

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VỀ BÀI TOÁN TÌM QUI ĐẠO ĐẦU MÚT TAY TRONG CƠ CẤU VƠ - NÉN CỦA MÁY NÉN RƠM TĨNH TẠI

Some Researching Results about Orbital Motion of Gathering and Compressing Mechanism of Straw and Hey Compressing Machine

Nguyễn Xuân Thiết, Lê Minh Lư và Lương Văn Vượng

Khoa Cơ - Điện, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

Địa chỉ email tác giả liên lạc: ngxthiet@yahoo.com

TÓM TẮT

Máy nén bó rơm và cỏ khô tĩnh tại mà bài báo đề cập là loại máy thực hiện nhiệm vụ nén và bó rơm và cỏ khô thành từng bó, trong đó quá trình cấp liệu, nén và bó được thực hiện liên tục, nhịp nhàng. Với điều kiện thu hoạch ở Việt Nam, loại máy này có tính ứng dụng cao. Cơ cấu vơ - nén là cơ cấu làm việc quan trọng của máy. Bài toán động học cơ cấu vơ - nén được đặt ra nhằm xác định mối quan hệ kích thước giữa các khâu trong cơ cấu thông qua bài toán tối ưu quỹ đạo của đầu mút tay vơ nhằm tối ưu hóa khả năng cấp liệu của máy. Kết quả đưa ra là cơ sở thiết kế máy sau này.

Từ khóa: Cơ cấu vơ - nén trong máy nén rơm, máy nén rơm, máy nén cỏ khô.

SUMMARY

Straw and hey compressing machine discussed in this article is a machine to perform the tasks compressing straw and hey into bundles, in which process of compress and bundle is ongoing. Under the harvesting conditions in Vietnam, this machine has high applicability. Gathering and compressing mechanism is an important working-mechanism of the machine. The kinetics problem of gathering and compressing mechanism is set out to determine the relationship between the sizes of parts in the mechanism through optimal problem of orbit of endpoint of the gathering hand. The results serve as basis data to design machine.

Key words: Bundling machine, gathering and compressing mechanism, straw and hey compressing machine.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, mỗi năm Việt Nam sản xuất hàng chục triệu tấn lúa, từ đó cho ra một số lượng rơm rạ khổng lồ, phần lớn trong số đó vẫn được coi là phế phẩm nông nghiệp và bị đốt bỏ. Hậu quả kéo theo là lãng phí và gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Một trong các hướng giải quyết cho vấn đề này là nén bó rơm rạ khô thành các khối kiện nhỏ (ví dụ nén thành khối dài x rộng x cao: 700 x 500 x 400 mm) để thuận tiện cho việc bảo quản làm thức ăn cho gia súc hoặc trồng nấm. Bên cạnh đó, để phục vụ cho phát triển ngành chăn nuôi trâu bò, cỏ tại các vùng nguyên liệu cỏ sau khi phơi đủ khô cần thiết phải

được bó thành các bó để tiện cho việc cất trữ và bảo quản. Trước thực tế đó, cũng đã xuất hiện nhiều cơ sở cung cấp máy nén bó rơm, cỏ khô có nguồn gốc từ Trung Quốc hoặc Nhật Bản. Tuy nhiên, đa phần là các máy lưu động mang nhược điểm lớn là công kênh, giá thành cao và bất tiện cho việc sửa chữa thay thế khi hư hỏng, khó áp dụng trong nhiều khu vực ở Việt Nam. Cũng đã có một vài cơ sở nghiên cứu chế tạo máy ép rơm, cỏ khô tĩnh tại nhưng đặc điểm của các loại máy này là làm việc gián đoạn, tính cơ giới chưa cao, còn nhiều công đoạn thủ công như của Nhà máy Z755 (2008), của Khoa Cơ Điện Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội (2007).

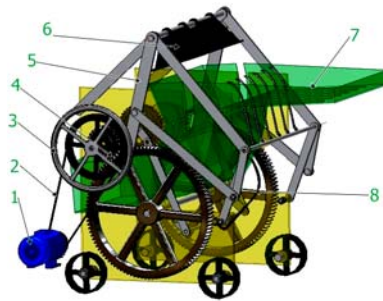
Máy nén rơm, cỏ khô với quá trình nén và quá trình bó liên tục (Hình 1) là loại máy có ưu điểm vượt trội về năng suất và đang được nghiên cứu chế tạo tại Khoa Cơ - Điện Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội. Nghiên cứu động học cơ cấu vơ - nén là bài toán quan trọng nhằm xác định kích thước các khâu trong cơ cấu phục vụ cho việc thiết kế máy, đồng thời qua đó cung cấp một bài toán cơ học thú vị trong động lực học máy.

Yêu cầu đặt ra cho việc tính toán là thay đổi và tìm chiều dài các khâu trong cơ cấu vơ - nén sao cho tay vơ thực hiện nhiệm vụ vơ tốt nhất (Hình 2). Có nghĩa là tại hành trình làm việc (BmA) tay vơ quét được một diện tích trên mặt phẳng giá cấp liệu (diện tích vơ - diện tích hình gạch chéo) lớn nhất, đồng thời tại hành trình trở về (AnB) tay vơ rút về thuận tiện, tránh gây ra hiện tượng hắt rơm trở lại (tối ưu nhất là khi đầu mút tay vơ vẽ ra một quỹ đạo là đường thẳng nằm dưới mặt phẳng cấp liệu).

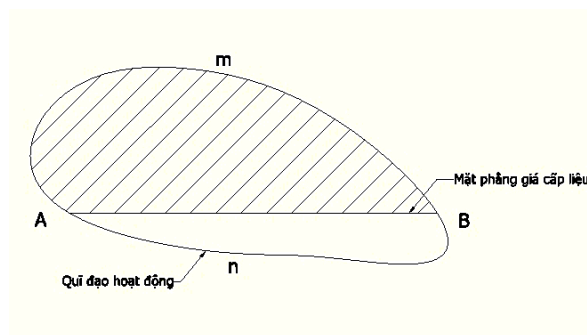
2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phân tích cơ cấu

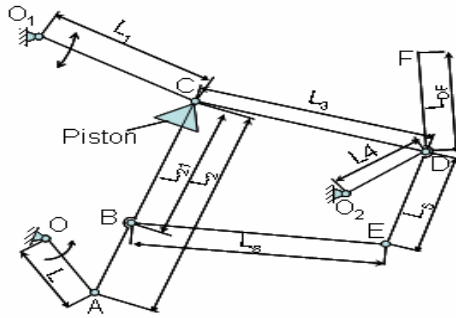
Cơ cấu vơ - nén là một cơ cấu 8 khâu liên kết khớp bản lề với khâu OA (Hình 2) là khâu chủ động quay đều với vận tốc góc không đổi. Piston nén liên kết cứng với đầu mút C của thanh O_1C , tay vơ DF liên kết cứng với khâu DE. Yêu cầu làm việc đối với cơ cấu là piston nén và tay vơ DF làm việc nhịp nhàng, khi piston trong quá trình nén (piston làm việc) thì tay vơ trong quá trình trả về và khi piston trong quá trình trả về thì tay vơ làm việc (vơ và đưa nguyên liệu vào khoang nén). Đối với bài toán động học cơ cấu này, ta áp dụng phương pháp giải bằng cách tách cơ cấu thành các nhóm Diat hay còn gọi là nhóm hai khâu, sau đó giải từng nhóm một, kết quả tính toán thu được từ nhóm này sẽ làm điểm xuất phát để tính nhóm Diat tiếp theo (Hình 3).



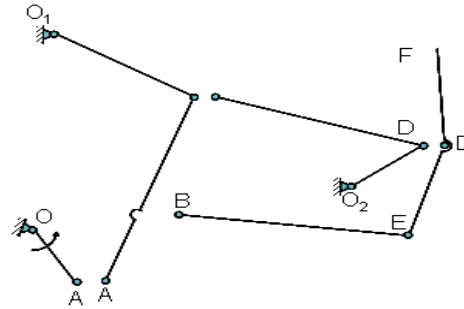
Hình 1. Bản vẽ tổng thể của máy nén rơm, cỏ khô tính tại



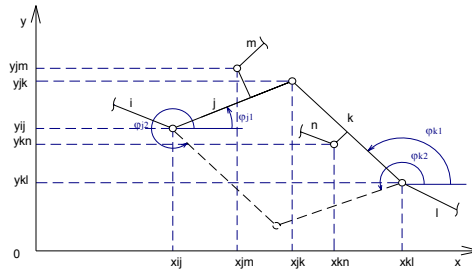
Hình 2. Yêu cầu quỹ đạo của đầu mút tay vơ



Hình 3. Sơ đồ nguyên lý cấu tạo của cơ cấu vơ - nén



Hình 4. Sơ đồ phân tích cấu vơ - nén thành các nhóm Diat



Hình 5. Sơ phân tích động học nhóm hai khâu (nhóm Diat)

2.2. Cơ sở lý thuyết và trình tự tính toán

Trên cơ sở tách nhóm, cơ cấu vơ - nén được tách thành 3 nhóm Diat và khâu chủ động OA (Hình 4). Dưới đây giới thiệu lời giải tổng quát cho một nhóm Diat (Vũ Liêm Chính, 2001).

- Gọi j và k là hai khâu nối động với nhau trong đó khâu j được nối động với khâu i bằng một khớp quay (i, j) , còn khâu k ngoài việc nối với khâu j còn nối với khâu l bằng một khớp quay (k, l) . Vị trí của các khớp (i, j) , (k, l) được xác định bằng tọa độ x_{ij} , y_{ij} , x_{kl} và y_{kl} . Hàm vị trí của các điểm này hoặc là bằng hằng nếu nó được nối với khớp quay cố định hoặc là phụ thuộc vào tọa độ $q = \varphi_2$ của khâu dẫn. Hàm số của điểm cần xác định của nhóm khâu là điểm (j, m) . Vị trí của hai khâu được xác định nhờ các góc φ_j , φ_k và các tọa độ của khớp (j, k) . Từ hình 1 có thể nhận thấy, ứng với chiều dài l_j , l_k bất kỳ sẽ có 2 vị trí tương ứng cho khớp (j, k) . Hệ tọa độ $\xi_j - \eta_j$

gắn liền với khâu j trong đó trục ξ_j là đường nối liền với khớp (i, j) với khớp (j, k) , còn trục η_j là trục vuông góc với ξ_j . Tương tự như trên, khâu k có hệ tọa độ $\xi_k - \eta_k$ với góc tọa độ tại khớp (k, l) . Góc φ_j được tính từ đường thẳng song song với trục x theo hướng dương đến hướng dương của trục ξ_j .

Phương trình tính toán vị trí x_{jm} , y_{jm} , φ_j , φ_k thỏa mãn điều kiện ràng buộc, nghĩa là hình chiếu của tọa độ các khớp lên hai trục tọa độ là phải khép kín (Hình 3).

Phương trình:

$$x_{ij} + l_j \cdot \cos \varphi_j - l_k \cdot \cos \varphi_k - x_{kl} = 0 \quad (1)$$

$$y_{ij} + l_j \cdot \sin \varphi_j - l_k \cdot \sin \varphi_k - y_{kl} = 0 \quad (2)$$

Ký hiệu:

$$-B_{kj} = B_{jk} = x_{ij} - x_{kl} \quad (3)$$

$$-C_{kj} = C_{jk} = y_{ij} - y_{kl} \quad (4)$$

biểu thức trên được viết dưới dạng:

$$l_j \cdot \cos \varphi_j = l_k \cdot \cos \varphi_k - B_{jk} \quad (5)$$

$$l_j \cdot \sin \varphi_j = l_k \cdot \sin \varphi_k - C_{jk} \quad (6)$$

Bình phương từng phương trình và sau đó cộng lại ta có:

$$l_j^2 = l_k^2 - 2B_{jk} l_k \cos \varphi_k - 2C_{jk} l_k \sin \varphi_k + B_{jk}^2 + C_{jk}^2 \quad (7)$$

Để rút gọn biểu thức ta đặt:

$$a_{jk} = \frac{2B_{jk} l_k}{B_{jk}^2 + C_{jk}^2 + l_k^2 - l_j^2}; \quad (8)$$

$$b_{jk} = \frac{2C_{jk} l_k}{B_{jk}^2 + C_{jk}^2 + l_k^2 - l_j^2}$$

(8)

Phương trình để tính góc k như sau:

$$a_{jk} \cos \varphi_k = 1 - b_{jk} \sin \varphi_k \quad (9)$$

Bình phương hai vế ta có:

$$a_{jk}^2 (1 - \sin^2 \varphi_k) = 1 - 2b_{jk} \sin \varphi_k + b_{jk}^2 \sin^2 \varphi_k \quad (10)$$

Sắp xếp các số hạng theo số mũ của $\sin \varphi_k$ ta nhận được phương trình bậc hai:

$$\sin^2 \varphi_k - 2 \frac{b_{jk}}{w_{jk}} \sin \varphi_k + \frac{(1 - a_{jk}^2)}{w_{jk}} = 0 \quad (11)$$

Trong đó:

$$w = a_{jk}^2 + b_{jk}^2 \quad (12)$$

Phương trình bậc hai trên có hai nghiệm:

$$(\sin \varphi_k)_1 = \frac{a_{jk} + b_{jk} \sqrt{w_{jk} - 1}}{w_{jk}}$$

$$(\sin \varphi_k)_2 = \frac{a_{jk} - b_{jk} \sqrt{w_{jk} - 1}}{w_{jk}}$$

Từ nghiệm trên, ta tính được:

$$(\cos \varphi_k)_1 = \frac{b_{jk} + a_{jk} \sqrt{w_{jk} - 1}}{w_{jk}}$$

$$(\cos \varphi_k)_2 = \frac{b_{jk} - a_{jk} \sqrt{w_{jk} - 1}}{w_{jk}}$$

- Có thể thấy hai nghiệm của phương trình phù hợp với hai phương án vị trí của nhóm. Giá trị của hai góc φ_{k1} , φ_{k2} xác định khi cả giá trị của sin lẫn cos của nó được

xác định. Với hai giá trị này người ta mới xác định ra được φ_k nằm ở góc phần tư nào nhờ đó xác định được nó là góc nhọn hay góc tù.

Trong thực tế, hai giá trị căn thức của phương trình bậc hai phù hợp với hai phương án về vị trí có thể của nhóm khâu. Nếu biểu thức trong căn của phương trình bậc hai bằng không, có nghĩa là xuất hiện vị trí thẳng hàng. Nếu biểu thức trong căn thức âm, có nghĩa là khoảng cách của hai khớp (i, j) và khớp (k, l) lớn hơn giá trị của $l_j + l_k$ và do đó không thể tạo thành cơ cấu từ nhóm đã cho.

Từ phương trình (4), (5) ta tính được giá trị của sin và cos của góc j .

$$(\sin \varphi_j)_1 = \frac{a_{kj} + b_{kj} \sqrt{w_{kj} - 1}}{w_{kj}}$$

$$(\sin \varphi_j)_2 = \frac{a_{kj} - b_{kj} \sqrt{w_{kj} - 1}}{w_{kj}}$$

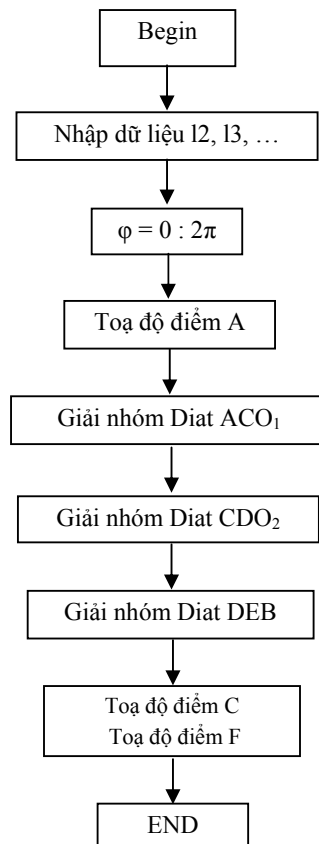
$$(\cos \varphi_j)_1 = \frac{b_{kj} + a_{kj} \sqrt{w_{kj} - 1}}{w_{kj}}$$

$$(\cos \varphi_j)_2 = \frac{b_{kj} - a_{kj} \sqrt{w_{kj} - 1}}{w_{kj}}$$

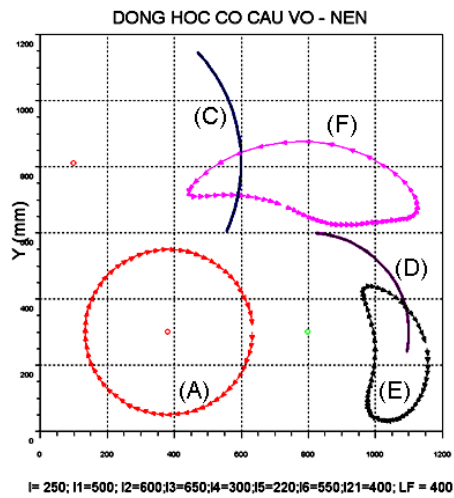
- Giá trị của a_{kj} , b_{kj} , w_{kj} được tính toán nhờ công thức (8), (12) bằng cách thay đổi chỉ số cho nhau.

- Việc phân tích động học của một cơ cấu được tạo thành từ các nhóm Diat được tiến hành từng bước. Từ giá trị đã biết về chiều dài (l_j, l_k) và các hàm vị trí của các khớp chờ (i, j) và (k, l) tính toán hàm vị trí các điểm cần tìm. Tiếp đến điểm này lại là điểm xuất phát để tính các Diat tiếp theo hoặc được xem là điểm trọng tâm, các chỉ số i, j, k, l được thay thế bằng các chỉ số mới của khâu được khảo sát.

Cơ cấu vơ - nén được tách ra thành các nhóm Diat. Sử dụng ngôn ngữ Scilab để giải bài toán động học cơ cấu này (Hình 6).



Hình 6. Sơ đồ thuật giải



Hình 7. Quỹ đạo chuyển động của các điểm A, C, D, E, F

Các thông số ban đầu là tọa độ 3 điểm cố định O, O_1, O_2 ; chiều dài các thanh và góc quay của khâu dẫn φ . Thông số đầu ra là tìm ra quỹ đạo của điểm F và điểm C.

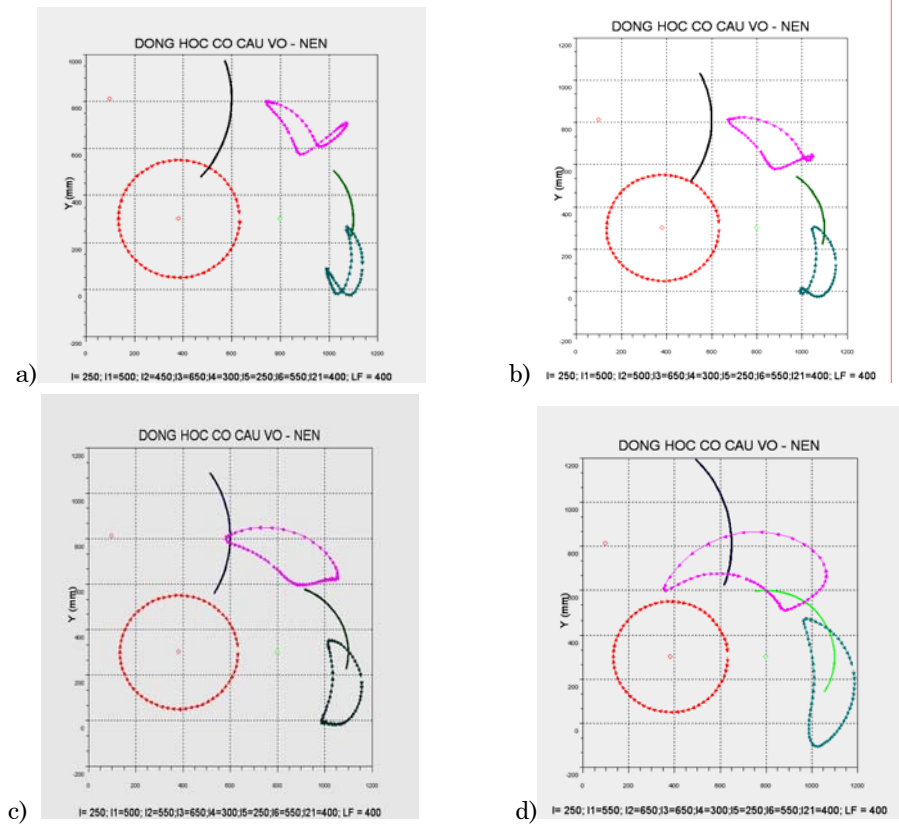
Hình 7 giới thiệu một ví dụ về quỹ đạo chuyển động của các điểm A, C, D, E, F. Quỹ đạo chuyển động điểm C là hành trình của piston nén, đó là một cung tròn bán kính L_{O_1C} có tâm O_1 . Quỹ đạo chuyển động của điểm F là hành trình của đầu mút tay vơ. Với các kích thước khác nhau của các khâu trong cơ cấu, sẽ cho các hình dạng quỹ đạo chuyển động của đầu mút tay vơ khác nhau.

Theo yêu cầu chế tạo, tọa độ các điểm O, O_1, O_2 được lựa chọn trước; kích thước các khâu OA, O_1C, O_2G sơ bộ chọn trước. Bài toán được giải theo cách tối ưu lần lượt kích thước các khâu CD, CG, GF, FB.

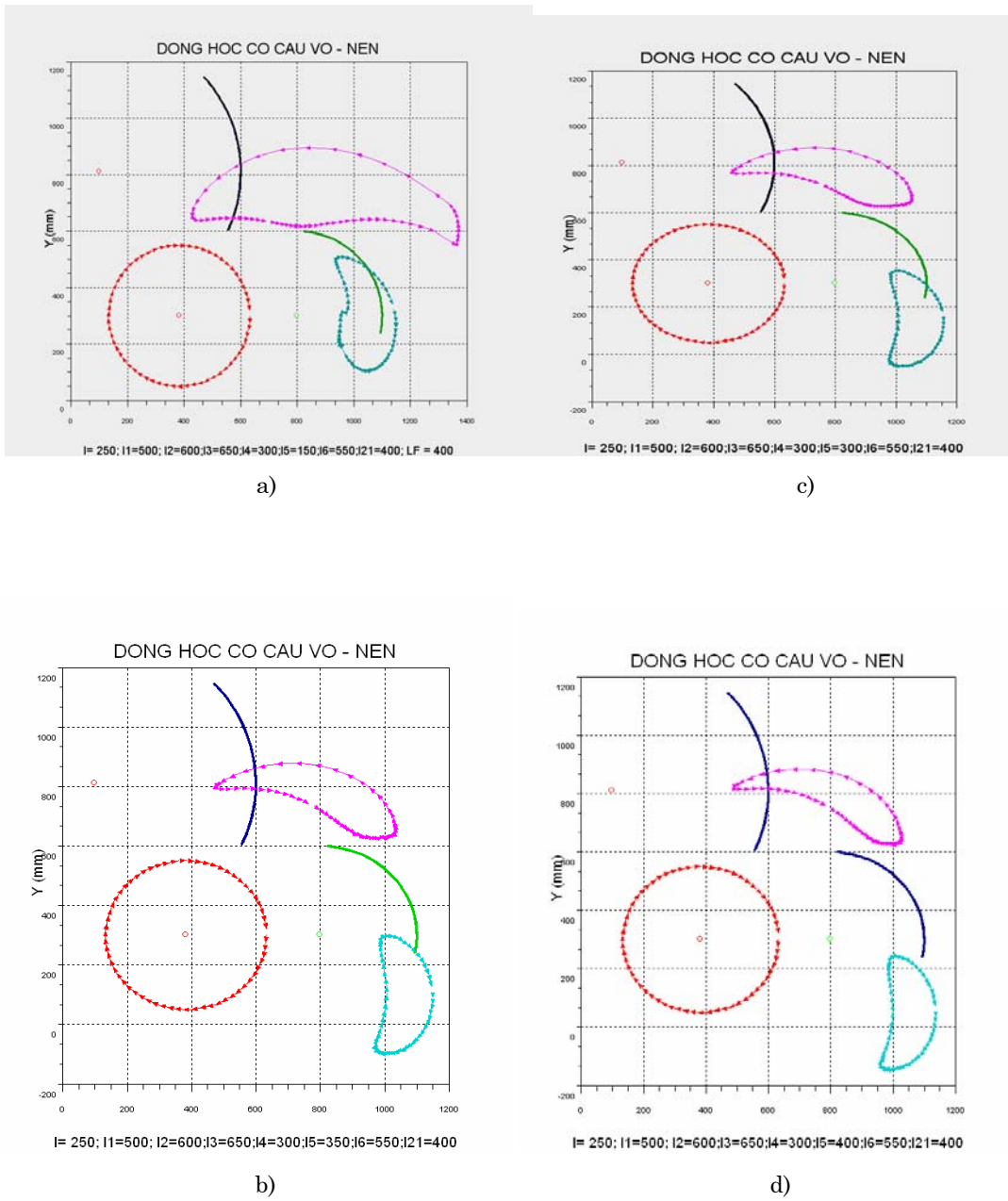
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Trên các hình 8 đến hình 10 giới thiệu một số kết quả điển hình về quỹ đạo chuyển động của các điểm A, C, D, E, F khi tiến hành điều chỉnh kích thước các khâu CD, CG, GF, FB. Khi kích thước các khâu trong cơ cấu thay đổi, quỹ đạo của đầu mút thay đổi: trên hình 8 ứng với việc thay đổi kích thước của khâu AC; trên hình 9 ứng với việc thay đổi kích thước của khâu DE và hình 10 ứng với việc thay đổi kích thước khâu BE.

Kết quả tính toán cho thấy, với quỹ đạo chuyển động của đầu mút tay vơ ở hình 10, hành trình vơ là một đường cong lồi, hành trình trả về gần như là một đường thẳng cho khả năng vơ của tay vơ tốt hơn cả. Vì vậy các thông số hình học của cơ cấu vơ - nén được lựa chọn dựa trên kết quả thu được trên hình 10.

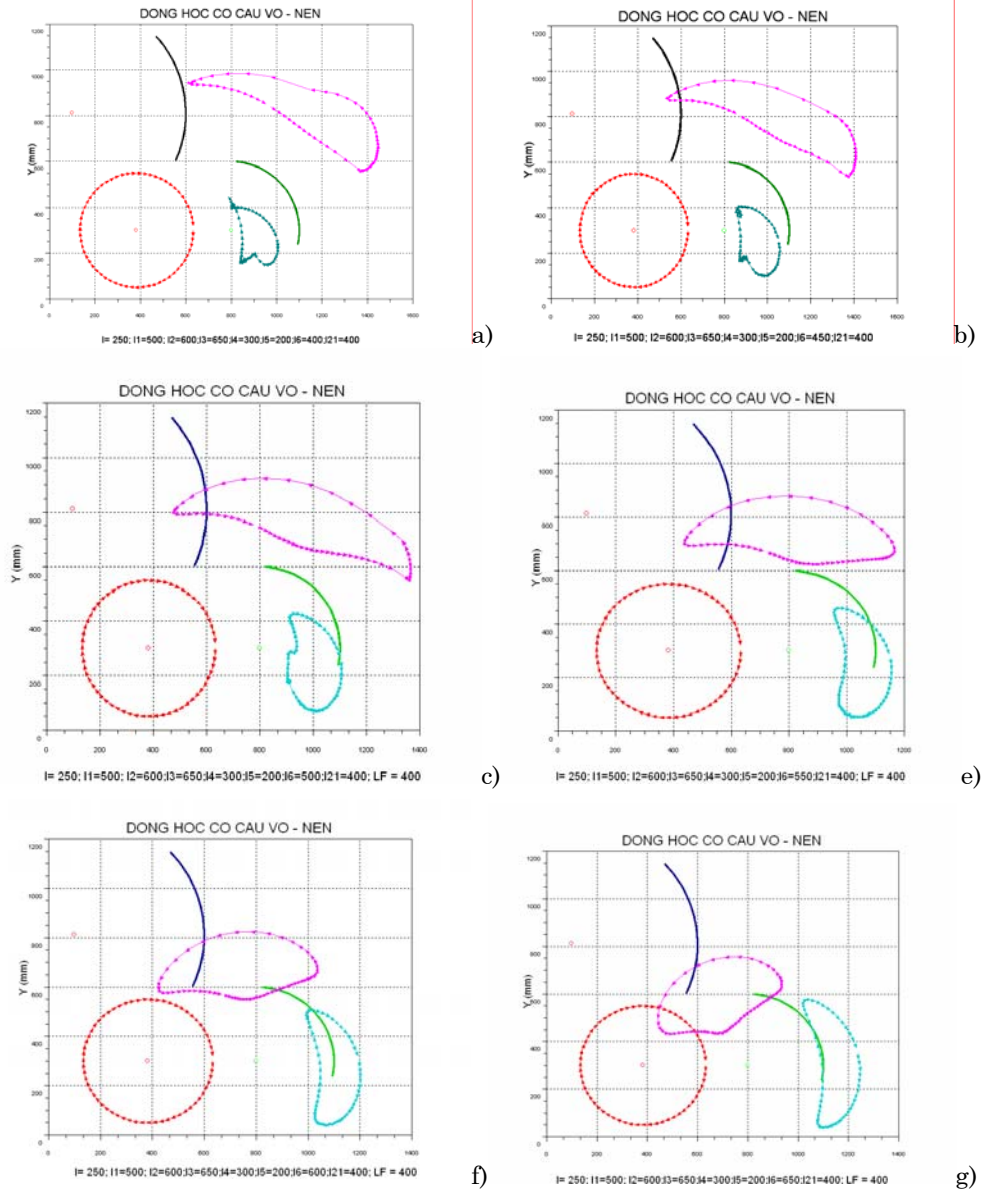


Hình 8. Quỹ đạo chuyển động của các điểm A, C, D, E, F khi thay đổi L_2
 a) $L_2 = 450$ mm; b) $L_2 = 500$ mm; c) $L_2 = 550$ mm; d) $L_2 = 650$ mm



Hình 9. Quỹ đạo chuyển động của các điểm A, C, D, E, F khi thay đổi L_5

a) $L_5 = 150\text{mm}$; b) $L_5 = 300\text{mm}$; c) $L_5 = 350\text{mm}$; d) $L_5 = 400\text{mm}$



Hình 10. Quỹ đạo chuyển động của các điểm A, C, D, E, F khi thay đổi L_6

- a) $L_6 = 400$ mm; b) $L_6 = 450$ mm; c) $L_6 = 500$ mm;
 d) $L_6 = 550$ mm; e) $L_6 = 600$ mm; f) $L_6 = 650$ mm

4. KẾT LUẬN

Máy nén rơm tinh tại phục vụ cho việc nén bó rơm, cỏ khô với ý nghĩa trực tiếp là phục vụ cho ngành chăn nuôi gia súc, nuôi trồng nấm và ý nghĩa gián tiếp bảo vệ môi trường là một nhu cầu thực tế đang đặt ra cho ngành nông nghiệp Việt Nam.

Việc bố trí piston nén và cơ cấu vơ trên cùng một cơ cấu sẽ giúp cho quá trình vơ và nén của máy được thực hiện một cách nhịp nhàng, liên tục, do đó năng suất máy tăng cao. Bài toán động học cơ cấu là cơ sở lý thuyết cho việc thiết kế cơ cấu nén bó nói riêng và thiết kế máy nói chung.

Từ kết quả tính toán, kích thước các khâu trong cơ cấu vơ - nén được lựa chọn cho thiết kế: $L = 250$ mm, $L_1 = 500$ mm; $L_2 = 600$ mm; $L_3 = 650$ mm; $L_4 = 300$ mm; $L_5 = 200$ mm; $L_6 = 550$ mm; $L_{21} = 400$ mm; LGF = 400 mm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Vũ Liêm Chính (bản dịch, 2001). Giáo trình Động lực học máy. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, tr. 98 -101.
- Quang Mẫn (2007). Máy ép rơm. Niên giám Nông nghiệp - thực phẩm. <http://niengiamnongnghiep.com/index.php?self=article&id=2783>, Niên giám Nông nghiệp - thực phẩm, máy ép rơm. Cập nhật ngày 25/6/2008.
- <http://www.vnexpress.net/GL/Khoa-hoc/2004/03/3B9D102E/>, VN express, Sáng chế máy ép rơm đầu tiên ở Việt Nam. Cập nhật ngày 26/3/2004.
- <http://vndgkhktnn.vietnamgateway.org/news.php?newsid=50610086190>, Máy cuộn ép rơm lúa CER5070, *Khoa học kỹ thuật nông nghiệp*. Cập nhật ngày 7/9/2009.