

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO CỤM DAO XOẮN LIÊN TỤC TRÊN MÁY PHÁ LỤC BÌNH

Lê Thanh Sơn^{1,2}, Nguyễn Công Nguyên^{2*}, Vũ Viết Toàn², Nguyễn Như Nam²

TÓM TẮT

Xuất phát từ hạn chế của các dạng dao cắt truyền thống trước đặc tính phức tạp của lục bình, nghiên cứu thiết kế và chế tạo cụm trống dao xoắn liên tục nhằm giảm va đập, phân bố đều lực cắt và tăng độ ổn định. Các thông số kỹ thuật được tính toán thiết kế làm cơ sở khai triển biên dạng dao từ phôi phẳng phục vụ chế tạo. Hệ thống được lắp ráp và thực nghiệm sơ bộ tại điều kiện bể thử và trên sông Vàm Cỏ Tây, Tây Ninh. Kết quả thực nghiệm cho thấy hệ thống làm việc ổn định, đạt hiệu suất cao, giảm rung động, hạn chế quá tải và đáp ứng tốt yêu cầu băm phá lục bình mật độ cao (25 kg/m^2) ở dải tốc độ quay $300 \div 350$ vòng/phút với bề rộng cắt phá 2,6 m cho khả năng cắt phá lục bình với kích thước lục bình đầu ra $< 10 \text{ cm}$. Nghiên cứu là cơ sở cho việc hoàn thiện thiết kế và chuẩn hóa thông số kỹ thuật khi ứng dụng trên các cấu hình máy phá lục bình khác nhau.

Từ khóa - Dao xoắn liên tục, máy phá lục bình, trống dao cắt phá lục bình, xử lý lục bình.

DESIGN, STRUCTURAL ANALYSIS, AND FABRICATION OF A CONTINUOUS HELICAL KNIFE ASSEMBLY FOR A WATER HYACINTH SHREDDING MACHINE

ABSTRACT

To overcome the dynamic limitations of conventional cutting mechanisms when dealing with the complex mechanical properties of water hyacinths, this study proposes the design and fabrication of a continuous helical knife drum assembly. This configuration aims to minimize impact loads, achieve a uniform distribution of cutting forces, and enhance overall system stability. The technical parameters were calculated to establish a theoretical basis for developing the helical blade profile from flat steel stock for manufacturing purposes. The system was subsequently assembled and subjected to preliminary experiments both in a controlled testing tank and under actual operating conditions on the VamCo Tay River, Tay Ninh province. Experimental results demonstrated that the system operated with high stability and efficiency, significantly reduced vibrations, and effectively prevented overloading. Operating at a rotational speed range of $300 \div 350 \text{ rpm}$ with a working width of 2,6 m, the equipment successfully fulfilled the requirements for shredding high-density water hyacinth mats (25 kg/m^2), producing an output biomass size of $< 10 \text{ cm}$. This study provides a crucial foundation for refining the design and standardizing the technical parameters for application across various water hyacinth shredding machine configurations.

Keywords - Continuous helical blade; water hyacinth shredding machine; water hyacinth cutting drum; water hyacinth treatment.

ĐẶT VẤN ĐỀ

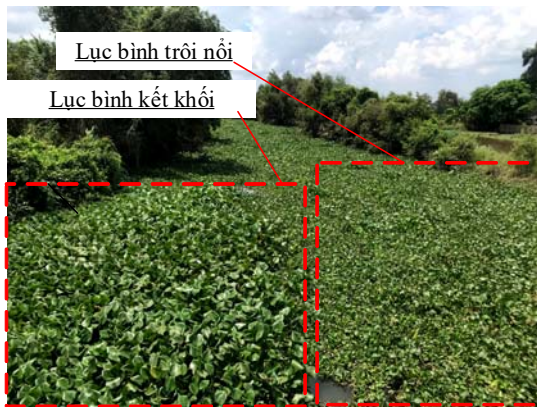
Lục bình (*Eichhornia crassipes*) là loài thực vật thủy sinh ngoại lai xâm hại có tốc độ sinh trưởng cực nhanh. Lục bình dễ dàng phát triển và tạo thành các mảng kết khối lớn che kín mặt nước, làm suy giảm nghiêm trọng hệ sinh thái và cản trở giao thông thủy [1, 2]. Đặc biệt tại hệ thống sông Vàm Cỏ Đông,

Vàm Cỏ Tây và các kênh rạch thuộc tỉnh Tây Ninh[3], sự bùng phát của lục bình đang là một vấn đề quan trọng cần được giải quyết[4]. Hàng năm có hàng triệu mét vuông mặt nước bị lục bình bao phủ dày đặc, gây ách tắc dòng chảy, cản trở lưu thông hàng hóa và làm tăng chi phí trực vớt, khơi thông. [4, 5].

¹ Trường Đại học Công nghệ Kỹ thuật TP.HCM, Việt Nam

² Công ty TNHH MTV Đồng Xà Lan Nguyễn Hồng, tỉnh Tây Ninh, Việt Nam

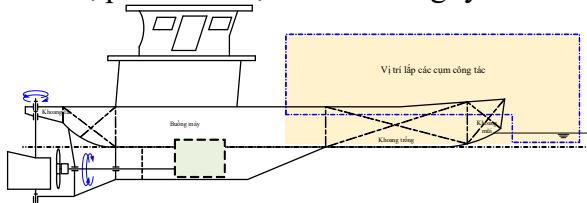
*Tác giả liên hệ (Corresponding author): Nguyen Cong Nguyen (email: victor.ncnguyen@gmail.com)



Hình 1. Lục bình kết khối trên các hệ thống sông, kênh rạch tại Tây Ninh.

Trước thực trạng các giải pháp vớt thủ công hay cơ giới truyền thống bị quá tải và không thể theo kịp tốc độ sinh sôi của sinh khối, việc nghiên cứu phát triển một hệ thống cơ cấu chuyên dụng, có động lực học mạnh mẽ nhằm cắt phá trực tiếp các khối lục bình ngay trên mặt nước là một nhu cầu cấp thiết [3] nhằm đáp ứng yêu cầu kỹ thuật về nâng cao năng suất xử lý và tiết kiệm năng lượng.

Đối tượng nghiên cứu là máy băm phá lục bình MPLB-01 có cấu tạo bao gồm một hệ thống phao nổi có khả năng tự hành và được bố trí một cụm chức năng chuyên biệt thực hiện băm phá các mảng lục bình kết khối trên mặt nước (Hình 2) ứng dụng hoạt động trong địa bàn tỉnh Tây Ninh và các khu vực lân cận. Thực tiễn đòi hỏi một giải pháp vừa bảo đảm năng suất và hiệu quả băm phá các mảng lục bình dày đặc, vừa duy trì tính ổn định khi vận hành, đồng thời có thể tích hợp trực tiếp với thiết bị phao nổi hiện có của công ty.

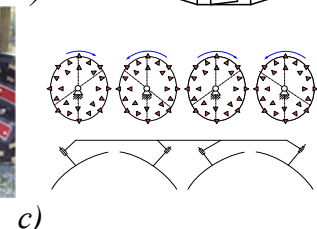
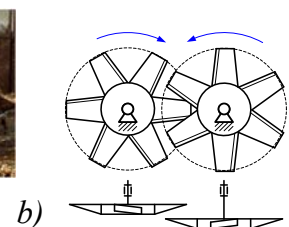
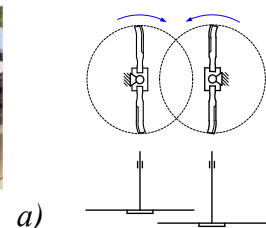


Hình 2. Mô tả bố trí các cụm chức năng của máy băm phá lục bình MPLB-01 hiện có tại công ty Nguyễn Hồng, Tây Ninh.

Quá trình tiên xử lý và cắt phá lục bình gặp nhiều thách thức kỹ thuật do đặc tính cơ lý phức tạp với khả năng phát triển thành các

mảng dày đặc với hệ thân và rễ xơ sợi đan xen, tạo nên kết cấu liên kết phức tạp [6]. Các khảo sát thực tiễn cho thấy thảm lục bình có mật độ rất cao (khoảng 25 kg/m^2), khối lượng riêng lớn, độ ẩm trong khoảng 90% và có lẫn nhiều tạp chất bùn đất [4]. Quá trình vận hành trên mặt nước thiếu ngàm giữ cố định đóng vai trò như tấm kê theo nguyên lý cắt thái [7] đòi hỏi thiết bị công tác phải có khả năng cắt đứt liên kết lục bình một cách dứt khoát, chống kẹt cuốn xơ sợi, đồng thời tối ưu hóa mức tiêu thụ năng lượng và hạn chế tối đa các rung động truyền ngược lại thân tàu.

Hiện nay, các cụm công tác trên máy phá lục bình chủ yếu dùng dao cắt dạng đĩa hoặc dao thẳng lắp trên tang quay [4] như ở Hình 3. Tuy nhiên, khi sử dụng dao cắt thẳng, toàn bộ chiều dài lưỡi dao sẽ tiếp xúc và cắt lớp vật liệu cùng một lúc, tạo ra các lực cản cắt biến thiên đột ngột, gây ra tải trọng va đập theo chu kỳ lên hệ thống trục và gối đỡ [8, 9]. Điều này làm máy rung mạnh, tiêu hao năng lượng lớn, giảm tuổi thọ chi tiết máy và hệ truyền lực, đồng thời dễ gây mất cân bằng, cản trở thoát liệu và tăng lực cản di chuyển.





d)



e)

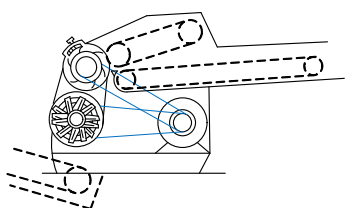
Hình 3. Mô tả phương án máy phá lục bình được ứng dụng hiện nay[4] của a) Thái Lan; b) Kelanchandra Precision Engineers; c) Aquatic Plant Navigation and Clean out Solutions; d) AceGC; e) Việt Nam.

Để giảm tải trọng va đập, nguyên lý cắt bằng lưỡi dao xoắn liên tục (helical blades) được xem là giải pháp phù hợp. Dạng dao này giúp quá trình cắt diễn ra liên tục, tịnh tiến dọc theo chiều dài trục, đồng thời duy trì diện tích tiếp xúc cắt ở mức tối thiểu và ổn định [8, 10]. Nguyên lý này đã được chứng minh hiệu quả trên nhiều thiết bị băm thái thức ăn gia súc, điển hình là máy Volgar-5 (IKV-5A) sử dụng cụm dao trống xoắn, cho năng suất cao, vận hành êm và lực cản cắt nhỏ [10-12].

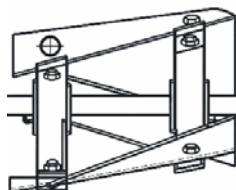
Đặc điểm của của phương án dao trống xoắn:

- Dạng chuyển động: Quay;
- Dạng bề mặt: Trống (trụ);
- Dạng cắt thái: Cắt nghiêng.

Kết cấu dao trống xoắn giúp quá trình cắt diễn ra liên tục, phân bố lực cắt đều theo đường xoắn, nhờ đó giảm tải tập trung và hạn chế quá tải cục bộ. Đặc điểm này phù hợp với lục bình có tính xơ, dai, độ ẩm cao, đồng thời hạn chế quần bám rác và xơ sợi, giảm nguy cơ tắc nghẽn và tăng khả năng làm việc liên tục.



a)



b)

Hình 4. Mô tả a) cấu tạo mẫu máy Volgar-5[12] và b) trống dao xoắn của máy Volgar-5.

Khi tích hợp lên tàu, trống dao vận hành theo nguyên lý cắt va đập, va chạm trực tiếp vào lục bình mà không có điểm tựa cố định. Ở nguyên lý này, lực cản cắt được cung cấp hoàn toàn bởi chính quán tính của vật liệu (cây lục bình) để tạo ra lực cản cắt trước khi cây kịp uốn cong hay xô dịch kết hợp với lực cản của môi trường nước, lực cản này chống lại lực ép của dao, giúp cắt đứt mà không làm cả mảng lục bình bị chìm hay trượt đi.

Sơ đồ phân loại các cơ cấu (bộ phận) cắt thái		Dạng cắt thái (theo lý thuyết cắt thái)		
		Chặt bổ	Cắt nghiêng	Cắt trượt
Dạng chuyển động	Quay	1	2	3
	Trống (trụ)	4	5	6
Dạng bề mặt	Tịnh tiến qua lại	7	8	9
	Trống	10	11	12
Dao động	Phẳng	13	14	15
	Tịnh tiến	16	17	18

Hình 5. Bảng lựa chọn nguyên lý cắt cho máy băm phá lục bình[11].

Tuy nhiên, để đạt được hiệu quả cắt liên tục và đồng đều, dao trống xoắn đòi hỏi biên dạng xoắn đòi hỏi quá trình chế tạo và gia công loại dao này tương đối khó khăn.

Bảng 1. Thông số đầu vào thiết kế cho cụm trống dao xoắn liên tục[4].

TT	Thông số		Giá trị
1	Mật độ lực bình (q_{lb}), (kg/m^2)		25
2	Chiều cao dòng vật liệu (a), (mm)		250
3	Khối lượng riêng (γ_t), (kg/m^3)		49
4	Độ ẩm, (%)		90
5	Áp suất cắt thái riêng, (N/cm)		36
6	Tốc độ di chuyển (km/h)	Chạy không	$5 \div 7$
7		Cắt phá	$3 \div 4$
8	Kích thước lực bình dự kiến sau cắt phá, (mm)		100
9	Vận tốc dòng chảy, (m/s)		$0,1 \div 0,5$
10	Cao trình đáy, (m)		-3
11	Độ thông thủy, (m)		1,9
12	Chiều rộng đáy, (m)		10

Do đó, bài báo tập trung vào nghiên cứu tiến hành tính toán các thông số hình học, động học nhằm xác định bộ thông số kỹ thuật của máy, qua đó kiểm chứng khả năng giảm thiểu năng lượng tiêu hao và triệt tiêu rung

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Cách tiếp cận:

- Tiếp cận thực tế một số thiết bị thiết bị vớt lực bình hiện có ở trong nước;
- Tiếp cận thông qua tài liệu như sách, báo, catalogue, internet.
- Tiếp cận hệ thống kỹ thuật theo các chức năng để phân tích thiết bị cắt vớt thành từng bộ phận chức năng phục vụ quá trình đo đạc và xử lý số liệu phục vụ công tác thiết kế máy.
- Tiếp cận các phương pháp đo lường các giá trị cơ tính của lực bình.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÌNH LUẬN

3.1. Tính toán thiết kế thông số kỹ thuật trống dao cắt phá

Trên hình bên dưới trình bày sơ đồ khai triển của trống dao xoắn. Dạng lưỡi dao khi làm việc là đường xoắn và khi ở thể khai triển là đường thẳng.

Vận tốc tịnh tiến v của dao có thể phân tích làm hai phần: pháp tuyến v_n và tiếp tuyến v_t với lưỡi dao. Góc hợp bởi thành phần pháp tuyến v_n với vận tốc là góc trượt τ . Góc hợp bởi lưỡi dao (đã khai triển) với mặt nước

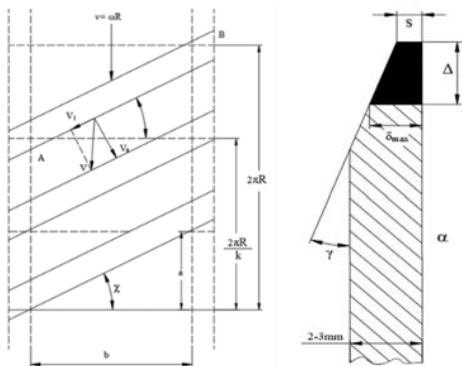
động so với các hệ thống dao cắt truyền thống. Đồng thời, xây dựng cơ sở lý thuyết để khai triển hình học hệ dao xoắn từ phối phẳng.

- Tiếp cận lý thuyết tính toán các bộ phận cắt và vận chuyển lực bình.

Phương pháp tiến hành:

- Áp dụng lý thuyết tính toán của từng bộ môn khoa học chuyên ngành theo chức năng đã phân tách để tính toán thiết kế.
- Áp dụng tính toán lý thuyết kết hợp với phương pháp mô hình hóa hệ thống kỹ thuật để tạo nên thiết kế thiết bị.
- Áp dụng phương pháp tính toán thiết kế ngược để cho ra thiết bị vận hành phù hợp với yêu cầu thực tiễn.

(song song với đường sinh của trống) chính là góc kẹp χ [13].



a)

b)

Hình 6. a) Sơ đồ khai triển của trống lắp dao xoắn[13]; b) Mô tả cạnh sắc của lưỡi dao.

Dưới đây là cơ sở tính toán các thông số kỹ thuật của trống dao băm phá lực bình[11-13]:

- Góc trượt (\$^\circ\$):

$$\tau = \chi - \zeta \quad (1)$$

- Hệ số trượt:

$$\varepsilon = \tan \tau \quad (2)$$

- Lực cản cắt thái (\$N\$):

$$P_t = 75 \times 10^{-0,0019} \times q \times v^{2,6} + 40 \quad (3)$$

- Lực cắt thái tối hạn cần thiết (\$N\$):

$$Q_{th} = P_t + c \times \tan \sigma \quad (4)$$

- Bề rộng cắt phá (\$m\$):

$$B = Q' / (3,6 \times \rho \times v_r) \quad (5)$$

- Bán kính trống cắt dao cắt phá (\$m\$):

$$R = \frac{k \times (B' \times \varepsilon + a)}{2\pi} \quad (6)$$

- Số vòng quay làm việc (vòng/phút):

$$n = \frac{v}{R \times (2\pi/60)} = \frac{30v}{R\pi} \quad (7)$$

- Năng suất cắt phá tính toán (\$T/h\$):

$$Q = 3,6 \times v_r \times B \times q_{lb} \quad (8)$$

- Góc quay của dao ứng với mỗi dao thái xong một lần (\$rad\$):

$$\Psi_r = \frac{2\pi R + k \times a}{R \times k} \quad (9)$$

- Chiều cao vận hành của trống dao (\$m\$):

$$h = a + R \times \frac{v_r}{v} \quad (10)$$

- Mômen cắt phá (\$Nm\$):

$$M_{cp} = q \times b \times R \quad (11)$$

- Công suất tính toán (\$W\$):

$$N_{tt} = 5 \times M_{cp} / 3 \times \omega \quad (12)$$

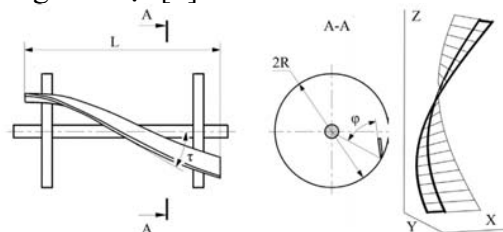
Trong đó:

- Áp suất riêng: \$q\$ (\$N/cm\$);
- Năng suất cắt phá dự kiến: \$Q'\$ (\$T/h\$);
- Chiều cao dòng vật liệu: \$a\$ (\$mm\$);
- Vận tốc công tác của tàu: \$v_r\$ (\$m/s\$);
- Hệ số trượt: \$\varepsilon\$;
- Số dao: \$k\$;
- Kích thước lục bình mong muốn khi cắt phá: \$l_p\$;
- Khối lượng riêng lục bình: \$\gamma_t\$ (\$kg/m^3\$);
- Bề rộng đoạn dao: \$b\$ (\$mm\$).

3.2. Nghiên cứu khai triển biên dạng trống dao xoắn phục vụ quá trình chế tạo

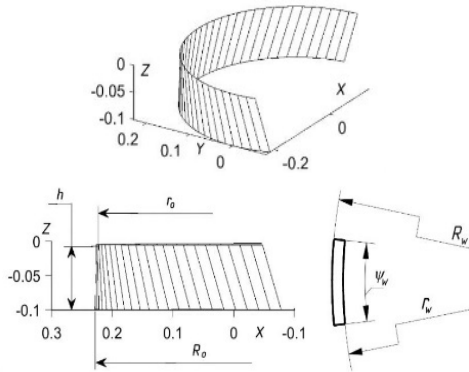
Quá trình chế tạo dao xoắn ốc cho các hệ thống băm cắt thường gặp trở ngại lớn do bề mặt làm việc của dao là dạng mặt xoắn ốc hở thẳng (straight open helicoid), vốn là một bề mặt không thể trải phẳng (non-developable)[8, 9]. Nếu áp dụng công nghệ uốn nguội từ phôi phẳng thông thường mà không tính toán chuẩn xác, phôi sẽ chịu biến dạng dẻo rất lớn, gây nứt vỡ và hao tổn năng lượng[8].

Để giải quyết vấn đề này, cơ sở khai triển biên dạng dao xoắn ốc đã được xây dựng dựa trên lý thuyết hình học vi phân, giúp tìm ra hình dáng phôi tối ưu: Phương pháp uốn mặt xoắn ốc hở thẳng thành mặt tròn xoay và xấp xỉ bằng nón cụt [9].



Hình 7. Minh họa về hình thái của dao xoắn được phát triển từ một bề mặt trải rộng[8].

Bằng cách giảm dần bước xoắn, bề mặt dao xoắn hở thẳng được uốn thành một mặt hyperboloid một vật tròn xoay. Bề mặt này sau đó được xấp xỉ bằng một hình nón cụt. Để khai triển hình nón cụt này thành một phôi phẳng (hình vành khăn), trước tiên cần xác định 3 kích thước không gian của nón cụt [9]:



Hình 8. Thiết diện của mặt hyperbolic tròn xoay khi thực hiện quá trình uốn lưỡi dao[9].

- Bán kính đáy lớn (mm):

$$R_0 = \frac{R \times \sin \varphi \times \sin \tau}{\sqrt{\sin^2 \varphi + \cot^2 \tau}} \quad (13)$$

- Bán kính đáy nhỏ (mm):

$$r_0 = \sin \varphi \sqrt{\frac{R^2 + (u_0 - R \times \cos \varphi)^2}{\sin^2 \varphi + \cot^2 \tau}} \quad (14)$$

- Chiều cao của nón cụt (mm):

$$h = b \times \frac{\cot \tau}{\sqrt{\sin^2 \varphi + \cot^2 \tau}} \quad (15)$$

Trong đó:

- Góc tạo bởi tiết diện của dao (rad):

φ .

Sau khi có được kích thước nón cụt, các thông số của phôi phẳng (vành khăn) được xác định qua các công thức khai triển[9]:

- Bán kính cung ngoài của phôi (mm):

$$R_w = R_0 \times \frac{\sqrt{(R_0 - r_0)^2 + h^2}}{R_0 - r_0} \quad (16)$$

- Bán kính cung trong của phôi (mm):

$$r_w = r_0 \times \frac{\sqrt{(R_0 - r_0)^2 + h^2}}{R_0 - r_0} \quad (15)$$

- Góc ở tâm của phôi:

$$\psi_w = \frac{L}{R_0 \times \cos \tau} \quad (16)$$

3.3. Kết quả tính toán thiết kế cụm dao xoắn liên tục trên máy phá lực bình

Dựa trên cơ sở tính toán và phương pháp thiết kế và các thông số đầu vào, cụm dao xoắn liên tục trên máy phá lực bình được tính toán và mô hình hóa với các kết quả bên dưới:

Bảng 2. Bảng thông số tính toán cụm dao xoắn liên tục của máy phá lực bình.

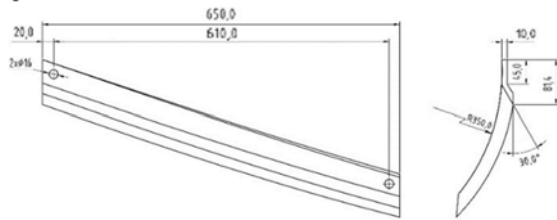
STT	Thông số	Giá trị
1	Góc mài dao, σ (°)	35°
2	Góc xoắn lưỡi dao, ζ (°)	70°
3	Góc trượt, τ (°)	20°
4	Vận tốc cắt phá, v (m/s)	12
5	Lực cắt thái tối hạn, Q_{th} (N)	188,9
6	Bề rộng cắt phá, B (mm)	2600
7	Bán kính trọng dao, R (mm)	375
8	Số vòng quay, n (vg/ph)	306
9	Chiều cao vận hành, h (mm)	284
10	Năng suất cắt phá, Q (T/h)	245
11	Momen cắt phá, M_{cp} (Nm)	731,3
12	Công suất tính toán, N_{tt} (HP)	52,3
13	Độ dài cây lực bình sau khi cắt phá, l_s (mm)	108
14	Số cánh dao, k	2

Trong đó, các thông số hình học dao như góc mài dao σ (35°), góc xoắn lưỡi dao ζ (70°) được lựa chọn dựa theo nguyên mẫu máy Volgar-5[11], từ đó làm cơ sở để áp dụng vào hệ thống dao cắt lực bình, việc tính chỉnh để tìm ra bộ thông số hình học phù hợp với điều kiện làm việc sẽ được đặt làm mục

tiêu cho các nghiên cứu trong tương lai.

Kết quả này hỗ trợ quan trọng trong việc lựa chọn nguồn động lực phù hợp cho cụm máy, đảm bảo hiệu suất và độ bền của thiết bị cắt phá ở điều kiện thực tế vận hành thiết bị trong thời gian dài ở các khu vực có độ mặn và độ phèn cao như Tây Ninh và các khu vực lân cận. Trên cơ sở đó, sẽ tiến hành chế tạo

thử nghiệm thực tế để minh chứng khả năng hoạt động của tổ hợp trong môi trường thực nghiệm so với tính toán thiết kế.



Hình 9. Mô tả kỹ thuật về biên dạng dao xoắn của máy phá lực bình MPLB-01.

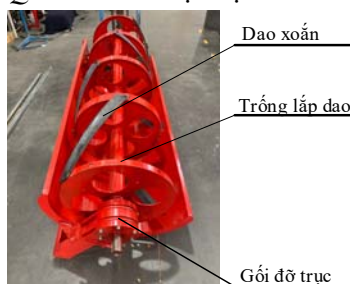
3.4. Kết quả chế tạo và kiểm nghiệm vận hành sơ bộ cụm dao xoắn liên tục

Trên cơ sở kết quả tính toán thiết kế, việc thực hiện chế tạo lắp ráp cụm dao xoắn liên tục trên mô hình bể lực bình thử nghiệm như trình bày ở Hình 10 và Hình 11. Căn cứ vào điều kiện làm việc thực tế và yêu cầu về độ bền của cụm dao băm phá, quá trình chế tạo lưỡi dao được thực hiện với các đặc tính cơ bản sau:

- Chọn vật liệu: Thép C45;
- Phương pháp nhiệt luyện: Tôi thường hóa;
- Màitinh lưỡi dao sau gia công.



Hình 10. Quá trình chế tạo cụm dao xoắn liên tục.

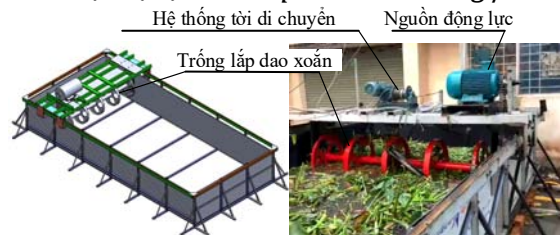


Hình 11. Cấu tạo trống dao xoắn sau khi chế tạo.

Nhóm nghiên cứu chế tạo bộ khung thử nghiệm và bể thử phục vụ đánh giá quá trình băm phá lực bình trong điều kiện có kiểm soát. Hệ thống này bao gồm một cụm trống

dao xoắn, được dẫn động bằng sự kết hợp giữa hệ thống truyền động xích và động cơ điện. Bộ trống cắt phá này được dẫn hướng dọc theo bể chứa lực bình bằng một hệ thống cáp. Với các thông số kỹ thuật:

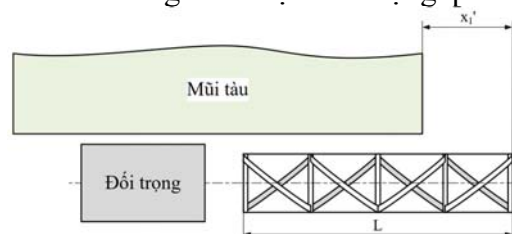
- Số vòng quay trống dao cắt phá: $n = 100 \div 400 \text{ vòng/phút}$;
- Vận tốc tiến: $v = 0,5 \div 1,5 \text{ m/s}$;
- Mật độ lực bình: $q = 10 \div 25 \text{ kg/m}^2$.



Hình 12. Mô hình thử nghiệm bể cắt phá lực bình.

Qua quá trình thực nghiệm và đánh giá sơ bộ tại bể thử, cụm trống dao xoắn liên tục đã thể hiện hiệu suất vận hành cực kỳ ổn định. Cụ thể, thiết bị đạt hiệu quả cắt cao và ổn định ở dải tốc độ quay từ $300 \div 350 \text{ vòng/phút}$, cho khả năng cắt phá lực bình với kích thước lực bình đầu ra $< 10 \text{ cm}$.

Hệ thống có thể thực hiện cắt phá lực bình trực tiếp trên mặt nước dễ dàng cả với những mảng lực bình có mật độ cao (25 kg/m^2). Khi thay đổi các chế độ làm việc và cấu hình khác nhau, biên dạng xoắn của lưỡi dao đã tạo ra các luồng dòng chảy theo chiều xoắn của dao, giúp tự động cuốn hút vật liệu vào hòng cắt. Ghi nhận trong quá trình thử nghiệm cho thấy, thiết bị vận hành êm ái, triệt tiêu phần lớn các xung lực va đập, nhờ đó hệ thống duy trì được trạng thái làm việc bền bỉ và hầu như không xuất hiện tình trạng quá tải.



Hình 13. Sơ đồ bố trí thử nghiệm cắt phá lắp đặt trên phao nổi.

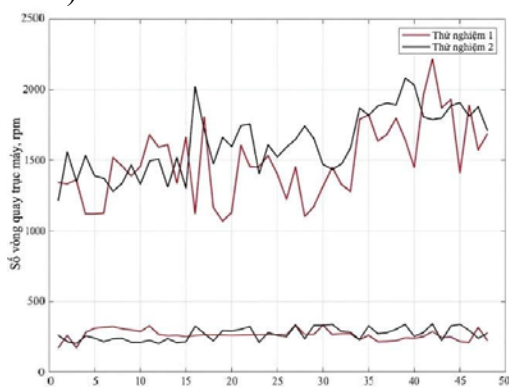
Thực tế quá trình chế tạo, hiệu chỉnh, nhóm nghiên cứu đã thực hiện thử nghiệm cắt phá lực bình trên sông Vàm Cỏ Tây, tỉnh Tây

Nhằm đánh giá hiệu quả vận hành của thiết bị bố trí theo sơ đồ Hình 13.



Hình 14. Mô hình thực nghiệm lắp đặt trên phao nổi.

Quá trình thử nghiệm thực tế tổ hợp máy phá lục bình được tiến hành trên luồng sông đạt vận tốc di chuyển trung bình ở mức 1,8 km/h và có thể đạt tốc độ tối đa lên đến 9,6 km/h tại các phân đoạn luồng tuyến thông thoáng với tổng chiều dài hành trình thử nghiệm là 2,8 km. Dữ liệu thu thập từ hệ thống đo lường cho thấy, động cơ dẫn động làm việc ổn định trong dải tốc độ từ 1200 ÷ 1800 vòng/phút. Đặc tính động lực học của hệ thống truyền động được thể hiện rõ qua sự biến thiên đồng bộ giữa số vòng quay trên trục động cơ và tốc độ quay của trống dao cắt (Hình 15).



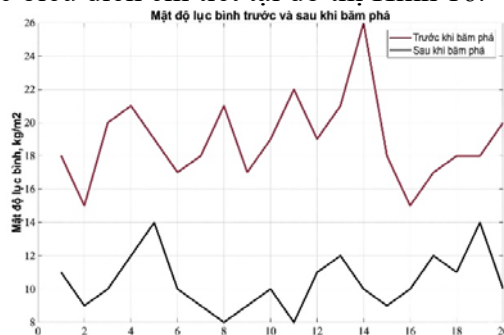
Hình 15. Thông số vòng quay trên động cơ và trống dao cắt.

Đánh giá về hiệu quả công tác, cụm lưỡi dao trống xoắn liên tục đã vận hành ổn định,

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày quá trình nghiên cứu

tạo ra những vết cắt ngọt, dứt khoát. Hiệu năng băm phá sơ cấp được thể hiện qua chênh lệch về mật độ lục bình trên mặt nước trước và sau khi thiết bị đi qua ($< 14 \text{ kg/m}^2$), được biểu diễn chi tiết tại đồ thị Hình 16.



Hình 16. Biểu đồ mật độ lục bình trước và sau khi băm phá.

Thông qua quá trình thực nghiệm cắt phá lục bình trên mặt nước, nhóm nghiên cứu đã rút ra một số nhận định sau:

- Vận tốc cắt phá đạt mức 12 m/s hoàn toàn đủ để trống dao thực hiện việc chia cắt các mảng, khối lục bình kết khối. Khi tăng vận tốc cắt lên cao hơn, lục bình có thể được băm nhỏ hơn, tuy nhiên đi kèm với đó là các hiện tượng rung lắc gia tăng và tiêu tốn nhiều nhiên liệu hơn đáng kể. Trong khi trống dao thường xuyên làm việc trong môi trường ẩm ướt, có bùn, cát, việc vận hành ở tốc độ $> 30 \text{ m/s}$ gây mài mòn lưỡi dao rất nhanh, làm giảm tuổi thọ thiết bị.

- Ngoài ra, vận hành trên mặt nước với tốc độ cao sinh ra các lực cản thủy động lực học phức tạp, làm biến thiên tần số riêng của hệ thống, gây mất ổn định và rủi ro quá tải. Hơn nữa, các mảng lục bình trong thực tế thường lẫn nhiều dị vật cứng (cành cây, rác thải nhựa). Ở vận tốc 12 m/s, xung lực va đập nhỏ giúp dao dễ dàng cắt đứt hoặc lướt qua dị vật. Ngược lại, ở dải tốc độ $> 30 \text{ m/s}$, xung lực lớn sẽ gây ra hiện tượng văng ngược, tạo mô-men giật cục và truyền chấn động mạnh lên toàn bộ khung máy.

Về tính kinh tế, mức tiêu hao nhiên liệu tổng cộng sau khi hoàn thành chu trình thử nghiệm hỗn hợp được ghi nhận là 14 lít.

và phát triển cụm dao xoắn liên tục trên máy phá lục bình, bao gồm các cơ sở tính toán,

phương pháp thiết kế và thử nghiệm thực tế. Kết quả thử nghiệm ban đầu cho thấy thiết bị hoạt động hiệu quả và ổn định, với công suất thực tế phù hợp với các lý thuyết tính toán. Việc xác định các thông số kỹ thuật đã hỗ trợ quan trọng trong việc lựa chọn nguồn động

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ Đề tài “Nghiên cứu hoàn thiện công nghệ sản xuất thử nghiệm và chuyển giao hệ máy xử lý lực bình trong kênh, rạch và sông Vàm Cỏ và các vùng lân cận”, mã số:

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. A. Villamagna and B. Murphy, "Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): a review," *Freshwater biology*, vol. 55, no. 2, 2010.
2. A. Malik, "Environmental challenge vis a vis opportunity: the case of water hyacinth," *Environment international*, vol. 33, no. 1, pp. 122-138, 2007.
3. "Báo cáo - Công Tác Xử Lý Lực Bình trên Sông Vàm Cỏ Đông," Số: 77/BC-SGTVT, UBND tỉnh Tây Ninh - Sở GTVT, 2021.
4. N. T. Tiến, "Báo cáo tổng kết - Đề tài Nghiên cứu thiết kế và chế tạo tổ hợp thiết bị thu gom, tiền xử lý và trục vớt lực bình trên kênh, rạch tại Long An và các tỉnh lân cận, mã số: ĐTDL.CN-26/21," Đề tài KHCN cấp nhà nước - Cơ quan chủ trì: Trường Đại học Bách Khoa tp. Hồ Chí Minh, Đại học Quốc gia tp.HCM, tỉnh Long An, 2024.
5. J. Vymazal, "Constructed wetlands, subsurface flow," *Applications in Ecological Engineering*, vol. 151, 2009.
6. N. Dechassa and B. Abate, "Current status of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Ethiopia: achievements, challenges and prospects: a review," *J. Environ. Earth Sci*, vol. 10, no. 12, pp. 1-13, 2020.
7. N. N. Nam and T. T. Thanh, *Máy gia công nông sản - thực phẩm*. TP. Hồ Chí

lực phù hợp. Hệ thống được đề xuất không chỉ đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật mà còn có tiềm năng ứng dụng rộng rãi trong việc quản lý và xử lý lực bình tại các kênh rạch ở Đồng Bằng Sông Cửu Long nói chung.

ĐTCNCT.02/26. Chúng tôi xin cảm ơn Công ty TNHH MTV Đong xà Lan Nguyên Hồng đã tạo điều kiện để thực hiện khảo nghiệm thu thập số liệu và cơ sở vật chất nhân công để thực hiện phục vụ cho các quá trình triển khai nghiên cứu..

Minh: Nhà xuất bản Giáo Dục, 2000.

8. S. Pylypaka et al., "Designing a helical knife for a shredding drum using a sweep surface," *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 130, no. 1, 2024.
9. A. Nesvidomin, S. Pylypaka, T. Volina, M. Lokhonia, and Y. Borodai, "Forming helical blades from flat blanks with minimal deformation," *Machinery & Energetics*, vol. 16, no. 3, 2025.
10. И. Федоренко, *Технологические процессы и оборудование для приготовления кормов*. Moscow: ФОРУМ / ИНФРА-М, 2020.
11. С. Мельников, *Механизация и автоматизация животноводческих ферм* (Л.: Колос). Колос, 1978.
12. К. Д. Ф., Н. С. И., К. С. А., and et al., *Машины и оборудование в животноводстве*. Минск, Беларусь: РИПО, 2020.
13. T. M. Vượng and N. T. M. Thuận, *Máy phục vụ chăn nuôi*. Hà Nội: NXB Giáo Dục, 1999.
14. Đ. V. Điện and N. Bàng, *Lý Thuyết và Tính Toán Máy Nông Nghiệp*. TP. Hồ Chí Minh: Trường Đại học Nông Lâm 1986.
15. Đ. Q. Triệu, *Giáo Trình - Động Lực Học Máy Thu Hoạch*. Hà Nội: NXB Nông Nghiệp, 2002

- Ngày gửi bài: 28/05/2026
- Ngày phản biện: 05/06/2026
- Ngày duyệt đăng: 06/06/2026