

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN CÁC THÔNG SỐ CỦA CỤM RÔ TO CẮT CỎ TRÊN MÁY CẮT CỎ TỰ HÀNH

Cao Thành Dũng^{a,*}

^a*Khoa Cơ khí, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,
55 đường Giải Phóng, phường Bạch Mai, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 27/02/2025, Sửa xong 06/5/2025, Chấp nhận đăng 08/5/2025

Tóm tắt

Máy cắt cỏ tự hành, gồm cụm cơ cấu cắt cỏ lắp trên máy cơ sở tự hành, phù hợp để cắt cỏ hai bên đường quốc lộ và đường cao tốc. Cụm rô to là bộ phận quan trọng của cụm cơ cấu cắt cỏ, trên cụm rô to có gắn các lưỡi cắt để thực hiện cắt cỏ khi rô to quay. Để quá trình cắt cỏ đạt hiệu quả cao, các thông số của cụm rô to phải được xem xét và đánh giá cụ thể. Mối liên hệ giữa các thông số được chỉ ra như mối liên hệ giữa tốc độ quay lưỡi cắt và chiều cao nhấp nhô cỏ cao nhất theo tốc độ di chuyển của máy cơ sở; mối liên hệ giữa đường kính và tốc độ quay của rô to theo tốc độ dài lưỡi cắt yêu cầu. Thông qua khảo sát và phân tích, các thông số chính của cụm rô to được lựa chọn. Từ đó, cơ sở khoa học xác định hợp lý các thông số của cụm rô to được xây dựng để phù hợp với máy cơ sở, đây là tiền đề cho việc thiết kế và chế tạo cụm cơ cấu cắt cỏ lắp trên máy cắt cỏ tự hành phục vụ cắt cỏ đạt hiệu quả cao.

Từ khóa: máy cắt cỏ tự hành; cơ cấu cắt cỏ; rô to cắt cỏ; thông số hợp lý; bố trí lưỡi cắt cỏ.

RESEARCH ON SELECTING PARAMETERS OF GRASS CUTTING ROTORS ON SELF-PROPELLED LAWN MOWERS

Abstract

Self-propelled lawn mower, consisting of a grass cutting mechanism assembly mounted on a self-propelled base machine, is suitable for cutting grass on both sides of national highways and expressways. The rotor assembly is an important part of the grass cutting mechanism assembly, on which the cutting blades is mounted to cut grass when the rotor rotates. In order to achieve high efficiency in the grass cutting process, the parameters of the rotor assembly must be specifically considered and evaluated. The relationship between the parameters is shown such as: the relationship between the blade rotation speed and the highest grass undulation height according to the moving speed of the base machine; the relationship between the diameter and the rotation speed of the rotor according to the required blade length speed. The basic parameters of the rotor assembly are selected basing on the survey analysis. From there, the scientific basis for reasonably determining the parameters of the rotor assembly is built to coincide the base machine, which is the premise for designing and manufacturing the grass cutting mechanism assembly mounted on a self-propelled lawn mower to serve high efficiency in grass cutting.

Keywords: self-propelled lawn mower; grass cutting mechanism; lawn mower rotor; reasonable parameters; lawn mower blade arrangement.

[https://doi.org/10.31814/stce.huice2025-19\(3V\)-08](https://doi.org/10.31814/stce.huice2025-19(3V)-08) © 2025 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

1. Giới thiệu

Cùng với sự phát triển của xã hội, hệ thống đường bộ nói chung và đường cao tốc nói riêng ở Việt Nam cũng như trên thế giới được xây dựng ngày càng nhiều và hiện đại. Ngoài việc quan tâm đến chất lượng của công trình thì quá trình bảo dưỡng, duy tu trong đó có công tác cắt cỏ phần lề đường được thực hiện thường xuyên và định kỳ nhằm cải thiện tầm nhìn của người tham gia giao thông, cải thiện môi trường và làm đẹp mỹ quan đô thị ở các tuyến đường giao thông chính là việc làm cần thiết

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: dungct2@huice.edu.vn (Dũng, C. T.)

để nâng cao cảnh quan đô thị. Hiện nay công tác cắt cỏ ở nước ta thường được thực hiện thủ công hoặc dùng các máy cắt cỏ cầm tay có năng suất thấp, tốn nhân công, bề mặt cỏ cắt xong không bằng phẳng và điều kiện làm việc khó đảm bảo an toàn cho người lao động. Vì vậy việc nghiên cứu phát triển máy cắt cỏ tự hành là cần thiết. Việc cắt và dọn cỏ hoàn toàn được thực hiện bởi một người điều khiển máy cho năng suất cao, an toàn, tiết kiệm nhân lực và kinh phí.

Máy cắt cỏ nói chung được các nhà khoa học trên thế giới nghiên cứu và phát triển về nhiều mặt như kết cấu máy và bộ phận cắt, phương án dẫn động, cách thức cắt cỏ, ... nhằm mục đích tăng năng suất và hiệu quả làm việc. Máy cắt cỏ cầm tay được thiết kế nhằm tăng năng suất và tiết kiệm năng lượng [1]; Ảnh hưởng của vận tốc cắt đến quá trình cắt nói chung đã được chỉ ra [2]. Khi vận tốc cắt thay đổi trong khoảng từ 1,8 đến 5,2 m/s thì lực cắt và năng lượng yêu cầu bị ảnh hưởng không đáng kể; Khả năng chống cắt của cây non thấp hơn đáng kể so với cây già, năng lượng cắt cụ thể cũng tăng theo đường kính thân cây [3]; Các nghiên cứu trong phòng thí nghiệm về hiệu quả cắt quay khi cắt các thân cỏ đơn lẻ và các bó cỏ được thực hiện [4]. Hiệu quả của việc kẹp thân cỏ đã được nghiên cứu đối với cả hai loại đơn lẻ và bó. Sử dụng các tấm kê lưỡi cắt dẫn đến tốc độ cắt tới hạn thấp hơn so với cách cắt tác động thông thường khi cắt các thân cây đơn lẻ. Tốc độ cắt cần thiết khi quay lưỡi cắt đã giảm xuống dưới 35 m/s bằng cách tăng chiều dài để cắt. Các nguyên tắc liên quan đến việc cắt thực vật và ảnh hưởng của hình dạng dao máy cắt đối với việc cắt được xem xét [5]. Nghiên cứu đã kết hợp những ưu điểm chính của máy cắt quay và máy cắt kéo với mục đích chính là giảm yêu cầu năng lượng cắt; Một thiết bị thử nghiệm với bộ phận cắt cỏ có trục quay thẳng đứng dùng để cắt cỏ cao đã được xây dựng để cắt tốc độ cao [6]. Kết quả thử nghiệm được so sánh với kết quả lý thuyết đã chỉ ra rằng chế độ làm việc của máy cắt quay phải có khả năng thay đổi và điều chỉnh tốc độ sẽ đem lại hiệu quả cắt tốt nhất.

Nghiên cứu về máy xới rô to có công dụng cắt cỏ được thực hiện [7]. Quá trình cắt được nghiên cứu trong phòng thí nghiệm để xác định yêu cầu năng lượng khi cắt cỏ. Khi tốc độ cắt tăng từ 10 m/s lên 25 m/s thì năng lượng cần thiết giảm khoảng 58%. Khả năng cắt hiệu quả ở tốc độ cắt trên 20 m/s. Góc cong của dao không ảnh hưởng nhiều đến năng lượng cắt; Năng lượng yêu cầu cắt cỏ bằng lưỡi cắt gắn trên rô to tăng khi tốc độ rô to tăng [3]. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng năng lượng yêu cầu cắt cỏ giảm khi tốc độ rô to không đổi và tốc độ lưỡi cắt tăng lên; Đặc tính máy cắt quay đối với cây bông được nghiên cứu [3]. Bài báo chỉ ra vận tốc dài lưỡi cắt, năng lượng va chạm, điểm cắt và lực cắt trong phòng thí nghiệm và trên thực địa. Lực cản cắt riêng của lưỡi dao từ 24÷29 N/cm. Vận tốc đầu lưỡi cắt tối đa 47÷51,9 m/s và tối thiểu 33,6÷36,5 m/s; Công suất động cơ phải lớn hơn ít nhất 25% so với công suất mà máy cắt yêu cầu để khắc phục những thay đổi về tốc độ cắt, mật độ cỏ và điều kiện địa hình [8]; Nghiên cứu trong trường hợp cắt cỏ dại, lưỡi cắt quay trong mặt phẳng đứng và cắt song song với hướng máy di chuyển [3]. Máy cắt được cỏ nhờ tốc độ cao và chủ yếu dựa vào lực quán tính để cung cấp lực cắt cho quá trình cắt. Hiệu quả của máy cắt cỏ trong các điều kiện cắt cỏ khác nhau được chỉ ra như cường độ cỏ, chiều cao và tốc độ cắt cỏ 29,2 m/s; Tính chất vật lý của các sợi cỏ cũng được nghiên cứu để xác định khả năng làm đứt sợi cỏ [9]; Phương pháp điều chỉnh tốc độ di chuyển của máy cơ sở để phù hợp với từng điều kiện làm việc đã được chỉ ra [10].

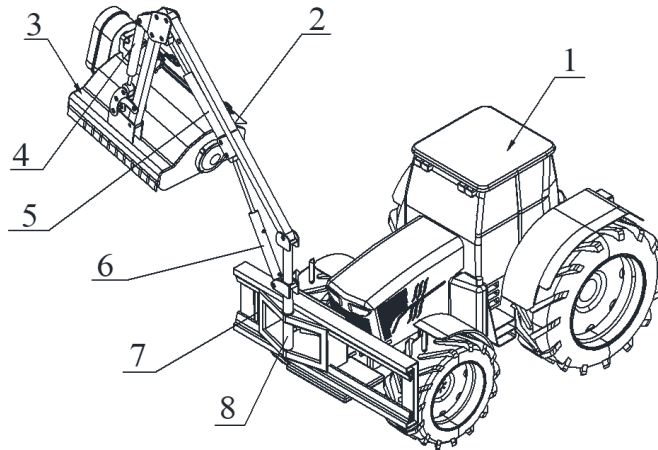
Ở Việt Nam hiện nay chỉ có một số nghiên cứu về máy cắt cỏ cỡ nhỏ cầm tay hoặc mang vai, chưa có tài liệu về máy cắt cỏ tự hành. Tuy nhiên, có một vài nghiên cứu về máy phục vụ nông nghiệp có đặc điểm làm việc của bộ phận cắt tương tự những nghiên cứu trên thế giới như nghiên cứu thiết kế, chế tạo máy thái cỏ làm thức ăn cho chăn nuôi hộ gia đình [11] có tốc độ dài lưỡi cắt lựa chọn là 35 m/s.

Nói chung đã có nhiều nghiên cứu về máy cắt cỏ, nhưng nghiên cứu lựa chọn hợp lý các thông số của cụm rô to cắt cỏ trên máy cắt cỏ tự hành chưa được xem xét cụ thể để nâng cao hiệu quả làm

việc của máy phục vụ cắt cỏ hai bên đường quốc lộ cho năng suất cao, an toàn, tiết kiệm nhân lực và kinh phí. Bài báo này đề xuất cụm rô to cắt cỏ và cách bố trí lưỡi cắt, các bước tính toán lựa chọn các thông số cụm rô to cắt cỏ như đường kính rô to, bề rộng lưỡi cắt, tốc độ rô to, tốc độ máy cơ sở khi cắt cỏ, lực cản cắt ... để đem lại hiệu quả cắt cỏ cao của máy cắt cỏ tự hành.

2. Máy cắt cỏ tự hành và kết cấu cụm cơ cấu cắt cỏ

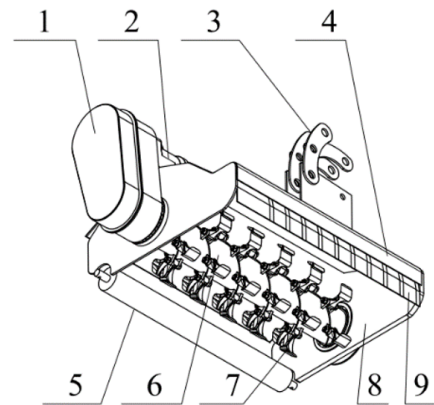
Cấu tạo của máy cắt cỏ tự hành được chia làm 2 phần chính là máy cơ sở và cụm cơ cấu cắt cỏ (Hình 1). Máy cơ sở thường là máy kéo bánh lốp để phù hợp với năng suất và tốc độ di chuyển theo yêu cầu đề ra. Ngày nay máy kéo dẫn động thủy lực được sử dụng phổ biến, đáp ứng được nhu cầu dẫn động cụm rô to. Máy kéo là loại máy phức tạp gồm nhiều cơ cấu, hệ thống khác nhau, có tác động lẫn nhau. Cấu trúc và phân bố những cơ cấu và hệ thống này có thể khác nhau, nhưng về nguyên tắc cấu tạo và nguyên lý làm việc của chúng giống nhau.



1- Máy cơ sở; 2- Cần; 3- Cụm cơ cấu cắt cỏ; 4- Xy lanh điều khiển rô to; 5- Xy lanh tay cần; 6- Xy lanh điều khiển cần; 7- Khung trượt; 8- Xy lanh quay cần

Hình 1. Máy cắt cỏ tự hành

Cụm cơ cấu cắt cỏ số 3 được liên kết với máy cơ sở qua cần số 2 và khung trượt số 7. Cần liên kết có tác dụng chịu lực cũng như định hướng được các hướng cắt của cụm cơ cấu cắt cỏ thông qua các xy lanh số 5 và 6. Xy lanh số 4 để điều chỉnh góc nghiêng của cụm cơ cấu cắt cỏ 3 khi cần cắt trên mái dốc. Cần có thể dịch chuyển ngang trên khung trượt 7 để tăng tầm với làm việc và dễ dàng xếp gọn cụm cơ cấu cắt cỏ khi không làm việc. Cần liên kết thường được chia làm 3 phần với mục đích giúp cho tay cần vươn được ra xa máy và dễ dàng điều khiển thay đổi khoảng cách làm việc ở xa hoặc gần, phía trước hoặc cạnh máy. Tùy vào loại máy, tay cần có thể vươn ra xa từ 5 đến 7 m so với tâm máy và chiều rộng vật cắt từ 1 đến 1,3 m. Với cấu tạo như trên máy cắt cỏ tự hành có thể thực hiện dọn cỏ ở toàn bộ mặt bằng (kể cả mái dốc).



1- Bộ truyền; 2- Động cơ; 3- Cụm liên kết với tay cần; 4- Vỏ bao ngoài; 5- Con lăn dẫn hướng; 6- Cụm rô to; 7- Lưỡi cắt; 8- Tấm thành bên; 9- Tấm chắn trước

Hình 2. Cụm cơ cấu cắt cỏ

Kết cấu bên trong cụm cơ cấu cắt cỏ (Hình 2) được tối ưu giúp cho số lưỡi cắt trên rô to chỉ cần bố trí ít nhưng phần cỏ được cắt là tối đa. Cụm rô to bao gồm trục rô to liên kết với các lưỡi cắt. Các lưỡi cắt sử dụng vật liệu chống mài mòn và có thể thay thế được. Một con lăn được bố trí ở phía sau giúp máy xác định mặt bằng cắt cỏ. Tấm chắn trước 9 có tác dụng bảo vệ vùng phía trước không bị vật cứng bắn ra và giới hạn chiều cao cắt cỏ (cỏ cao sẽ bị ép xuống đến độ cao theo yêu cầu cắt và quá trình cắt giống cắt cỏ thấp).

Máy cắt cỏ thường có hai chuyển động chính là chuyển động di chuyển máy cơ sở và chuyển động quay cụm rô to, cả hai chuyển động này thường được dẫn động bởi động cơ chính của máy cơ sở. Động cơ trên cụm cơ cấu cắt tạo ra chuyển động quay cho rô to. Trên rô to có gắn các lưỡi cắt và các lưỡi cắt này quay theo rô to có tác dụng cắt cây cỏ. Cụm cơ cấu có thể thay đổi vị trí linh hoạt trong vùng làm việc do có các xy lanh thủy lực gắn trên các đoạn cần và rô to để thay đổi tầm với và quay về vị trí làm việc theo yêu cầu. Nhờ có máy kéo mà cụm cắt cỏ có thể thay đổi trong vùng làm việc để cắt cỏ trên các dốc và mặt bằng khó khăn. Máy cắt cỏ có thể cắt được tất cả các loại cỏ từ lau sậy, cỏ, cỏ sân thể thao, khu cắm trại, sân bay, ...

3. Cơ sở lý thuyết xác định các thông số cơ bản của cụm rô to cắt cỏ

Các thông số cơ bản của cụm rô to cắt cỏ bao gồm đường kính và chiều dài cụm rô to, tốc độ quay của rô to, bề rộng lưỡi cắt và số lượng dây lưỡi cắt.

3.1. Phân tích quá trình cắt cỏ

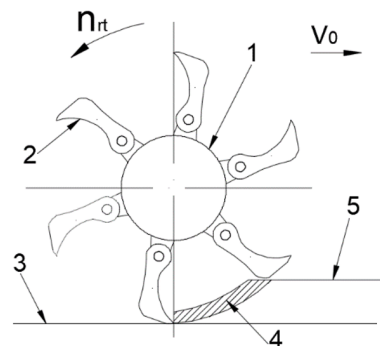
Cỏ được cắt do áp lực kết hợp với tốc độ của lưỡi cắt tác dụng lên thân của nó làm cấu trúc thân cây bị phá hủy, gây biến dạng dẻo cục bộ. Khi lưỡi cắt tiến sâu vào thân cây làm các sợi liên kết trong thân cây bị lệch đi sau đó bị phá hủy khi độ căng vượt quá trị giá cho phép. Có 3 cách tác động của lưỡi cắt làm đứt thân cây cỏ bao gồm cắt không được hỗ trợ, cắt chèn một bên và cắt chèn 2 bên. Cụm rô to cắt cỏ sử dụng phương án cắt không hỗ trợ đòi hỏi tốc độ cắt cao từ 25÷50 m/s nhưng khi đó lực cản cắt riêng giảm [12] và thường được gọi là cắt quán tính hoặc va đập vì lực cắt được hỗ trợ bởi lực quán tính của lưỡi cắt.

Quá trình cắt cỏ của cụm rô to được mô tả như Hình 3. Cụm rô to số 1 mang lưỡi cắt số 2 thực hiện đồng thời hai chuyển động là chuyển động cùng máy cơ sở với vận tốc v_0 và chuyển động quay với tốc độ n_{rt} . Khi đó, các lưỡi cắt sẽ cắt dần từng lớp cỏ số 4 theo độ cao cỏ yêu cầu. Cỏ được cắt trực tiếp trên lưỡi cắt mà không có bộ phận chèn hỗ trợ nên tốc độ dài tại đầu lưỡi cắt tiếp xúc với cỏ phải đủ lớn mới cắt được cỏ. Quá trình làm việc từ cắt vuông góc với thân cây sau đó đến cắt trượt nên lực cản cắt thay đổi từ lớn đến nhỏ. Cỏ được các cánh cuốn về phía sau rô to.

3.2. Xác định kết cấu cụm rô to cắt cỏ

a. Lựa chọn phương án kết cấu cụm rô to cắt cỏ

Có hai phương án bố trí lưỡi cắt bao gồm cụm rô to sử dụng xích để cắt và sử dụng lưỡi cắt. Cụm rô to sử dụng xích để cắt chỉ phù hợp với một số trường hợp cụ thể như cắt cỏ để làm phân bón. Với cụm rô to sử dụng lưỡi cắt, các lưỡi cắt liên kết với rô to thông qua khớp. Khi cắt cỏ các lưỡi cắt được giữ ở vị trí vừa đủ để cắt cỏ nhờ lực ly tâm và có thể tránh chướng ngại vật. Các lưỡi cắt có biên dạng



1- Trục rô to; 2- Lưỡi cắt; 3- Bề mặt cỏ sau khi cắt; 4- Bề mặt lớp cỏ được cắt của một dao cắt; 5- Bề mặt cỏ trước khi cắt

Hình 3. Sơ đồ quá trình cắt cỏ của cụm rô to

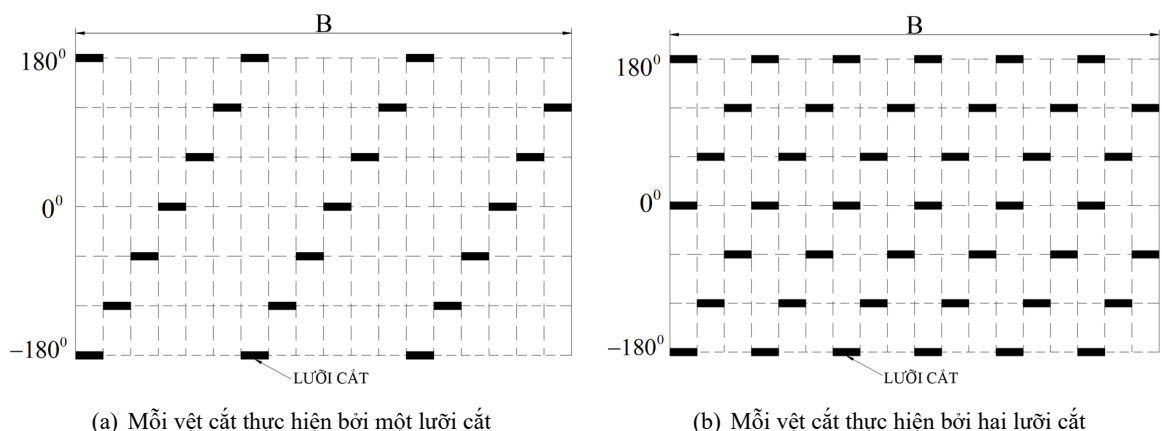
hình chữ nhật và bo cong, trên mỗi vòng tròn của rô to phải bố trí ít nhất một lưỡi cắt để khi rô to quay cắt cỏ sẽ không bỏ sót các cây cỏ trong phạm vi bề rộng rô to. Các lưỡi cắt được phân bố trên bề mặt rô to theo các dây nằm dọc theo vỏ trục rô to. Phương án sử dụng lưỡi cắt liên kết khớp với trục rô to hợp lý nhất với mục đích chính là cắt cỏ các đường quốc lộ, đường cao tốc. Loại này có thể cắt được những cây đường kính lớn khoảng 10–30 mm. Khi làm việc thì cây cỏ và đất đá chỉ tác động lên lưỡi cắt nên ảnh hưởng đến trục rô to không đáng kể và việc thay thế lưỡi cắt dễ dàng.

b. Phân tích bố trí lưỡi cắt trên cụm rô to

Có nhiều cách bố trí lưỡi cắt trên cụm rô to với mục đích khi hết một vòng làm việc của cụm rô to thì cỏ sẽ được cắt hết trong vùng cụm rô to đi qua. Tùy vào kết cấu cụm rô to, tốc độ và đường kính rô to mà sẽ lựa chọn phương án bố trí lưỡi cắt trên chu vi rô to cho thích hợp.

- Phương án bố trí liên lưỡi cắt theo chiều dọc của rô to: Phương án này có ưu điểm kết cấu gọn, không phải bố trí nhiều vị trí lưỡi cắt. Nhưng nó có nhược điểm phải bố trí ít nhất một cặp lưỡi dao đối xứng qua tâm rô to để khi làm việc lực ly tâm được cân bằng và khi gặp chướng ngại vật thì cả lưỡi dao bị ảnh hưởng gây tải trọng động lớn dẫn tới mất cân bằng trong quá trình cắt cỏ. Ngoài ra, khi lưỡi cắt hỏng thì phải thay cả lưỡi dài không kinh tế. Phương án này chỉ phù hợp với loại có chiều dài vệt cắt nhỏ, năng suất thấp.

- Phương án chia mặt bao rô to thành nhiều dây và mỗi vệt cỏ cắt được thực hiện bởi một lưỡi cắt: Sơ đồ bố trí dao cắt trên rô to của phương án này được khai triển như trên Hình 4(a) với là chiều dài rô to cắt cỏ. Các lưỡi cắt được bố trí dạng xoắn ốc trên bề mặt trục rô to, mỗi dây cắt thường có từ 1 đến 4 lưỡi tùy thuộc vào chiều dài rô to và các dao được bố trí cách đều nhau, mỗi vệt cỏ cắt chỉ được thực hiện bởi một lưỡi cắt. Các lưỡi cắt phải bố trí sao cho lực ly tâm do các lưỡi sinh ra được triệt tiêu trong quá trình làm việc, do đó số dây lưỡi cắt thường được bố trí là chẵn. Khi rô to quay các lưỡi cắt sẽ cắt được hết cỏ vùng rô to đi qua nhưng phải đảm bảo không có lưỡi cắt nào cắt cỏ không hiệu quả. Các dây liên tiếp nhau cũng phải bố trí các lưỡi cắt có sự trùng nhau một đoạn để đảm bảo lưỡi cắt sau sẽ bổ trợ cho lưỡi cắt trước đó nhằm cắt toàn bộ cỏ và không bỏ sót cỏ lúc làm việc.



Hình 4. Sơ đồ khai triển bố trí lưỡi cắt trên trục rô to

- Phương án chia mặt bao rô to thành nhiều dây và mỗi vệt cỏ cắt được thực hiện bởi nhiều hơn một lưỡi cắt: Trong phương án này mỗi dây thường có đến 6 lưỡi cắt được bố trí cách đều nhau như Hình 4(b). Trên một vệt cỏ cần cắt được bố trí nhiều hơn một lưỡi cắt để đảm bảo bề mặt cỏ cắt sẽ phẳng theo yêu cầu, các lưỡi cắt được bố trí dạng xoắn ốc trên bề mặt trục rô to và có từ hai đường xoắn ốc trở lên.

3.3. Các yếu tố chính ảnh hưởng đến quá trình cắt cỏ bằng lưỡi cắt

Theo phân tích quá trình cắt cỏ của cụm rô to thì ban đầu cỏ được cắt hướng tâm (vuông góc với trục dọc của thân cây) và sau đó được cắt trượt. Trong đó, quá trình cắt hướng tâm yêu cầu lực cản cắt lớn hơn cắt có trượt nên để đơn giản hóa, bài toán chỉ nghiên cứu trong trường hợp lưỡi cắt tác dụng hướng tâm.

a. Lực cản cắt riêng

Lực cản cắt riêng q (N/cm) là yếu tố trực tiếp đảm bảo quá trình cắt đứt và liên quan đến các yếu tố khác thuộc phạm vi lưỡi cắt và vật liệu được cắt. Lực cản cắt riêng được xác định theo phương trình (1) [13]. Trong đó F_c là tổng lực cản cắt cần thiết (N); ΔB_{lc} là tổng độ dài các lưỡi cắt tham gia cắt cỏ tại thời điểm xét (cm). Theo viện sĩ V.P. Goriatkin thì khi cắt thái không có trượt (chặt bỏ), đối với cỏ thì lực cản cắt riêng $q = 40 \div 80$ (N/cm). Còn khi cắt có trượt thì q nhỏ hơn và thay đổi phụ thuộc vào góc trượt của dao.

$$q = \frac{F_c}{\Delta B_{lc}} \quad (1)$$

b. Các yếu tố thuộc về lưỡi cắt

Góc sắc dao ảnh hưởng đến lực cản cắt. Góc sắc nói chung nhỏ, nhưng vì độ bền của vật liệu làm dao có hạn nên góc sắc thường lớn hơn hoặc bằng 12° : đối với máy cắt cỏ chọn góc sắc từ $12 \div 15^\circ$. Theo các yêu cầu của bài toán đặt ra lựa chọn lưỡi cắt có dạng búa.

Vận tốc của lưỡi cắt tối thiểu v_c (m/s) khi cắt va đập được xác định theo phương trình (2) [14]. Trong đó d_s là đường kính thân cây tại mặt phẳng cắt (mm); F_x là lực cắt (N); F_b là khả năng chống uốn của gốc cây (N); m_p là khối lượng phần cắt của cây (kg); z_{cg} là chiều cao trọng tâm phần cây cắt (m) và r_g là bán kính quay phần cắt của cây (m).

$$v_c = \left[d_s \frac{F_x - F_b}{1000m_p} \left(1 + \frac{z_{cg}^2}{r_g^2} \right) \right]^{0,5} \quad (2)$$

Các thử nghiệm về việc cắt va chạm của cây trinh nữ [14] đã chỉ ra rằng việc cắt cỏ thể được thực hiện ở vận tốc dao thấp tới 25 m/s nhưng vận tốc 45 m/s là cần thiết để cắt tất cả các thân cây một cách dễ dàng. Do đó, khi cỏ được cắt hướng tâm và không có hỗ trợ thì tốc độ phần lưỡi dao từ 45 m/s trở xuống là đạt yêu cầu và tốc độ càng lớn thì lực cản cắt riêng càng giảm.

3.4. Quỹ đạo chuyển động tổng hợp của điểm trên đầu lưỡi cắt

Giả sử máy cơ sở di chuyển với tốc độ không đổi v_0 và rô to quay đều ω_{ro} . Gọi bán kính rô to tính đến lưỡi cắt cỏ là R_{ro} . Rô to thực hiện tổng hợp của chuyển động tịnh tiến với tốc độ v_0 cùng máy cơ sở theo phương x và chuyển động quay quanh trục của nó trong mặt phẳng (xOy), tâm quay rô to ban đầu ở tọa độ (x_0, y_0) . Mối liên hệ giữa tốc độ di chuyển của máy cơ sở và tốc độ quay của rô to phải được xác định hợp lý để đảm bảo cỏ được cắt với độ bằng phẳng cho phép (độ nhấp nhô cỏ sau khi cắt) trong mặt phẳng (xOz). Để xác định hợp lý mối quan hệ này thì các phương trình chuyển động riêng lẻ của lưỡi cắt do máy cơ sở và do rô to quay được xác định, và tổng hợp lại để mô tả quỹ đạo chuyển động chung của lưỡi cắt.

Phương trình chuyển động của một điểm trên lưỡi cắt do tốc độ di chuyển của máy cơ sở được xác định theo công thức (3). Trong đó (x_m, y_m) là tọa độ của điểm xét trên lưỡi cắt tại thời gian t khi chỉ xét chuyển động tịnh tiến của máy cơ sở. Phương trình chuyển động của một điểm trên lưỡi cắt

do tốc độ quay của rô to được xác định theo công thức (4). Trong đó (x_{ro}, y_{ro}) là tọa độ của điểm xét trên lưỡi cắt tại thời gian t ($t \geq 0$) khi chỉ xét chuyển động quay của trục rô to.

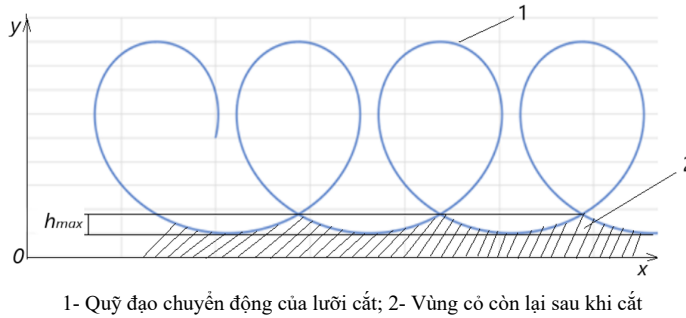
$$\begin{cases} x_m = x_0 + v_0 t \\ y_m = y_0 \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} x_{ro} = x_0 + R_{ro} \cos \omega_{ro} t \\ y_{ro} = y_0 + R_{ro} \sin \omega_{ro} t \end{cases} \quad (4)$$

Phương trình chuyển động tổng hợp của một điểm trên lưỡi cắt do cả hai chuyển động trong công thức (3) và (4) tạo ra được xác định theo công thức (5). Trong đó (x, y) là tọa độ thực tế của điểm xét trên lưỡi cắt tại thời gian t khi tổng hợp cả chuyển động tịnh tiến của máy cơ sở và chuyển động quay của rô to.

$$\begin{cases} x = x_0 + v_0 t + R_{ro} \cos \omega_{ro} t \\ y = y_0 + R_{ro} \sin \omega_{ro} t \end{cases} \quad (5)$$

Quỹ đạo chuyển động tổng hợp của lưỡi cắt có dạng như Hình 5. Mục đích xác định quỹ đạo này là để xác định độ nhấp nhô (độ bằng phẳng) của bề mặt cỏ sau khi được cắt $h_{\max}$. Tùy yêu cầu độ bằng phẳng $h_{\max}$ mà tốc độ di chuyển của máy cơ sở và tốc độ quay của rô to được xác định. Nếu các tốc độ làm việc không đảm bảo yêu cầu độ bằng phẳng thì phải giảm tốc độ di chuyển của máy cơ sở hoặc phải bố trí thêm các lưỡi cắt trên rô to để tăng thêm số lần cắt cỏ trên cùng chiều dài một vệt cắt do một lưỡi cắt tạo ra, khi đó độ bằng phẳng sẽ giảm xuống đến giá trị theo yêu cầu.

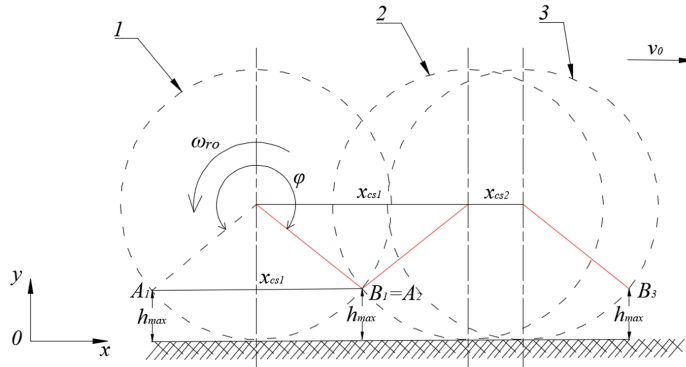


Hình 5. Quỹ đạo chuyển động tổng hợp của điểm trên đầu một lưỡi cắt

3.5. Xác định chiều cao nhấp nhô bề mặt cỏ khi chỉ có một lưỡi cắt trên một vệt cỏ

Giả thiết chiều cao nhấp nhô lớn nhất của cỏ sau khi cắt $h_{\max}$ nhỏ hơn bán kính làm việc của rô to. Xét một lưỡi cắt bất kì thực hiện cắt cỏ trong vệt làm việc của nó, giả sử trong thời gian t_{rt1} thì lưỡi cắt bắt đầu từ đỉnh nhấp nhô cao nhất $h_{\max}$ quay được một góc φ thì về lại điểm nhấp nhô đó (Hình 6), lưỡi cắt đang xét ở vị trí B₁ của trạng thái 1 quay được một góc φ về vị trí A₂ của trạng thái 2. Lưỡi cắt tiếp tục quay một góc $(360^\circ - \varphi)$ từ vị trí A₂ của trạng thái 2 về vị trí B₃ của trạng thái 3 thì hết một vòng quay của rô to.

Khi đó quãng đường dịch chuyển dài của cụm rô to x_{cs1} do máy cơ sở di chuyển để lưỡi cắt bắt đầu từ đỉnh nhấp nhô cao nhất quay được một góc φ về lại điểm nhấp nhô được xác định theo phương trình (6). Trong đó t_{rt1} là thời gian lưỡi cắt bắt đầu từ đỉnh nhấp nhô cao nhất quay được một góc φ thì về lại điểm nhấp nhô đó (s). Bên cạnh đó x_{cs1} được tính theo cạnh A₁B₁ và xác định theo phương trình (7). Góc dịch chuyển của rô to được xác định theo phương trình (8).



1- Trạng thái lưỡi cắt xét ở vị trí B₁; 2- Trạng thái lưỡi cắt xét ở vị trí A₂; 3- Trạng thái lưỡi cắt xét quay được một vòng về B₃

Hình 6. Mô phỏng quỹ đạo dịch chuyển dài của rô to khi lưỡi cắt bắt đầu từ đỉnh nhấp nhô cao nhất quay được một góc về lại điểm nhấp nhô đó

$$x_{cs1} = v_0 t_{rf1} \quad (6)$$

$$x_{cs1} = A_1 B_1 = 2R_{ro} \left| \sin \left(\frac{2\pi - \varphi}{2} \right) \right| = 2R_{ro} \left| \sin \frac{\varphi}{2} \right| \quad (7)$$

$$\varphi = \omega_{ro} t_{rt1} \quad (8)$$

Từ phương trình (7) và (8) xác định được x_{cs1} theo phương trình (9). Thời gian một vòng quay của rô to được xác định theo phương trình (10). Trong đó T là thời gian một vòng quay của rô to (s); t_{r12} là thời gian rô to quay từ vị trí góc φ đến vị trí xét ban đầu (s); ω_{ro} là vận tốc góc của rô to (s^{-1}); n_{ro} là tốc độ quay của rô to (v/ph).

$$x_{cs1} = 2R_{ro} \left| \sin \frac{\omega_{ro} t_{rt1}}{2} \right| \quad (9)$$

$$T = t_{rf1} + t_{rf2} = \frac{2\pi}{\omega_{ro}} = \frac{60}{n_{ro}} \quad (10)$$

Mối quan hệ giữa thời gian t_{r1} với t_{r2} theo góc dịch chuyển của rô to được xác định theo phương trình (11). Quỹ đường di chuyển của máy cơ sở x_{cs2} trong thời gian t_{r2} được xác định theo phương trình (12). Bên cạnh đó tổng quỹ đường di chuyển của máy cơ sở trong một chu kỳ quay của rô to được xác định theo phương trình (13).

$$\frac{t_{rt1}}{\varphi} = \frac{t_{rt2}}{2\pi - \varphi} \quad (11)$$

$$x_{cs2} = v_0 t_{r2} \quad (12)$$

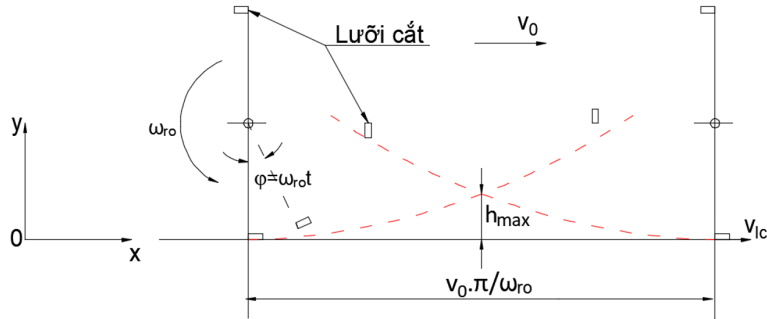
$$x_{cs1} + x_{cs2} = v_0 T = v_0 \frac{2\pi}{\omega_{r0}} \quad (13)$$

Từ Hình 6, độ cao vị trí nhấp nhô lớn nhất được xác định theo phương trình (14). Trong đó $h_{\max}$ là độ cao nhấp nhô lớn nhất (m); R_{ro} là bán kính rô to tính đến đầu lưỡi cắt (m); φ là góc dịch chuyển của rô to. Từ phương trình (8) và (14), độ cao nhấp nhô lớn nhất được chỉ ra theo phương trình (15).

$$h_{\max} = R_{ro} - R_{ro} \left| \cos \left(\frac{2\pi - \varphi}{2} \right) \right| = R_{ro} \left(1 + \cos \frac{\varphi}{2} \right) \quad (14)$$

$$h_{\max} = R_{ro} \left(1 + \cos \frac{\omega_{ro} t_{rt1}}{2} \right) \quad (15)$$

Về lý thuyết, chiều cao nhấp nhô sẽ càng tăng nếu tốc độ của máy cơ sở v_0 càng lớn so với tốc độ quay của rô to. Để đơn giản hóa thì độ nhấp nhô $h_{\max}$ được minh họa trong Hình 7 và được tính gần đúng theo phương trình (16) [15]. Trong đó $h_{\max}$ là chiều cao nhấp nhô lớn nhất của cò sau khi cắt (m); R_{ro} là bán kính rô to đến đỉnh của lưỡi cắt (m); λ_h là số lượng lưỡi cắt bố trí trên một vệt cắt của một lưỡi cắt; c_v là tỷ lệ vận tốc của vận tốc dài trên đỉnh lưỡi cắt với vận tốc máy di chuyển. $c_v = v_{lc}/v_0$ với v_{lc} là vận tốc dài của một điểm trên đỉnh lưỡi cắt (m/s).



Hình 7. Phân tích quá trình cắt của một lưỡi cắt tạo độ nhấp nhô của lưỡi cắt

$$h_{\max} = R_{ro} \left[1 - \cos \left(\frac{\pi}{\lambda_h(1 + c_v)} \right) \right] \quad (16)$$

3.6. Mối liên hệ giữa đường kính và tốc độ quay của rô to

Tốc độ quay của rô to được xác định theo phương trình (17). Trong đó n_{ro} là tốc độ quay của rô to (v/ph); ω_{ro} là vận tốc góc của rô to (s^{-1}); v_{lc} là vận tốc dài trên đỉnh lưỡi cắt (m/s); R_{ro} là bán kính rô to tính đến đỉnh lưỡi cắt (m). Theo phương trình (17), từ tốc độ dài yêu cầu của một điểm bất kỳ trên đỉnh lưỡi cắt v_{lc} xác định được mối liên hệ giữa đường kính và tốc độ quay của rô to. Phải lựa chọn cân đối giữa đường kính và tốc độ quay của rô to cho phù hợp với yêu cầu thực tế của thiết bị.

$$n_{ro} = \frac{60\omega_{ro}}{2\pi} = \frac{60v_{lc}}{2\pi R_{ro}} \quad (17)$$

Như vậy, bài toán mối liên hệ giữa các thông số của cụm rô to cắt cò đã được xác định. Các giá trị này phụ thuộc chính vào tốc độ di chuyển của máy cơ sở, lực cản cắt riêng và tốc độ dài lưỡi cắt. Để xác định các thông số này phù hợp cho quá trình tính toán và thiết kế, các điều kiện thực tế phải được xem xét để giảm các biến số không ảnh hưởng nhiều đến quá trình tính toán, lựa chọn các thông số còn lại.

4. Khảo sát các thông số cơ bản của cụm rô to cắt cò trên máy cắt cò cụ thể

4.1. Đặt bài toán

Các thông số đầu vào bao gồm các thông số của cụm rô to cắt cò được khảo sát để cắt được mặt cò có bề rộng phổ biến $B = 1$ m; bố trí một lưỡi cắt làm việc trên một vệt cò; bề rộng lưỡi cắt $B_{lc} = 60$ mm; chiều cao nhấp nhô lớn nhất của cò sau khi cắt $h_{\max}$ nhỏ hơn 5 mm (tùy theo yêu cầu); Tốc độ di chuyển máy cơ sở lớn nhất khi cắt cò $v_0 = 5$ km/h. Các thông số điều khiển cần xem xét là đường kính rô to D_{ro} ; tốc độ dài của đỉnh lưỡi cắt v_{lc} ; số lượng dây bố trí lưỡi cắt. Theo kinh nghiệm, sơ bộ chọn $D_{ro} = 0,2 \div 0,8$ m; $v_{lc} = 25 \div 45$ (m/s) và số lượng dây bố trí dao cắt từ 2÷8 dây. Các thông số đầu ra xem xét là tốc độ quay của rô to n_{ro} ; chiều cao nhấp nhô lớn nhất của cò sau khi cắt

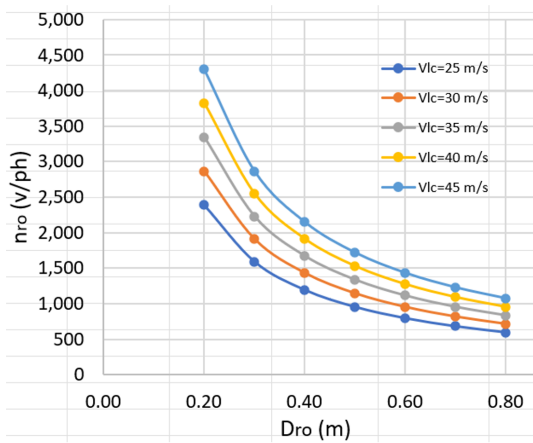
$h_{\max}$. Sử dụng các phần mềm tính toán để xây dựng các đồ thị biến thiên của các thông số với nhau. Từ các đồ thị mối quan hệ của các thông số kết hợp với điều kiện thực tế chọn ra các thông số phù hợp cho cụm cơ cấu cắt cỏ.

4.2. Kết quả khảo sát

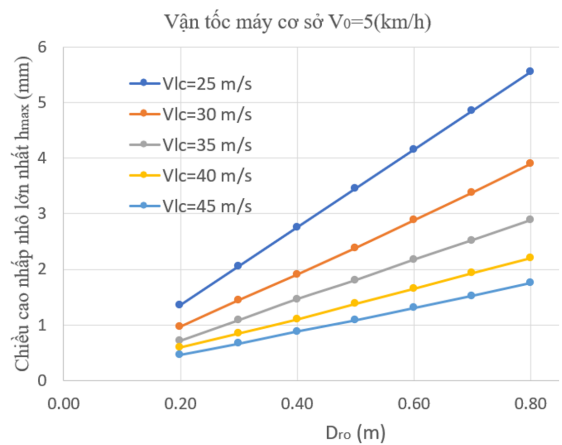
Từ các công thức xác định trong Mục 3, các số liệu và đồ thị cần khảo sát được chỉ ra để mô phỏng các thông số n_{ro} và $h_{\max}$ theo sự biến thiên của các thông số điều khiển và các thông số cho trước.

a. Khảo sát sự thay đổi tốc độ quay của rô to theo đường kính rô to

Tốc độ dài yêu cầu của lưỡi cắt để cắt được cỏ trong khoảng từ 25÷45 m/s tùy thuộc vào loại cỏ cần cắt. Mối quan hệ giữa đường kính và tốc độ quay của rô to theo tốc độ dài lưỡi cắt yêu cầu được chỉ ra trên Hình 8. Dựa vào Hình 8 để lựa chọn các thông số đường kính và tốc độ quay của rô to cho hợp lý với kích thước và các thông số của máy cơ sở (không nên lựa chọn đường kính và tốc độ quay của rô to lớn quá hoặc nhỏ quá). Trong thực tế thường chọn đường kính rô to từ 0,4÷0,6 m đảm bảo cho cụm cơ cấu cắt không quá cồng kềnh và tốc độ quay rô to nhỏ hơn 2500 v/ph là phù hợp để lựa chọn các thiết bị thủy lực tương ứng.



Hình 8. Mối quan hệ giữa đường kính và tốc độ quay của rô to theo tốc độ dài lưỡi cắt yêu cầu



Hình 9. Mối quan hệ giữa đường kính quay của rô to và chiều cao nhấp nhô lớn nhất sau khi cắt

b. Khảo sát sự thay đổi chiều cao nhấp nhô lớn nhất theo đường kính rô to

Mối liên hệ giữa tốc độ di chuyển máy và tốc độ quay của rô to cần được xem xét vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến độ bằng phẳng của cỏ sau khi cắt. Tùy vào yêu cầu của người sử dụng muốn độ bằng phẳng cỏ sau khi cắt mà tốc độ di chuyển máy cơ sở và tốc độ quay của rô to được lựa chọn cho hợp lý. Bên cạnh đó, đường kính của rô to ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng bề mặt cỏ sau khi cắt.

Khi tốc độ di chuyển máy cơ sở tăng và tốc độ quay của rô to không đổi thì chiều cao nhấp nhô lớn nhất của bề mặt cỏ sau khi cắt tăng theo, do đó trong bài toán này khảo sát các thông số dựa theo tốc độ di chuyển máy cơ sở là lớn nhất khi cắt cỏ. Khi giá trị này thỏa mãn độ nhấp nhô của cỏ sau khi cắt thì tốc độ di chuyển máy cơ sở nhỏ hơn luôn luôn thỏa mãn. Mối quan hệ giữa đường kính quay của rô to và chiều cao nhấp nhô lớn nhất theo tốc độ dài lưỡi cắt yêu cầu khi tốc độ máy cơ sở là 5 km/h được chỉ ra trên Hình 9. Từ Hình 9 rút ra một số nhận xét: khi tốc độ dài lưỡi cắt không đổi mà đường kính rô to tăng lên thì chiều cao nhấp nhô lớn nhất tăng theo; Khi đường kính rô to không đổi và tốc độ dài lưỡi cắt tăng lên thì chiều cao nhấp nhô lớn nhất giảm đi. Nói chung mỗi vị trí cỏ cần cắt chỉ cần bố trí một lưỡi cắt trên chu vi rô to để cắt cỏ đảm bảo chiều cao nhấp nhô lớn nhất của bề

mặt cỏ sau khi cắt trong điều kiện cho phép (tốc độ dài lưỡi cắt nhỏ nhất là 25 m/s trong trường hợp xét đường kính rô to lớn nhất là 0,8 m thì bề mặt nhấp nhô vẫn nhỏ hơn 6 mm). Do đó, tiếp theo chỉ cần xem xét lựa chọn đường kính và tốc độ quay của rô to kết hợp với bố trí hợp lý số dây lưỡi cắt trên rô to đảm bảo yêu cầu tổng lực cản cắt là nhỏ nhất trong điều kiện một vòng quay của rô to chỉ thực hiện cắt cỏ một lần tại mỗi vết.

c. Khảo sát hiệu quả của sự thay đổi số lượng dây lưỡi cắt trên rô to

Thông thường trong thực tế số lượng dây lưỡi cắt được bố trí trên chu vi của rô to từ 2 đến 8 dây (bố trí nhiều dây hơn thì kết cấu cụm rô to phức tạp) và số lượng dây là chẵn để đảm bảo triệt tiêu rung động do lực ly tâm của các cụm lưỡi cắt tạo ra khi quay. Khảo sát sự thay đổi của số lượng dây lưỡi cắt từ 2 đến 8 để xác định tổng lực cản cắt cỏ yêu cầu, từ đó xác định số lượng dây đảm bảo tổng lực cản cắt nhỏ nhất để lựa chọn. Nếu số lượng dây lưỡi cắt là 2 thì số lượng lưỡi cắt thực hiện cắt cỏ tại một thời điểm là một nửa. Xét tương tự, khi số lượng dây lưỡi cắt là 4 và 6 thì số lượng lưỡi cắt thực hiện cắt cỏ tương ứng là 1/4 và 1/6, do tại mọi thời điểm chỉ có một dây lưỡi cắt thực hiện cắt cỏ. Nhưng khi số lượng dây lưỡi cắt là 8 thì số lượng lưỡi cắt thực hiện cắt cỏ là 1/4, lý do là chiều cao lớp cỏ cần cắt lớn nhất gần bằng một phần tư đường kính của cụm rô to (đây là giới hạn chiều cao cỏ trước khi cắt, nếu cỏ cao hơn sẽ có thiết bị gạt thấp xuống theo yêu cầu trước khi cắt) thì có những thời điểm hai dây lưỡi cắt liên tiếp đồng thời cắt cỏ. Từ phân tích trên, xác định được lực cản cắt cỏ yêu cầu theo số lượng dây bố trí theo Bảng 1.

Bảng 1. Lực cản cắt cỏ lớn nhất theo số lượng dây lưỡi cắt

Tên	Giá trị			
Số lượng dây lưỡi cắt được bố trí trên rô to	2	4	6	8
Tổng lực cản cắt cỏ lớn nhất	$F_c = \frac{ql}{2}$	$F_c = \frac{ql}{4}$	$F_c = \frac{ql}{6}$	$F_c = \frac{ql}{4}$

Từ Bảng 1, số lượng dây lưỡi cắt bố trí trên chu vi rô to là 6 là hợp lý nhất do trong trường hợp này lực cản cắt cỏ yêu cầu ở thời điểm bất kỳ là nhỏ nhất. Các trường hợp bố trí nhiều dây hơn hoặc ít dây hơn đều cho lực cản cắt cỏ lớn nhất lớn hơn theo điều kiện yêu cầu. Từ đó, lựa chọn 6 dây lưỡi cắt bố trí trên chu vi rô to là hợp lý nhất.

d. Tổng hợp khảo sát chung sự thay đổi của các thông số điều khiển

Để xác định được các thông số hợp lý của rô to thì các giá trị trên hai đồ thị Hình 8, Hình 9 và Bảng 1 phải cùng được xem xét khi các thông số điều khiển thay đổi. Các giá trị lựa chọn phải phù hợp với thực tế là đường kính rô to tính đến đỉnh lưỡi cắt và tốc độ quay của rô to không được quá lớn. Bài toán đã cho xem xét tốc độ dài yêu cầu của lưỡi cắt để cắt được cỏ 25÷45 m/s, từ đó rút ra một số nhận xét sau: Khi tốc độ dài lưỡi cắt không đổi mà đường kính rô to tính đến đỉnh lưỡi cắt tăng lên thì tốc độ quay rô to giảm đi và chiều cao nhấp nhô lớn nhất tăng lên. Khi tốc độ dài lưỡi cắt tăng lên và đường kính rô to tính đến đỉnh lưỡi cắt không đổi thì tốc độ quay rô to tăng theo và chiều cao nhấp nhô lớn nhất giảm đi. Số lượng dây lưỡi cắt bố trí trên chu vi rô to là 6 thì hợp lý nhất do nó có tổng lực cản cắt cỏ là nhỏ nhất.

Từ các phân tích trên đây và yêu cầu tạo ra sản phẩm cụm rô to cắt được vệt cỏ có bề rộng $B = 1$ m, chiều cao nhấp nhô lớn nhất sau khi cắt $h_{\max}$ nhỏ hơn 5 mm, tốc độ di chuyển máy cơ sở lớn nhất khi cắt $v_0 = 5$ km/h và tốc độ dài yêu cầu của lưỡi cắt để cắt được cỏ 25÷45 m/s, lựa chọn số lượng dây lưỡi cắt là 6, bề rộng một lưỡi $B_{lc} = 6$ cm, phần cắt trùng nhau giữa các lưỡi cắt là 5 mm, tổng số lưỡi cắt trên rô to là 18 lưỡi với 3 lưỡi cắt trên một dây và lựa chọn đường kính rô to $D_{ro} = 0,5$ m, khi đó tốc độ quay rô to 950÷1720 v/ph và chiều cao nhấp nhô 3,5÷1 mm là hợp lý.

e. Xác định công suất dẫn động cụm rô to

Công suất cần thiết để dẫn động cụm rô to cắt cỏ N_{ro} (kW) được xác định theo phương trình (18). Trong đó F_c là tổng lực cản cắt cỏ theo yêu cầu (N); v_{lc} là vận tốc dài của một điểm trên đỉnh lưỡi cắt (m/s). Tổng lực cản cắt cỏ yêu cầu được xác định theo phương trình (19). Trong đó q là lực cản cắt riêng lấy theo kinh nghiệm, chọn $q = 60$ (N/cm) để cắt cỏ có độ cứng trung bình ở tốc độ cắt lớn; B_{lci} là bề rộng làm việc của lưỡi cắt thứ i ($B_{lci} = 0,06$ m); k_c là hệ số mật độ cỏ cần cắt ($k_c = 0,5$); m là số lưỡi cắt lớn nhất tham gia cắt đồng thời trong một thời gian ($m = 3$). Từ đó, công suất cần thiết để dẫn động cụm rô to được xác định theo phương trình (20).

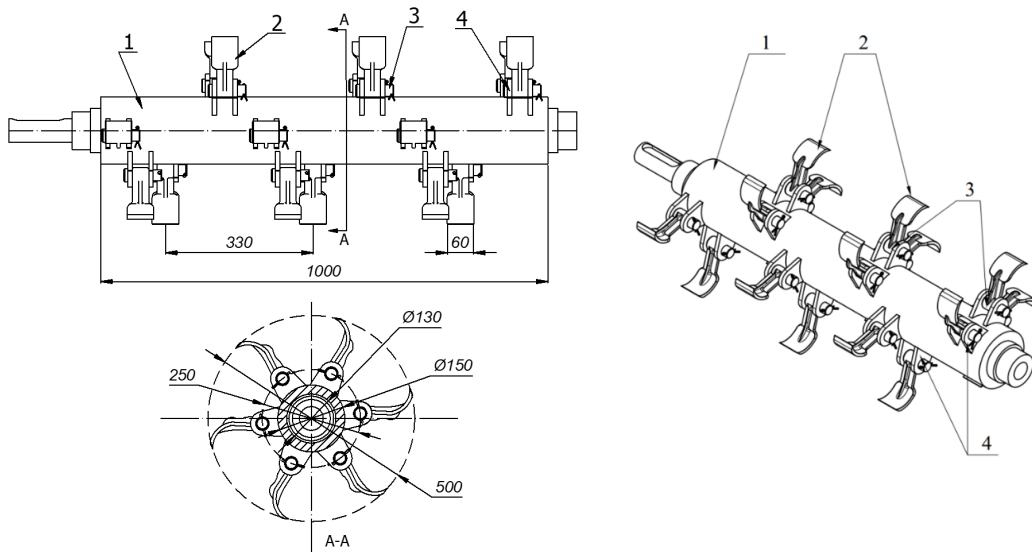
$$N_{ro} = \frac{F_c v_{lc}}{1000\eta} \quad (18)$$

$$F_c = k_c q \sum_{i=1}^m B_{lci} \quad (19)$$

$$N_{ro} = \frac{540 \cdot 45}{1000 \cdot 0,95} = 25,5 \text{ (kW)} \quad (20)$$

f. Mô tả kết cấu cụm rô to cắt cỏ đã chọn

Cụm rô to cắt cỏ được dẫn động quay từ động cơ thủy lực thông qua bộ truyền và truyền đến trục rô to. Trên trục rô to có gắn các lưỡi cắt theo yêu cầu thông số đã chọn, kết cấu cụm rô to cắt cỏ được mô tả trên Hình 10.



1- Trục rô to; 2- Lưỡi cắt; 3- Khớp liên kết; 4- Tai liên kết

Hình 10. Kết cấu cụm rô to lựa chọn

5. Kết luận

Dưới đây là một số kết luận được rút ra từ các kết quả tính toán khảo sát lựa chọn các thông số của cụm rô to cắt cỏ trên máy cắt cỏ tự hành:

- Mô hình toán học tổng quát thể hiện mối liên hệ giữa các thông số cơ bản của cụm rô to với tốc độ máy cơ sở được xây dựng. Nghiên cứu đã xác định được mối liên hệ giữa đường kính rô to và chiều cao nhấp nhô lớn nhất của cỏ sau khi cắt theo tốc độ lưỡi cắt và tốc độ di chuyển của máy cơ

sở. Các thông số rô to phụ thuộc chính vào tốc độ di chuyển của máy cơ sở, lực cản cắt và tốc độ cắt của lưỡi cắt.

- Khi tốc độ dài lưỡi cắt và tốc độ máy cơ sở không đổi mà đường kính rô to tăng lên thì chiều cao nhấp nhô lớn nhất tăng theo và khi đường kính rô to và tốc độ máy cơ sở không đổi, tốc độ dài lưỡi cắt tăng lên thì chiều cao nhấp nhô lớn nhất giảm đi.

- Mỗi quan hệ giữa đường kính và tốc độ quay của rô to theo tốc độ dài lưỡi cắt yêu cầu được xác định, làm cơ sở để lựa chọn hợp lý giữa đường kính và tốc độ quay của rô to.

- Mỗi vị trí cắt cỏ chỉ cần bố trí một lưỡi cắt trên chu vi rô to để cắt cỏ đảm bảo chiều cao nhấp nhô lớn nhất của bề mặt cỏ sau khi cắt trong điều kiện cho phép nhỏ hơn 5 mm.

- Số lượng dây lưỡi cắt được bố trí trên rô to là 6 đảm bảo tổng lực cản cắt cỏ lớn nhất ở thời điểm bất kỳ là nhỏ nhất.

- Việc khảo sát lựa chọn bộ thông số hợp lý của cụm rô to máy cắt cỏ làm tiền đề cho tính toán và lựa chọn được động cơ thủy lực và bộ truyền dẫn động cụm rô to, tính toán kiểm tra độ bền của cụm rô to. Các kết quả này làm cơ sở cho việc chế tạo, thử nghiệm cụm cơ cấu cắt cỏ của máy cắt cỏ tự hành phục vụ cắt cỏ hai bên đường bộ nói chung và đường cao tốc nói riêng tại Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

- [1] Ibe, G. A. (2017). Design of a Hand-held Grass Mower. *International Journal of Engineering Research*, 6(3):116–119.
- [2] Chancellor, W. J. (1958). Energy requirement for cutting forage. *Agricultural Engineering*, 39(10): 633–639.
- [3] Bhagwan, J. (2019). An emerging method of designing the Flail Mower. *Research review International Journal of Multidisciplinary*, 4(2):1039–1044.
- [4] O'dogherty, M. J., Gale, G. E. (1991). Laboratory studies of the dynamic behaviour of grass, straw and polystyrene tube during high-speed cutting. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 49:33–57.
- [5] Copland, T. (1993). Developments in cutting of grass. *Agricultural Engineer*, 48(2):38–41.
- [6] Erokhin, M. N., Belov, M. I., Sudnik, Y. A. (2003). Model and experimental study of a rotary cutting unit. *Traktory i sel'skokhozyaistvennyye Mashiny*, 12:31–34.
- [7] Purwantana, B., Horio, H., Shoji, K., Kawamura, T. (2003). Basic Studies on Flail type Rotary Cultivator for Swampy Land Preparation. *The Japanese Society of Agricultural Machinery*, 65(5):76–83.
- [8] Celik, A. (2001). *Present Situation of Agricultural Mechanization in Turkey*. Country Report for Group Training Course on Farm machinery Design, Japan International Cooperation Agency, 01-203.
- [9] Smole, M. S., Kleinschek, K. S., Kreze, T., Strnad, S. (2004). Physical Properties of Grass Fibres. *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*, 18(1):47–53.
- [10] Nam, N. T., Dũng, P. Q., Tịnh, N. V. (2024). Phương pháp điều chỉnh tốc độ di chuyển máy cơ sở của máy làm đất có sẵn phù hợp với máy đào rãnh hẹp. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (TCKHCN XD) - ĐHXDHN*, 18(2V):72–81.
- [11] Tân, P. V. (2018). *Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo máy thái cỏ làm thức ăn cho chăn nuôi hộ gia đình*. Luận văn Thạc sỹ, Đại học Nông Lâm - Đại học Huế.
- [12] Srivastava, A. K., Goering, C. E. (2006). *Engineering Principles of Agricultural Machines*. American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- [13] Vượng, T. M., Thuận, N. T. M. (1999). *Máy phục vụ chăn nuôi*. NXB Giáo dục.
- [14] Johnson, P. C. (2012). *Energy Requirements and Productivity of Machinery Used to Harvest Herbaceous Energy Crops*. Master of science in agricultural and biological engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- [15] Tayb, A. Z., Rostom, M. N., Mohamed, T. H., Kotb, A. M. (2015). Development A Flail Mower for Topping Sugar Beet. *Agricultural Engineering Research Institute*, 93(5):497–521.