₁ – Lực cản chuyển động của các nhánh làm việc, N:

$$P_1 = [(G_c + G_H) \cdot f_{np} + q \cdot L_p \cdot f_H] \cdot g \quad (2)$$

G_c, G_H – khối lượng của cào và phần phân cào

tương ứng, kg;

f_{np} – hệ số ma sát qui dẫn ($f_{np} = 1,8 \dots 2$);

q – Khối lượng một mét dài cáp ($q = 0,4 \dots 0,5$), kg;

L_p – chiều dài cáp của nhánh làm việc, m;

f_H – hệ số ma sát của cáp với phân ($f_H = 0,5 \dots 0,6$);

g – gia tốc trọng trường, $9,81 \text{ m/s}^2$.

P_2 – lực cản di chuyển của nhánh không tải, N

$$P_2 = (G_c \cdot f_{np} + q \cdot L_x \cdot f_H) \cdot g, \quad (3)$$

Trong đó:

L_x – Chiều dài dây cáp nhánh không tải, m.

P_3 – Lực cản do quán tính khi đảo chiều, N, được tính như sau:

$$P_3 = (2 \cdot G_c + q \cdot L) \quad (4)$$

Trong đó L – chiều dài cáp của thiết bị, m;

– tốc độ trung bình.

P_4 – Lực cản chuyển động do phân nếm vào giữa các tấm cào và tường kênh phân:

$$P = \frac{L}{\alpha_1} W_1 \quad (5)$$

Trong đó: α_1 – bước cào, m

W_1 – Lực cản của một tấm cào, N. Đối với phân rắn: $W_1 = 15N$, đối với phân cục và phân sệt: $W_1 = 30N$

– Lực cản kéo của nhánh vào, N:

$$T_{II} = \frac{P_1 + P_2}{\mu \cdot \beta}. \quad (6)$$

Trong đó: μ – hệ số ma sát của dây với tang dẫn động, $\mu = 0,1 \dots 0,2$;

β – góc ôm, $\beta > 120 \dots 150^\circ$.

Tổng $P_1 - P_4$, Ta xác định tổng lực cản chuyển động của thiết bị cào P_c .

Công suất động cơ cần thiết (W) được xác định bởi các mối quan hệ:

$$N = P_c / \eta \quad (7)$$

Trong đó:

N – tốc độ trung bình, m / s;

η – hiệu suất truyền động.

Từ cơ sở lý thuyết tính toán các thiết bị cào nêu trên, cho phép xác định các thông số động lực phù hợp cho kết cấu mô hình lựa chọn.

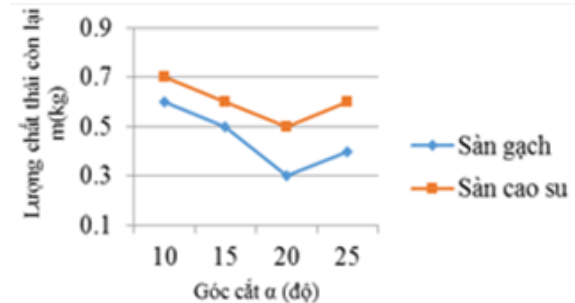
5 PHÂN TÍCH KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM VỀ HIỆU QUẢ LÀM SẠCH CỦA BĂNG TÀI CÀO.

5.1 Thí nghiệm đơn yếu tố

a) Thí nghiệm đơn yếu tố với góc cắt thay đổi (bảng 1) và kết quả đồ thị được trình bày trên hình 4. Từ kết quả nhận được nhận được trên hình 4 ta nhận thấy tại độ ẩm 75%, hiệu quả làm sạch sẽ tăng lên khi tăng góc nghiêng lưới cào, tới giá trị góc 20° hiệu quả cào sẽ đạt cao nhất, tuy nhiên khi tiếp tục tăng góc nghiêng thì hiệu quả cào lại giảm.

Bảng 1. Thí nghiệm đơn yếu tố khi góc nghiêng thay đổi

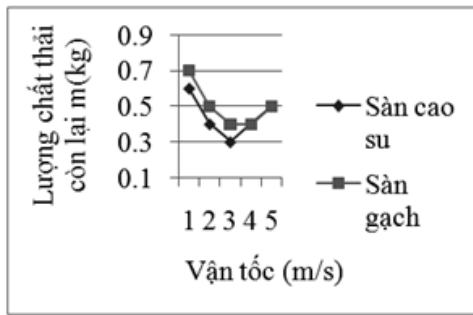
Stt	Góc nghiêng lưới cắt α (độ)	Khối lượng chất thải còn lại (sàn cao su) m (kg)	Khối lượng chất thải còn lại (sàn gạch) m (kg)
1	10	0,6	0,7
2	15	0,5	0,6
3	20	0,3	0,5
4	25	0,4	0,5



Hình 4. Thí nghiệm đơn yếu tố khi góc nghiêng thay đổi, độ ẩm phân 75%

Bảng 2. Thí nghiệm đơn yếu tố khi vận tốc thay đổi

Stt	Vận tốc v(m/s)	Chất thải còn lại (kg) (sàn cao su)	Chất thải còn lại (kg) (sàn gạch)
1	0,02	0,6	0,7
2	0,03	0,4	0,5
3	0,04	0,3	0,4
4	0,05	0,4	0,4
5	0,06	0,5	0,5



Hình 5. Thí nghiệm đơn yếu tố khi vận tốc thay đổi, độ ẩm phân 95%.

b) Thực nghiệm với yếu tố vận tốc thay đổi (bảng 2) và kết quả đồ thị được trình bày trên hình 5.

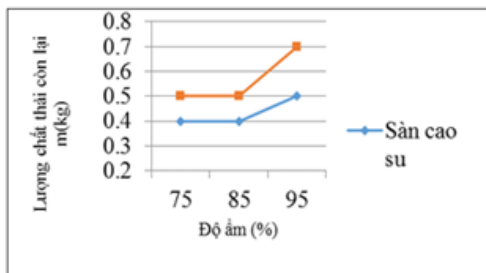
Từ kết quả nhận được trên hình 5 ta nhận thấy tại độ ẩm 95%, hiệu quả làm sạch sẽ tăng lên khi tăng vận tốc cao, tới giá trị 0,03 m/giây hiệu quả ào sẽ đạt cao nhất, tuy nhiên khi tiếp tục tăng vận tốc thì hiệu quả cao lại giảm

c) Thực nghiệm với yếu tố độ ẩm thay đổi (bảng 5.3) và kết quả đồ thị được trình bày trên (hình 6).

Bảng 3. Thí nghiệm đơn yếu tố khi độ ẩm thay đổi.

Stt	Độ ẩm W (%)	Chất thải còn lại (kg) (sàn cao su)	Chất thải còn lại (kg) (sàn gạch)
1	75	0,4	0,5
2	85	0,4	0,5
3	95	0,5	0,7

Từ kết quả nhận được nhận được trên hình 6 ta nhận thấy tại góc nghiêng 15⁰ hiệu quả làm sạch hầu như đạt giá trị không đổi cho tới độ ẩm 85%, tuy nhiên khi tiếp tục tăng độ ẩm trên 85% thì hiệu quả cao lại giảm.



Hình 6. Đồ thị thí nghiệm đơn yếu tố khi độ ẩm thay đổi: góc nghiêng cao 15⁰.

5.2 Ảnh hưởng của đa yếu tố đến lượng chất thải còn lại

a) Lượng chất thải còn lại trên sàn cao su.

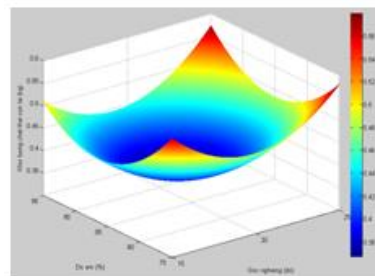
Từ phương trình hồi quy ta thể hiện bằng đồ thị mối quan hệ của lượng chất thải còn lại với từng cặp yếu tố tác động, yếu tố còn lại giữ ở mức cơ sở: ảnh hưởng của góc cắt và độ ẩm đến lượng chất thải còn lại trên sàn cao su (hình 7a) và ảnh hưởng của vận tốc và độ ẩm đến lượng chất thải còn lại (hình 7b), và ảnh hưởng của vận tốc và góc cắt (hình 7c).

Hai đồ thị ảnh hưởng (hình 7a; 7b) đều có cực trị, giá trị cực trị nằm gần tâm của mặt đáy tức nằm gần mức cơ sở của 2 yếu tố này, trong miền giá trị khảo sát khi 2 giá trị này xa mức cơ sở thì lượng chất thải càng lớn, sử dụng thước đo bên cạnh đồ thị ta thấy khối lượng chất thải còn lại đạt giá trị nhỏ nhất trong trường hợp này là nhỏ hơn 0,38 (kg).

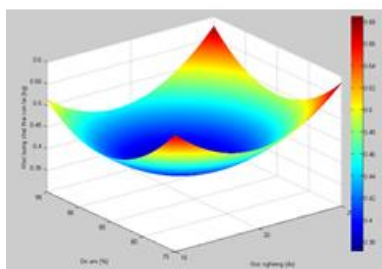
Đồ thị (hình 7c) giá trị cực trị nằm ở mức cơ sở của một yếu tố, yếu tố còn lại có giá trị nhỏ hơn mức cơ sở, giá trị cực tiểu của khối lượng phân còn lại trong trường hợp này là nhỏ hơn 0,45 (kg).

Qua các kết quả thực nghiệm, xây dựng phương trình hồi quy về lượng chất thải còn lại khi thực nghiệm trên nền cao su với các biến x_1, x_2, x_3 tương ứng với góc cao α (độ), vận tốc cao v (m/giây) và độ ẩm W (%) ta có:

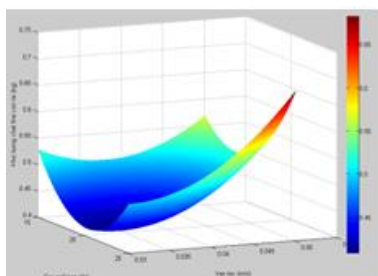
$$y = 12,4497 - 0,19725x_1 - 100,125x_2 - 0,19238x_3 + 0,625x_2x_3 + 0,00375x_1^2 + 0,00094x_3^2$$



7-a)



7-b)



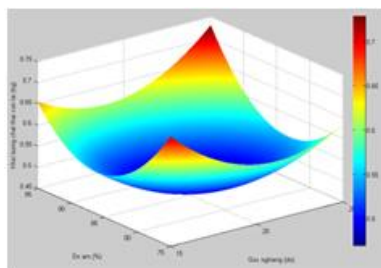
7-c)

Hình 7 a) Ảnh hưởng của góc cắt và độ ẩm; b) Ảnh hưởng của vận tốc và độ ẩm; c) Ảnh hưởng của vận tốc và góc cắt.

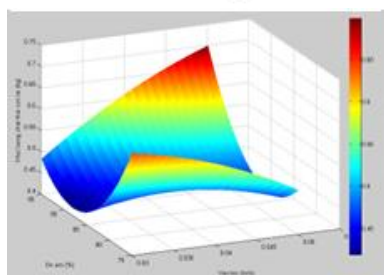
b) Lượng chất thải còn lại trên sàn gạch.

Qua các kết quả thực nghiệm, xây dựng phương trình hồi quy lượng chất thải còn lại khi thực nghiệm trên nền gạch ta có:

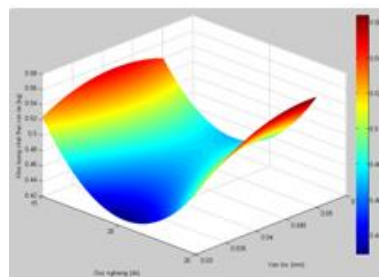
$$y = 15,2366 - 0,203755x_1 - 0,2712x_3 + 0,875x_2x_3 + 0,001313x_3^2$$



a)



b)



c)

Hình 8. a) Ảnh hưởng của góc cắt và độ ẩm; b) Ảnh hưởng của vận tốc và độ ẩm; c) Ảnh hưởng của vận tốc và góc cắt.

Từ phương trình hồi quy ta thể hiện bằng đồ thị mối quan hệ của lượng chất thải còn lại với từng cặp yếu tố tác động, yếu tố còn lại giữ ở mức cơ sở: ảnh hưởng của góc cắt và độ ẩm đến lượng chất thải còn lại trên sàn gạch (hình 8a), ảnh hưởng của vận tốc và độ ẩm đến lượng chất thải còn lại (hình 8b), và ảnh hưởng của vận tốc và góc cắt (hình 8c).

Ở đồ thị (8a và 8b) lượng chất thải còn lại khi ta giữ vận tốc ở mức cơ sở tức 0,04 (m/s) thì giá trị cực tiểu của hàm cũng tương ứng với mức cơ sở của góc nghiêng lưỡi cào 20⁰ và độ ẩm chất thải 85 (%), trong vùng khảo sát mức giá trị của hai yếu tố ảnh hưởng càng xa mức cơ sở thì giá trị hàm y càng lớn, hay lượng chất thải còn lại càng nhiều.

Hai đồ thị hình (8b và 8c) cho thấy giá trị cực tiểu của hàm nằm lệch về 2 đầu của vùng khảo sát, do đó nếu giữ mức cơ sở của yếu tố cố định thì để lượng phân còn lại trên sàn là nhỏ nhất khi yếu tố góc cắt là 20⁰ thì tốc độ của bộ công tác nên chọn ở mức nhỏ nhất và khi độ ẩm chất thải là 85 (%) thì nên chọn vận tốc là 0,04 (m/s).

6 KẾT LUẬN

Dựa vào hàm mục tiêu thu được từ quy hoạch thực nghiệm, tiến hành tối ưu hóa hàm hồi quy, ta lựa chọn được các thông số hợp lý trong điều kiện thí nghiệm. Trong nghiên cứu này yếu tố quan trọng nhất là lượng chất thải thu được sau thí nghiệm là nhỏ nhất.

Tối ưu hai hàm hồi quy thu được bằng excel ta thu được kết quả như sau:

- Đối với thực nghiệm trên sàn cao su:
- Vận tốc của bộ công tác v= 0,03429(m/s)
- Góc cắt α= 19,9283 (độ)
- Độ ẩm W= 88,28(%)
- Giá trị tốt nhất thu được m= 0,27596(kg)

Giá trị tối ưu nằm trong vùng giới hạn các hệ số khảo sát chứng tỏ mô hình thực nghiệm được chọn có ý nghĩa.

Đối với thực nghiệm trên sàn gạch

Vận tốc của bộ công tác $v' = 0,05$ (m/s)

Góc cắt $\alpha' = 20,092$ (độ)

Độ ẩm $W' = 80,876$ (%)

Giá trị tốt nhất thu được $m' = 0,55301$ (kg)

Kết quả khi thực nghiệm trên 2 loại sàn ta thấy trong vùng khảo sát các yếu tố ảnh hưởng, đối với sàn cao su lượng chất thải còn lại là ít hơn, góc cắt để đạt giá trị tối ưu cho cả hai trường hợp là giống nhau. Độ ẩm và vận tốc cho 2 trường hợp là khác nhau đối với sàn cao su thì độ ẩm cao và tốc độ thấp, đối với sàn gạch thì ngược lại.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Арзумян Е.А. *Животноводство*. – М, ВО, Агропромиздат, 2007.
- [2]. Крисанов А.Ф., Хайсанов Д.П., Улитко В.Е. и др. *Технология производства, хранения, переработки и стандартизация продукции животноводства*. – М.: Колос, 2009. – 208 с.
- [3]. Макарец Н.Г., Бондарев Э.И., Власов В.А. и др. *“Технология производства и переработки животноводческой продукции.”* – Калуга: «Манускрипт», 2008. – 688 с.
- [4]. Макарец Н.Г., Топорова Л.В., Архипов А.В. *Технологические основы производства и переработки продукции животноводства*. – М, МГПУ им. Н.Э. Баумана, 2007, 804 с.
- [5]. Соколов В.В., Куц Г.А., Шевченко И.М. и др. *Переработка продукции животноводства в крестьянских, фермерских и коллективных хозяйствах*. Ижевск. Изд-во Удм. ун-та, 2008. – 299 с.
- [6]. Randall James, et. al. (2006) *Ohio Livestock Manure Management Guide*, Bulletin 604. Ohio State University Extension
- [7]. Suevia Haiges GmbH 74366, Kirchheim/Neckar, Germany- "Manure scraper system for free stall", www.suevia.com · info@suevia.com
- [8]. Albano, L.D.; et. al. (1999) "Engineering Design" Mechanical Engineering Handbook. Ed. Frank Kreith Boca Raton: CRC Press LLC.Kossiakoff &

W. Sweet (2003)

- [9]. Nguyễn Hữu Lộc, *“Quy hoạch và Phân Tích Thực Nghiệm”*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP.HCM, 2011.



Nguyễn Hồng Ngân, năm 1980 nhận bằng Kỹ sư tại Liên Xô, nhận bằng Thạc sĩ năm 1986 tại Pháp về Cơ học chất rắn. Năm 2003 nhận bằng Tiến sĩ tại Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG Tp. HCM.

Năm 2010 được nhận Phó giáo sư về Cơ học kỹ thuật. Nghiên cứu hiện tại về những rung được sử dụng trong xây dựng và thiết bị xây dựng.



Hà Anh Tùng, năm 1995 nhận bằng Thạc sĩ về Kỹ thuật Cơ khí tại Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG Tp. HCM. Bằng Thạc sĩ năm 1999 và Tiến sĩ năm 2007 tại Canada.

Hiện là Giảng viên Khoa Kỹ thuật nhiệt lạnh, Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG Tp. HCM. Đang nghiên cứu về kỹ thuật nhiệt, hệ thống HVAC, năng lượng bền vững.



Huỳnh Công Lớn, năm 2001 nhận bằng Kỹ sư và năm 2008 nhận bằng Thạc sĩ về Kỹ thuật Cơ khí tại Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG Tp. HCM. Hiện tại là Giảng viên Khoa Cơ Khí, Trường Đại

học Bách Khoa – ĐHQG Tp. HCM. Nghiên cứu hiện tại là kỹ thuật rung động sử dụng trong xây dựng, thiết bị xây dựng và thiết bị xử lý vật liệu.

Optimizing the parameters of manure scraper equipment in cow milk dairy farm by the manure scraper model

Nguyen Hong Ngan, Huynh Cong Lon, Ha Anh Tung

Abstract - The sanitation system for dairy farms is very significant in increasing the productivity and quality of cow's milk, holding on the cow-shed clean and ensuring the health of cattle. The paper presents the theoretical basis for the design of an arrow-shaped raking mechanism and the effects of mechanical properties of the waste on the quality of the cleaning system. The experimental investigation determines the speed parameter, the appropriate angle for the work, which depends on the type of the floor and the characteristics of the waste, to achieve the highest efficiency. The results provide the parameters to clean the farm effectively.

Index Terms - *Manure scraper system, manure solution, dairy farming practice.*