THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MÁY CUỘN LỤC BÌNH MCLB-2

DESIGN AND FABRICATION OF THE MCLB-2 WATER HYACINTH BALING MACHINE

Nguyễn Công Nguyên[1], Lê Thanh Sơn[4], Phan Hoàng Long[1, 2, 3], Ngô Nguyên Hồng[5], Nguyễn Tấn Tiến[1, 2, 3]

[1]Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

[2]DCSELab, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

[3]Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

[4]Công ty Cổ phần Cơ khí Chế tạo máy Long An

[5]Công ty TNHH MTV Đóng xà lan Nguyên Hồng

Email: nttien@hcmut.edu.vn

TÓM TẮT

Lục bình là loài thực vật phát triển nhanh, gây tắc nghẽn giao thông thủy và ảnh hưởng đến môi trường tại các tuyến kênh rạch. Tiếp nối thành công của MCLB-01, nghiên cứu này giới thiệu thiết kế và chế tạo phiên bản cải tiến – máy cuộn lục bình MCLB-02 – với mục tiêu nâng cao năng suất, tối ưu vận hành và tăng độ linh hoạt ứng dụng. MCLB-02 vẫn giữ nguyên lý bán tự động với ba mô-đun chính, nhưng được cải tiến về cơ khí, truyền động và tích hợp cảm biến điều khiển. Thiết kế mới giúp giảm tiêu hao nhiên liệu, tăng độ ổn định và chất lượng sản phẩm. Thử nghiệm tại xã Vĩnh Hưng (Tây Ninh) cho năng suất 50-70 cuộn/giờ, tiêu hao 11,8 lít nhiên liệu/giờ, sản phẩm đạt độ nén tốt hơn MCLB-01. Kết quả cho thấy MCLB-02 là giải pháp hiệu quả trong xử lý và tận dụng lục bình vùng Đồng bằng sông Cửu Long.

Từ khóa: *Lục bình; Máy cuộn lục bình; Xử lý sinh khối thủy sinh; Tây Ninh.*

ABSTRACT

Water hyacinth is a fast-growing plant that clogs waterways and harms ecosystems in canal regions. Building on the success of the MCLB-01, this study presents the design and fabrication of the improved MCLB-02 baling machine, aimed at enhancing productivity, operational efficiency, and application flexibility. MCLB-02 retains a semi-automatic system with three main modules, but features upgrades in mechanical structure, drive system, and integrated sensors for precise control. The optimized design reduces fuel consumption and improves stability. Field tests in Vinh Hung commune (Tay Ninh) showed a productivity of 50-70 bales/hour, fuel use of 11.8 liters/hour, and better compression quality than MCLB-01. The MCLB-02 is a practical solution for mechanized hyacinth handling in the Mekong Delta.

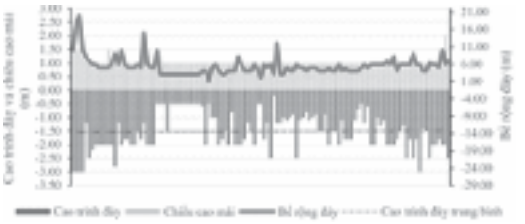
Keywords: *Water hyacinth; Baling machine; Aquatic biomass handling; Tay Ninh.*

1. TỔNG QUAN

Tây Ninh là tỉnh có hệ thống kênh rạch dày đặc, tạo điều kiện cho lục bình phát triển mạnh, đặc biệt tại khu vực xã Vĩnh Hưng. Lục bình phát tán từ thượng nguồn (Campuchia) theo dòng nước về, tích tụ tại các đoạn nước chảy chậm, hình thành các mảng dày đặc gây cản trở giao thông thủy, suy giảm chất lượng nước và ảnh hưởng đến môi trường sinh thái cũng như an ninh – quốc phòng vùng biên giới.

Hình 1. Hình ảnh khảo nghiệm thực tế tại các đoạn kênh, rạch tại xã Vĩnh Hưng

Tình trạng lục bình bùng phát vào mùa mưa, kết hợp với ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và hạn hán, đã khiến mức độ ô nhiễm và ách tắc dòng chảy ngày càng nghiêm trọng. Điều này đặt ra nhu cầu cấp thiết về các giải pháp xử lý hiệu quả, cơ giới hóa và thích ứng với điều kiện thực tế tại địa phương.



Hình 2. Thông số kỹ thuật các đoạn kênh khảo sát tại xã Vĩnh Hưng, tỉnh Tây Ninh

Nghiên cứu này kế thừa và phát triển thiết bị MCLB-01, tập trung thiết kế, chế tạo và thử nghiệm phiên bản cải tiến MCLB-02 với mục tiêu nâng cao hiệu quả thu gom, đóng cuộn lục bình, đồng thời đảm bảo khả năng ứng dụng linh hoạt trong điều kiện địa hình kênh rạch miền Tây Nam Bộ.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

* Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng là cây lục bình Eichhornia crassipes – loài thực vật nổi tự do, có đặc tính sinh trưởng mạnh và gây xâm lấn. Các thông số cơ lý của lục bình như độ ẩm, khối lượng, độ xốp, hệ số ma sát… được khảo sát để làm cơ sở thiết kế thiết bị.

* Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu áp dụng phương pháp thực nghiệm kết hợp mô phỏng kỹ thuật, gồm các bước:

• Khảo sát thực tế: Thu thập dữ liệu về hiện trạng lục bình, điều kiện địa hình và đặc tính sinh khối tại kênh rạch vùng Tây Ninh.

• Thiết kế kỹ thuật: Dựa trên đặc tính cơ lý của lục bình, nhóm nghiên cứu xây dựng bản vẽ, lựa chọn kết cấu và thông số kỹ thuật phù hợp cho từng mô-đun (cấp liệu, cuộn, tháo kiện).

• Chế tạo thiết bị: Gia công và lắp ráp máy cuộn lục bình MCLB-2 tại xưởng, tích hợp các cụm cơ khí và hệ thống điều khiển.

• Thử nghiệm hiện trường: Vận hành thiết bị tại xã Vĩnh Hưng, đo lường các chỉ tiêu gồm năng suất cuộn, mức tiêu hao nhiên liệu, độ ổn định và chất lượng cuộn.

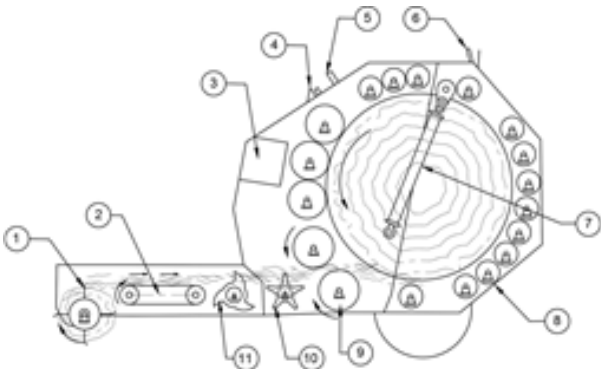
• Phân tích - đánh giá: So sánh kết quả thực nghiệm với các giá trị thiết kế để kiểm tra

độ tin cậy và khả năng ứng dụng thực tế của thiết bị.

*** Mô hình thực hiện**

Nghiên cứu được triển khai theo mô hình thực nghiệm, trong đó nguyên mẫu máy cuộn lục bình MCLB-2 được chế tạo và vận hành thử nghiệm trực tiếp tại kênh rạch xã Vĩnh Hưng (Tây Ninh). Dữ liệu thực địa về hiệu suất, độ ổn định và chất lượng sản phẩm được thu thập để đánh giá khả năng ứng dụng. Thiết bị được tích hợp lên sà lan nhằm nâng cao tính cơ động và hiệu quả xử lý lục bình trên diện rộng.

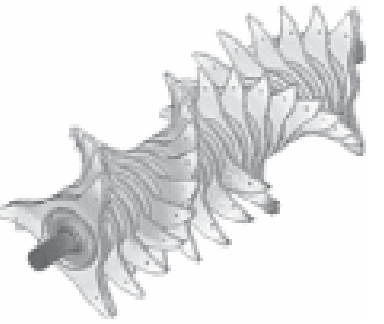
3. THIẾT KẾ



Hình 3. Nguyên lý máy cuộn lục bình thiết kế: 1. Trục cấp liệu sơ cấp; 2. Băng tải ép; 3. Cuộn dây; 4. Cơ cấu cấp dây; 5. Chỉ kế kích thước cuộn; 6. Chỉ kế cửa tháo liệu; 7. Xylanh tháo liệu; 8. Con lăn tạo hình; 9. Con lăn định hướng; 10. Trục cấp liệu; 11. Trục cấp liệu thứ cấp

Sơ đồ nguyên lý của máy cuộn lục bình MCLB-2 (Hình 3) gồm ba mô-đun bán tự động, phối hợp liên hoàn:

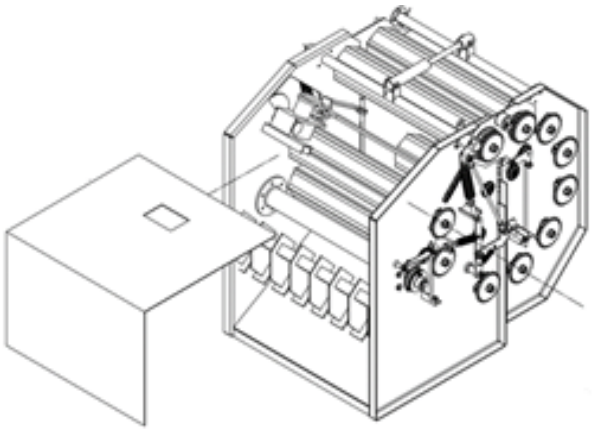
- Mô-đun cấp liệu: Mô-đun này chịu trách nhiệm tiếp nhận và đưa lục bình vào hệ thống cuộn. Cấu trúc gồm hai trục cấp liệu: sơ cấp và thứ cấp, phối hợp với băng tải ép có các thanh gạt dạng U nhằm tăng độ bám và ổn định dòng vật liệu. Trục sơ cấp có cơ chế xoay để kéo vật liệu vào, trong khi trục thứ cấp đảm bảo phân phối đồng đều trước khi chuyển sang khoang cuộn. Cảm biến nhiệt và tải có thể được tích hợp để theo dõi dòng vật liệu và cảnh báo khi tắc nghẽn. Hệ thống truyền động của mô-đun sử dụng động cơ thủy lực có kiểm soát tốc độ, giúp điều chỉnh linh hoạt theo lưu lượng lục bình. Sử dụng trục cấp liệu sơ cấp và thứ cấp để tiếp nhận và dẫn lục bình vào hệ thống. Băng tải ép kết hợp các thanh gạt tăng độ bám, vừa có chức năng ép sơ bộ vừa phân bố vật liệu đồng đều.



Hình 4. Trục cấp liệu thiết kế

- Mô-đun cuộn: Đây là trung tâm của quá trình tạo hình sản phẩm. Sau khi lục bình được đưa vào khoang cuộn, các trục cuộn được bố trí quay đồng tâm tạo chuyển động xoắn và lực ép theo chiều tiếp tuyến, giúp vật liệu được nén chặt thành bánh hình trụ. Cơ cấu cuộn được thiết kế để duy trì áp lực ổn định nhờ sự kết hợp giữa các con lăn hướng dòng và trục ép chính. Cảm biến kích thước được bố trí tại khoang nhằm kiểm soát đường kính cuộn, từ đó tự động điều khiển thời điểm kết thúc chu trình cuộn và chuyển sang bước tháo kiện. Hệ thống truyền động thủy lực giúp duy trì mô-men xoắn ổn định trong suốt quá trình. Lục bình được đưa vào khoang cuộn, nơi các trục cuộn quay đồng tâm tạo lực ép và chuyển động xoắn, hình thành bánh lục bình có mật độ cao. Cảm biến kích thước hỗ trợ kiểm soát độ nén và chu kỳ cuộn. ☞

a. Quá trình cuộn lục bình trong khoang cuộn

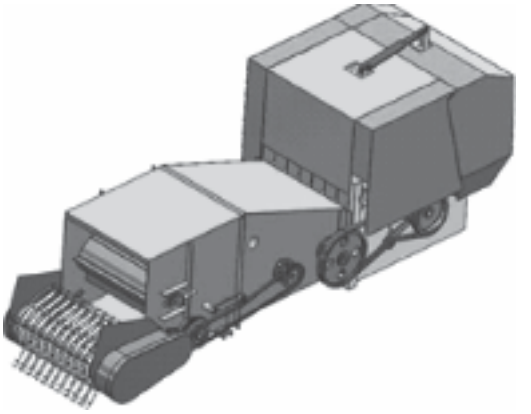


b. Khoang cuộn đóng bánh lục bình

Hình 5. Sơ đồ quá trình cuộn lục bình trong khoang cuộn

- Mô-đun tháo kiện: Mô-đun này đảm nhiệm công đoạn cuối cùng trong chu trình tạo cuộn. Khi cảm biến xác nhận cuộn đạt kích thước tiêu chuẩn, hệ thống điều khiển kích hoạt xy-lanh thủy lực mở cửa khoang cuộn và đẩy cuộn ra ngoài. Một cơ cấu buộc dây tự động được đồng bộ hóa để giữ định hình sản phẩm ngay khi ra khỏi buồng cuộn. Thiết kế này giúp đảm bảo chu trình tháo diễn ra nhanh chóng, liên tục và an toàn, đồng thời tạo điều kiện cho quy trình tái cuộn liền mạch. Mô-đun được tối ưu để vận hành ổn định ngay cả trong điều kiện dòng chảy trên sông và môi trường ẩm ướt. Sau khi đạt đủ kích thước, cửa tháo được kích hoạt bằng xy-lanh thủy lực, cuộn được đẩy ra và buộc dây bằng cơ cấu tự động. Thiết kế cho phép tháo nhanh và liên tục, phù hợp vận hành trên sông.

Máy cuộn lục bình thiết kế cho ở Hình 6.



Hình 6. Máy cuộn lục bình thiết kế

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Thiết bị được chế tạo và lắp đặt trên sà lan để vận hành thực nghiệm tại xã Vĩnh Hưng. Các thông số vận hành điển hình:

- Mật độ lục bình: 13,2 kg/m^2;
- Vận tốc dòng nước: 0,35 m/s;
- Quãng đường vận hành: 2 km;
- Số người vận hành: 2 người.

Hình 7. Thiết bị đóng cuộn lục bình vận hành thử nghiệm trong môi trường lục bình dày đặc tại xã Vĩnh Hưng

ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM, Số 331, tháng 8 năm 2025
cokhivietnam.vn

Từ các dữ liệu thực nghiệm thu được, công suất thực tế được suy luận và so sánh với giá trị công suất tính toán để hiệu chỉnh thiết kế. Kết quả vận hành thực tế của máy cuộn lục bình đóng bánh MCLB-2 cho ở Bảng 1 sau:

Bảng 1. Kết quả vận hành thực tế của máy cuộn lục bình đóng bánh MCLB-2

Thông số	Giá trị
Năng suất đóng cuộn, cuộn/giờ	50 ÷ 70
Nhiên liệu tiêu thụ, lít/giờ	11,8
Chi phí nhiên liệu riêng, lít/T	0,541
Kích thước cuộn lục bình, cm	70 × 30
Khối lượng cuộn lục bình, kg/m^3	40 ÷ 70

Sản phẩm cuộn có độ nén cao, tách nước tốt, sợi khô và giữ được hình dáng trong 5-7 ngày – phù hợp vận chuyển và dùng làm phân hữu cơ hoặc nguyên liệu sinh khối. Sai số giữa mô hình tính toán và kết quả thực nghiệm nhỏ, chủ yếu do các yếu tố môi trường và tổn thất truyền động.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã hoàn thiện thiết kế, chế tạo và thử nghiệm máy cuộn lục bình MCLB-2 với hiệu quả thực tế cao. Thiết bị đáp ứng yêu cầu vận hành trong điều kiện đặc thù, góp phần nâng cao hiệu quả xử lý lục bình tại các vùng kênh rạch miền Tây.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số TX2025-20b-01. Chúng tôi xin cảm ơn Phòng Thí nghiệm trọng điểm Điều khiển số và Kỹ thuật Hệ thống, Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ thời gian, phương tiện và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này.❖

Ngày nhận bài: **08/7/2025**
Ngày phản biện: **23/7/2025**

Tài liệu tham khảo:

[1]. Châu Tấn Phát, Trương Công Sơn, Dương Văn Thắng, Đặng Vũ Bảo, Lê Minh Hiếu, Lê Phú Cường, và Phan Thị Kim Yến, "*Nghiên cứu một số phương pháp xử lý hạt trước bảo quản ảnh hưởng đến chất lượng hạt giống lúa (Oryza sativa L.)*". Tạp chí Khoa học Đại học Văn Lang, vol. 7, no. 39(3), pp. 94-100, 2023.

[2]. Huỳnh Kỳ và Nguyễn Thành Tâm, "*Quy trình phân tích tính trạng chất lượng lúa bằng phương pháp sinh học phân tử và sinh hóa*". NXB. Đại học Cần Thơ, 2021.

[3]. IRRI, "*Standard Evaluation System for Rice (5th ed.)*". International Rice Research Institute, 2014.

[4]. Nguyễn Thành Tâm, Nguyễn Hồng Huế, Nguyễn Văn Chánh, và Kim Thị Huyền Trân, "*Ảnh hưởng của mùa vụ và thời điểm thu hoạch đến đặc tính nông học, thành phần năng suất và phẩm chất của giống lúa IR50404*". Tạp chí Khoa học Quốc tế AGU, vol. 24, pp. 47-58, 2020.

[5]. Nguyễn Văn Cương và Nguyễn Hoài Tân, "*Tính toán thiết kế thùng chứa tồn trữ cám viên năng suất 500 tấn*". Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ, vol. 30, pp. 30-38, 2014.

[6]. Phan Văn Thơm, "*Những mất mát lương thực trong quá trình thu hoạch và tồn trữ*". Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ, vol. 25, pp. 75-77, 2013.

[7]. Sarawadee Wongdechsarekul và Jirasak Kongkiattikajorn, "*Storage time affects storage proteins and volatile compounds, and pasting behavior of milled rice*". KKU Research Journal, vol. 15, pp. 852-862, 2010.