

STUDY ON DESIGN AND MANUFACTURE A SPECIALIZED VEHICLE TO COLLECT INFECTED PIG CARCASSES

Tran Cong Chi*, Hoang Son, Nguyen Van Tuu, Hoang Ha

Vietnam National Forestry University

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Received: 23/11/2022</p> <p>Revised: 11/01/2023</p> <p>Published: 11/01/2023</p>	<p>Currently, the process of collecting and transporting diseased pig carcasses in Vietnam is usually done manually, so it takes a lot of effort but the efficiency is not high. This paper introduces the results of research, design and manufacture of a specialized vehicle for collecting infected pig carcasses. This vehicle was calculated, designed, modeled and analyzed by software before being put into manufacture and assembly. After the vehicle was fully assembled, it was tested by unloaded and loaded to evaluate the ability to pull the pig carcass on the vehicle and the ability to move on the road for 03 samples of pig carcass with the weight of 95,7 kg, 119,2 kg and 185,8 kg. The results showed that the vehicle collects and transports well with the common weight pigs in livestock on the farms today. Therefore, the product of this study can be used to replace the manual collection and movement of infected pig carcasses from the pigsty to the disposal place.</p>
<p>KEYWORDS</p> <p>Design</p> <p>Special vehicle</p> <p>Collection vehicle</p> <p>Pig carcass</p> <p>Pandemic</p>	

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO XE CHUYÊN DỤNG THU GOM XÁC LỢN BỊ DỊCH BỆNH

Trần Công Chi*, Hoàng Sơn, Nguyễn Văn Tụ, Hoàng Hà

Trường Đại học Lâm nghiệp

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
<p>Ngày nhận bài: 23/11/2022</p> <p>Ngày hoàn thiện: 11/01/2023</p> <p>Ngày đăng: 11/01/2023</p>	<p>Hiện nay, quá trình thu gom, vận chuyển xác lợn bị dịch bệnh tại Việt Nam thường được tiến hành thủ công nên mất nhiều công sức mà hiệu quả không cao. Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu thiết kế và chế tạo xe chuyên dụng thu gom xác lợn bị dịch bệnh. Xe đã được tính toán thiết kế, xây dựng mô hình, kiểm nghiệm bằng phần mềm trước khi đưa vào chế tạo, lắp ráp. Sau khi lắp ráp và hoàn thiện, xe thu gom đã được khảo nghiệm không tải và có tải để đánh giá khả năng kéo xác lợn lên xe và khả năng di chuyển trên đường đối với 03 mẫu xác lợn có khối lượng là 95,7 kg, 119,2 kg và 185,8 kg. Kết quả cho thấy xe thu gom và vận chuyển tốt với các loại lợn có trọng lượng phổ biến trong chăn nuôi tại các trang trại hiện nay. Do đó sản phẩm của nghiên cứu này có thể được sử dụng để thay thế việc thu gom và di chuyển thủ công xác lợn bị dịch bệnh từ chuồng trại ra nơi xử lý.</p>
<p>TỪ KHÓA</p> <p>Thiết kế</p> <p>Xe chuyên dụng</p> <p>Xe thu gom</p> <p>Xác lợn</p> <p>Dịch bệnh</p>	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.6984>

* Corresponding author. Email: trancongchi_bk@yahoo.com

1. Giới thiệu

Bất chấp sự phát triển của các loại vắc xin mới và áp dụng các biện pháp an toàn sinh học nghiêm ngặt, việc chăn nuôi thâm canh, di chuyển nhiều và thay đổi khí hậu vẫn tồn tại nhiều nguy cơ nghiêm trọng cho vật nuôi do các bệnh truyền nhiễm. Sau khi xuất hiện lần đầu tiên vào tháng 4 năm 2013, sự lây lan của vi rút gây bệnh tiêu chảy dịch lợn (PEDv) ở Mỹ đã gây ra thiệt hại cho 8 triệu động vật trong một năm [1]. Holtkamp và cộng sự [2] đã ước tính tổng chi phí ở Mỹ hàng năm là 664 triệu USD, cao hơn khoảng 19% so với chi phí hàng năm ước tính vào năm 2005.

Trong trường hợp bùng phát dịch bệnh, điều cần thiết là phải quản lý các động vật bị nhiễm bệnh một cách hợp lý để ngăn chặn sự lây lan của dịch bệnh. Kết quả nghiên cứu của Neumann và cộng sự [3] chứng minh rằng vận chuyển là con đường lây truyền chính lây nhiễm vi-rút giữa các trang trại và các quốc gia. Một số nghiên cứu khác cũng kết luận rằng sự lây nhiễm do người và phương tiện chiếm tới trên 40% [4], [5]. Do đó, phương tiện vận chuyển xác động vật cần hạn chế tiếp xúc của người vận hành, phải được vệ sinh, tiêu độc khử trùng trước và sau khi sử dụng [3], [6], [7].

Tại Việt Nam, theo báo cáo của Cục Thú y (Bộ NN&PTNT) cho biết từ ngày 1/2/2019 đến ngày 31/12/2019, bệnh dịch tả heo châu Phi xảy ra tại 8.537 xã thuộc 667 huyện của 63 tỉnh, thành phố với tổng số heo tiêu hủy gần 6 triệu con; tổng trọng lượng trên 340.000 tấn. Trong 5 tháng đầu năm 2020, bệnh dịch tả lợn châu Phi phát sinh thêm tại 47 xã bao gồm 25 xã mới có dịch và 22 xã tái phát dịch; tổng số lợn phải tiêu hủy là 27.662 con [8], [9]. Tuy nhiên, theo kết quả khảo sát cho thấy hiện nay hầu như chưa có các thiết bị chuyên dùng thu gom, vận chuyển xác gia súc bị dịch bệnh, nhiều người dân được huy động tham gia thu gom tiêu hủy không được trang bị hoặc không mặc đồ bảo hộ. Các thiết bị dùng để thu gom, vận chuyển hầu hết được huy động từ các thiết bị sử dụng cho nhu cầu hàng ngày của địa phương, hộ dân như xe rùa, xe ba gác,... kết hợp vận chuyển bằng thủ công nên còn nhiều hạn chế (Hình 1). Từ đó vi rút, vi khuẩn phát tán ra môi trường xung quanh làm lây nhiễm chéo từ chuồng nọ sang chuồng kia hoặc giữa các trại khác nhau và ảnh hưởng tới sức khỏe của chính người dân tham gia phòng dịch [10].



Hình 1. Thu gom, vận chuyển bằng các thiết bị thủ công

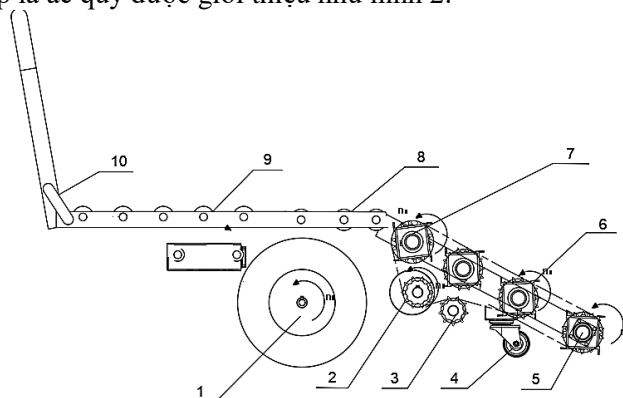
Trong quá trình thu gom xác lợn bị dịch, thao tác thủ công rất nặng nhọc, mất nhiều công sức mà hiệu quả không cao. Tuy nhiên, hiện nay tại Việt Nam chưa có công trình nghiên cứu nào công bố cũng như chưa có các thiết bị chuyên dùng thu gom vận chuyển xác lợn được chế tạo. Do đó, bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu thiết kế và chế tạo xe chuyên dùng thu gom xác lợn bị dịch bệnh. Xe được chế tạo với kết cấu đơn giản sử dụng ắc quy để dự trữ và cung cấp năng lượng cho các động cơ điện nên thuận tiện khi sử dụng để thu gom và di chuyển xác lợn bị dịch bệnh trong chuồng trại ra các xe vận chuyển đến nơi xử lý. Thiết bị này là một trong số những sản phẩm thuộc Đề tài độc lập cấp Quốc gia “Nghiên cứu công nghệ, thiết kế chế tạo hệ thống thiết bị chuyên dùng thu gom, tiêu hủy xác gia súc, gia cầm bị dịch bệnh”, mã số: ĐTDL.CN-01/21.

2. Lựa chọn phương án thiết kế

Từ kết quả điều tra khảo sát, xe chuyên dùng thu gom cần đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật và phù hợp với trang trại có kích thước chuồng trại, nâng cao mức độ cơ giới hóa (hạn chế tiếp xúc trực tiếp lợn bị dịch), có giá thành phù hợp với điều kiện sản xuất hiện nay. Một số yêu cầu chính:

- Trọng tải lớn nhất có thể thu gom: 250 kg
- Chiều dài xe: 1-1,5 m; chiều rộng: 0,5-0,8 m
- Vận tốc di chuyển tối đa: 10 km/h; tốc độ rulo cuốn: 40-45 vòng/ph.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả lựa chọn nguyên lý xe chuyên dùng thu gom sử dụng ru lô cuốn với nguồn cấp là ắc quy được giới thiệu như hình 2.



Hình 2. Nguyên lý hoạt động xe chuyên dùng thu gom xác lợn

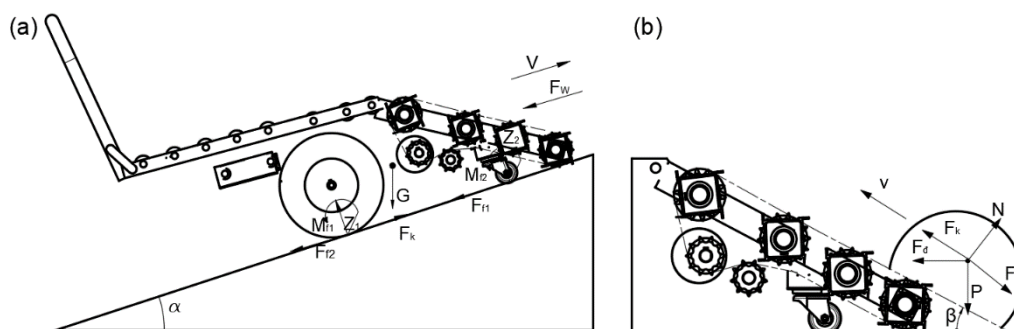
Xe thu gom được dẫn động di chuyển tiến lùi bằng động cơ chính (1) lắp trực tiếp vào trục dẫn động có kèm theo bộ vi sai. Động cơ (2) dẫn động ru lô cuốn (5), (6), (7) có hình dạng răng cưa thông qua các bộ truyền xích. Phía trước đầu xe có bố trí hai bánh xe (4) có khả năng xoay 360 độ để điều chỉnh hướng di chuyển. Sàn xe (8) được bố trí các ru lô tròn (9) và xe được lái bằng tay đẩy (10).

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Thiết kế hệ thống cơ khí

3.1.1. Xác định lực cản và động cơ dẫn động xe

Dựa trên đặc điểm tại các chuồng chăn nuôi sau khi khảo sát, nghiên cứu chọn góc nghiêng của đường lớn nhất tính toán là 15 độ. Để xe có thể chuyển động được trên mọi trạng thái của mặt đường thì lực kéo tiếp tuyến của xe phải lớn hơn tổng lực cản chuyển động. Vì vậy trong tính toán sẽ xác định lực cản chuyển động của xe trong trường hợp chuyển động lên dốc, với các lực tác dụng lên xe như hình 3a [11].



Hình 3. Sơ đồ tính toán lực cản của xe thu gom (a) và lực kéo xác lợn (b)

Hình 3 giới thiệu sơ đồ các lực và mômen tác dụng lên xe đang chuyển động tăng tốc ở trên dốc. Trong đó:

G - Trọng lượng toàn bộ của xe thu gom, được phân tích thành hai thành phần lực: $G\cos\alpha$ sẽ tác dụng lên mặt đường và gây nên các phản lực thẳng góc của đường lên bánh xe Z_1 và Z_2 , thành phần thứ hai $G\sin\alpha$ cản lại sự chuyển động của xe khi lên dốc;

F_k - Lực kéo tiếp tuyến ở các bánh xe chủ động;

F_{f1} - Lực cản lăn ở các bánh xe trước;

F_{f2} - Lực cản lăn ở các bánh xe cầu sau;

F_w - Lực cản không khí;

F_i - Lực cản lên dốc;

F_j - Lực cản quán tính khi xe chuyển động không ổn định (có gia tốc);

M_{f1} - Mômen cản lăn ở các bánh xe trước;

M_{f2} - Mômen cản lăn ở các bánh xe cầu sau;

α - Góc dốc của mặt đường;

f - Hệ số cản lăn;

Z_1, Z_2 - Phản lực pháp tuyến của mặt đường tác dụng lên các bánh xe trước và cầu sau;

Do đó, khi xe chuyển động có tổng các lực cản đó là:

$$F_c = F_f + F_i + F_w + F_j \quad (1)$$

Để xe chuyển động được mà không bị trượt quay thì lực kéo tiếp tuyến sinh ra ở vùng tiếp xúc giữa bánh xe chủ động với mặt đường phải lớn hơn hoặc bằng tổng lực cản chuyển động, nhưng phải nhỏ hơn hoặc bằng lực bám của mặt đường. Trong trường hợp tổng quát phương trình cân bằng lực kéo của xe như sau:

$$F\varphi \geq F_k \geq F_c \quad (2)$$

Lực bám của xe được xác định bằng biểu thức:

$$F\varphi = G' \cdot \varphi \quad (3)$$

Trong đó: φ - Hệ số bám của bánh xe chủ động với mặt đường;

G' - Trọng lượng xe phân bố lên các bánh sau.

Sau khi tính toán, nghiên cứu lựa chọn thông số động cơ dẫn động xe có động cơ đặt trên cầu sau, bố trí hệ dẫn động thành một cụm kèm theo vi sai có sẵn trên thị trường, mã hiệu: CNPWY6-1000; công suất định mức: $N_{dc} = 1,0$ kW; điện áp 48VDC, dòng 21A; số vòng quay động cơ định mức, $n_{dc} = 3200$ (vòng/phút), hiệu suất >75%.

3.1.2. Tính toán lựa chọn động cơ hệ thống rulô cuốn

Theo nguyên lý làm việc của xe thu gom, để vận chuyển xác lợn lên xe thì cần tính toán và lựa chọn hệ thống động lực, hệ thống dẫn động cho các rulô cuốn. Để đơn giản hóa quá trình tính toán, nghiên cứu giả thiết xác lợn là mô hình vật rắn để xác định lực kéo khi di chuyển lên xe. Sơ đồ tính toán hệ thống rulô cuốn giới thiệu trên hình 3b.

Theo sơ đồ ta có:

$$F_k = F_{ms} - F_d \cdot \cos\beta + P \cdot \sin\beta \quad (4)$$

Trong đó

F_d - Phản lực của lực đẩy do người vận hành khi đẩy xe tiến vào xác lợn trong quá trình thu gom;

F_k - Lực kéo của rulô cuốn;

F_{ms} - Lực ma sát của xác lợn với mặt sàn thiết bị;

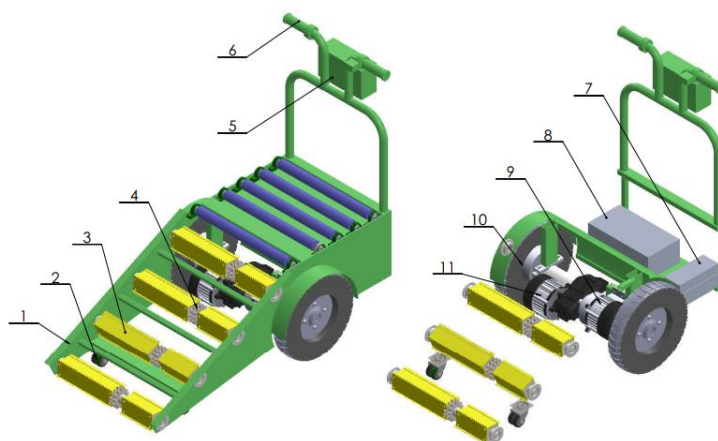
P - Trọng lực của xác lợn;

N - Phản lực.

Sau khi tính toán, nghiên cứu lựa chọn thông số động cơ dẫn động hệ thống ru lô cuốn: Mã hiệu: BM1418ZXS; công suất định mức: $N_{dc} = 1,0$ kW; điện áp 48VDC, dòng 21A; số vòng quay động cơ định mức, $n_{dc} = 2800$ (vòng/phút), hiệu suất >75%.

3.1.3. Mô hình thiết kế

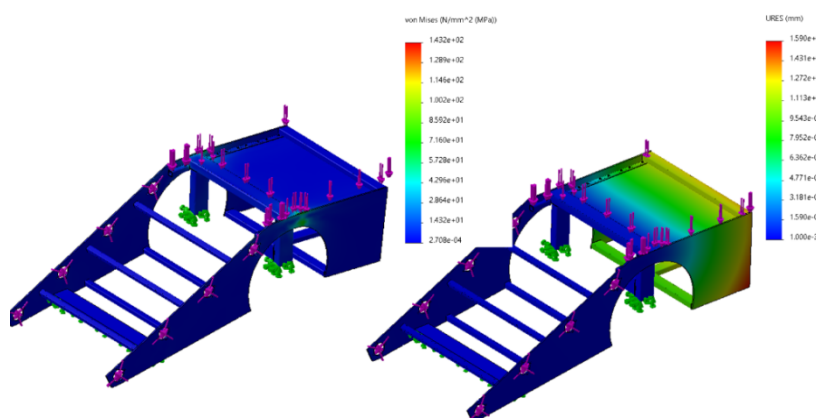
Để thiết kế tổng thể xe thu gom, nghiên cứu này sử dụng phần mềm SolidWorks để thiết kế tổng thể 3D cũng như xây dựng các bản vẽ chế tạo. Hình 4 giới thiệu mô hình xe thu gom được thiết kế sau khi tính toán thiết kế. Khung xe (1) được thiết kế dạng kết cấu hàn từ thép hình. Bánh xe phía trước (2) dùng để điều chỉnh hướng di chuyển. Xe có hệ thống ru lô cuộn có răng (3) để tăng khả năng kéo xác lợn lên xe, được dẫn động bằng các bộ truyền xích (4). Bảng điều khiển các chế độ (5) được lắp trên khung lái và trên tay lái (6) có kèm theo tay phanh, tay ga để đảo chiều và điều chỉnh tốc độ. Bộ điều khiển động cơ (7) và ắc quy (8) được lắp kín (đảm bảo chống nước tốt) phía dưới các rulô trơn. Hai động cơ điện (9) và (11) là nguồn động lực cho hệ thống ru lô cuộn và dẫn động bánh xe cầu sau (10).



Hình 4. Mô hình tổng thể xe thu gom xác lợn

3.1.4. Kiểm tra điều kiện bền của xe

Để có thể thiết kế chế tạo xe đáp ứng đúng các tiêu chuẩn và thông số kỹ thuật đã đặt ra nghiên cứu đã phân tích khả năng chịu lực của các chi tiết chính như kết cấu khung, trục rulô. Bằng tính toán lý thuyết kết hợp phương pháp phần tử hữu hạn (FEA) sử dụng mô đun Simulation của phần mềm Solidworks để xác định vùng ứng suất lớn nhất và kiểm tra độ bền của các kết cấu [12].



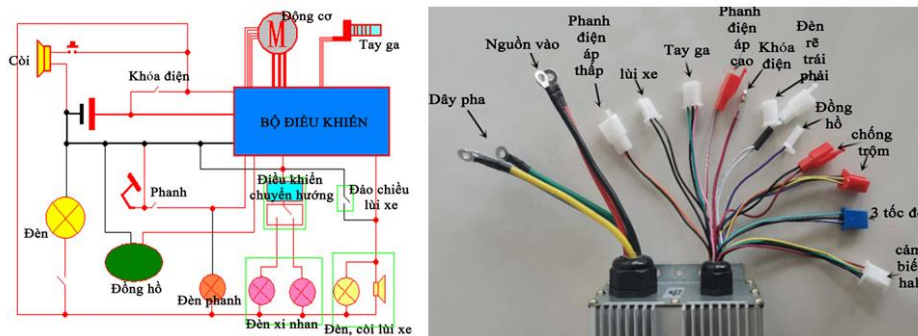
Hình 5. Kết quả phân tích ứng suất và chuyển vị của khung xe

Trong nghiên cứu này, kết cấu của khung, hệ thống ru lô cuộn, trục, tay đẩy,... đều được kiểm tra điều kiện bền. Hình 5 giới thiệu kết quả kiểm tra đối với kết cấu khung của xe. Kết quả phân tích cho thấy với tải trọng theo yêu cầu, chuyển vị thay đổi không đáng kể và ứng suất khi tính

toán vẫn nằm trong giới hạn cho phép nên kết cấu khung và một số chi tiết chính khác đảm bảo độ bền và cứng vững khi làm việc.

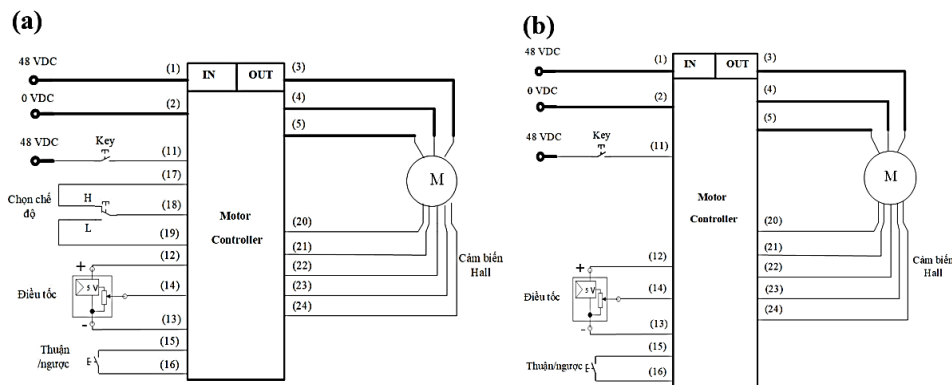
3.2. Hệ thống điện điều khiển

Hệ thống điện của xe có hai chức năng chính là điều khiển rulo cuộn và điều khiển sự di chuyển của xe. Trong nghiên cứu này nhóm tác giả lựa chọn các bộ điều khiển của hãng Nanpu (Trung Quốc) có đầy đủ chức năng sẵn có và thường được dùng cho các loại xe điện tải trọng trung bình với các chế độ tiến, lùi, điều tốc, đèn, còi,... Sơ đồ nguyên lý điều khiển và đầu kết nối của bộ điều khiển với động cơ và các chức năng khác được giới thiệu như hình 6. Nguồn điện cung cấp là pin lithium 32650- 3,2V, nó là loại pin bền, khối lượng nhẹ, dễ dàng bố trí và có thể tái sử dụng được 500-1000 lần nếu dùng đúng kỹ thuật.



Hình 6. Sơ đồ điều khiển và đầu kết nối của bộ điều khiển Nanpu

Từ các chức năng và đầu kết nối của bộ điều khiển, mạch điều khiển động cơ dẫn động xe và động cơ dẫn động rulo cuộn như hình 7



Hình 7. Mạch điều khiển động cơ dẫn động xe (a) và rulo cuộn (b)

3.3. Chế tạo lắp ráp và khảo nghiệm

3.3.1. Khảo nghiệm ở chế độ không tải

Để sơ bộ đánh giá xe thu gom khi chế tạo và lắp ráp, nghiên cứu tiến hành cho máy chạy ở chế độ không tải. Trước khi vận hành đã tiến hành kiểm tra các mối lắp ghép như bulong, xích, kết nối, nguồn điện,... Tiến hành di chuyển thủ công xem thiết bị có hoạt động êm dịu hay không. Trong quá trình chạy thử, nếu phát hiện ra sự cố như: có tiếng kêu, xe bị rung lắc,... thì dừng xe, tìm kiếm và khắc phục sự cố. Sau khi kiểm tra sơ bộ thì mới bắt đầu cho xe vận hành chạy trên đoạn đường có chiều dài 200 m. Kết quả khảo nghiệm thu được cho thấy vận tốc di chuyển tối đa khi đạt trên 15 km/h. Kết quả này hoàn toàn đáp ứng với yêu cầu đặt ra khi thiết kế.

Thực tế tốc độ khi di chuyển hoàn toàn có thể thay đổi được dựa trên bộ điều khiển. Tốc độ rulo cuộn xác lợn được đo bằng máy đo tốc độ vòng quay không tiếp xúc Smartsensor AR926, kết quả thu được cho thấy tại chế độ không tải là 41,5 vòng/ph, hoàn toàn phù hợp với yêu cầu thiết kế.



Hình 8. Khảo nghiệm thu gom xác lợn

3.3.2. Khảo nghiệm xe ở chế độ có tải

Sau khi xe chạy ở chế độ không tải được ổn định, tiến hành khảo nghiệm thu gom và vận chuyển có tải trên đoạn đường 200 m. Mặc dù xe được tính toán với yêu cầu vận chuyển được xác lợn tối đa 250 kg nhưng trong thực tế hiện nay trọng lượng của lợn chăn nuôi công nghiệp chỉ từ khoảng 90-130kg. Do đó, nghiên cứu tiến hành khảo nghiệm có tải xe thu gom để đánh giá khả năng kéo xác lợn lên xe và khả năng di chuyển của xe với 02 mẫu xác lợn có khối lượng nhỏ hơn 130 kg là 95,7 kg và 119,2 kg, đồng thời 01 mẫu xác lợn có khối lượng lớn là 185,8 kg được giới thiệu như trong hình 8. Kết quả khảo nghiệm có tải trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả khảo nghiệm có tải xe thu gom xác lợn

Khối lượng xác lợn (kg)	Lần	Thời gian thu gom (giây)	Thời gian di chuyển (s)	Vận tốc trung bình (km/h)
95,7	1	25	76	9,5
	2	29		
	3	24		
	4	33		
	5	27		
119,2	1	39	87	8,3
	2	34		
	3	41		
	4	33		
	5	38		
185,8	1	45	135	5,3
	2	55		
	3	48		
	4	61		
	5	57		

Kết quả khảo nghiệm trong bảng 1 cho thấy, đối với xác lợn có khối lượng lớn thì tốc độ kéo xác lên xe chậm, đồng thời tốc độ trong cùng mức tải cũng không giống nhau. Điều này do thực tế khi lợn mới chết thì xác lợn còn mềm nên quá trình kéo xác lợn lên xe dễ bị trôi ngược, vị trí đặt xe để kéo tại phần đầu hoặc đuôi xác lợn cũng có sự khác nhau. Kết quả cũng cho thấy tốc độ di chuyển xe khi có tải trọng khác nhau cũng có sự khác biệt. Mặc dù công suất động cơ điện

hoàn toàn đáp ứng được đề xe chạy với tốc độ lớn hơn nhưng với kết cấu của xe được thiết kế khi mang theo xác lợn chạy với tốc độ cao dễ ảnh hưởng đến vấn đề an toàn vận hành nên nghiên cứu chỉ cho thực hiện với tốc độ vừa phải. Tuy nhiên, với tốc độ di chuyển như trên hoàn toàn phù hợp với điều kiện thu gom trong các trang trại chăn nuôi có quy mô không lớn như hiện nay tại Việt Nam.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã tính toán, thiết kế chế tạo và khảo nghiệm xe chuyên dùng thu gom xác lợn bị dịch bệnh. Xe được thiết kế với tải trọng, kết cấu nhỏ gọn với nguồn động lực là ắc quy và hệ thống điều khiển chuyên dùng nên có thể thay đổi được tốc độ di chuyển trên đường. Kết quả khảo nghiệm đã cho thấy xe tiến hành thu gom và vận chuyển tốt với các loại lợn có trọng lượng phổ biến trong chăn nuôi sản xuất tại các trang trại hiện nay. Do đó sản phẩm của nghiên cứu này có thể được sử dụng để thay thế quá trình thu gom thủ công nặng nhọc, mất nhiều công sức mà hiệu quả không cao khi di chuyển xác lợn bị dịch bệnh trong chuồng trại ra các xe vận chuyển đến nơi xử lý.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đề tài độc lập cấp Quốc gia, mã số: ĐTĐL.CN-01/21.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] L. L. Schulz and G. T. Tonsor, "Assessment of the economic impacts of porcine epidemic diarrhea virus in the United States," *Journal of Animal Science*, vol. 93, no. 11, pp. 5111-5118, 2015.
- [2] D. J. Holtkamp, J. B. Kliebenstein, E. J. Neumann, J. J. Zimmerman, H. F. Rotto, T. K. Yoder, C. Wang, P. E. Yeske, C. L. Mowrer, and C. A. Haley, "Assessment of the economic impact of porcine reproductive and respiratory syndrome virus on United States pork producers," *Journal of Swine Health and Production*, vol. 21, no. 2, pp. 72-84, 2013.
- [3] E. Neumann, W. Hall, J. Dahl, D. Hamilton, and A. Kurian, "Is transportation a risk factor for African swine fever transmission in Australia: A review," *Australian Veterinary Journal*, vol. 99, no. 11, pp. 459-468, 2021.
- [4] L. Dixon, H. Sun, and H. Roberts, "African swine fever," *Antiviral Research*, vol. 165, pp. 34-41, 2019.
- [5] Y. Wang, L. Gao, Y. Li, Q. Xu, H. Yang, C. Shen, and B. Huang, "African swine fever in China: Emergence and control," *Journal of Biosafety and Biosecurity*, vol. 1, no. 1, pp. 7-8, 2019.
- [6] S. W. S. Khaw, L. T. Vu, D. Yulianto, J. Meers, and J. Henning, "Transport of Moving Duck Flocks in Indonesia and Vietnam: Management Practices That Potentially Impact Avian Pathogen Dissemination," *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 8, 2021, Art. no. 673624.
- [7] S. Bellini, D. Rutili, and V. Guberti, "Preventive measures aimed at minimizing the risk of African swine fever virus spread in pig farming systems," *Acta Veterinaria Scandinavica*, vol. 58, no. 1, pp. 1-10, 2016.
- [8] V. P. Nguyen, V. H. Pham, T. H. T. Nguyen, X. T. Ninh, T. T. Nguyen, T. H. Tran, T. K. T. Vu, and T. T. Ta, "Pig Production in the Context of Disease Outbreaks in Yen Phong District, Bac Ninh Province," *Vietnam Academy of Agricultural Sciences*, vol. 19, no. 8, pp. 1091-1102, 2021.
- [9] H. A. Ha, "Analyzing effects of african swine fever on farmers' profit in Thong Nhat district, Dong Nai province," *Yersin Science Journal - Economic Management Theme*, no. 9, pp. 12-21, 2021.
- [10] S. Hoang, "Research and develop technological process for collecting, transporting, disinfecting and destroying diseased cattle carcasses," Ministry of Science and Technology Project Code ĐTĐL.CN-01/21, (in Vietnamese), 2021.
- [11] V. T. Le, "The working ability when transport of logs under drag and adhesive conditions of the truck thaco HD72 made in Vietnam," *Journal of Forestry Science and Technology*, no. 3, pp. 177-184, 2018.
- [12] K.-H. Chang, *Motion Simulation and Mechanism Design with SOLIDWORKS Motion 2021*, SDC publications, 2021.