

PHÂN TÍCH ĐỘNG HỌC VÀ ĐỘNG LỰC HỌC CỦA HẠT TRÊN ĐĨA PHẪNG TRONG BỘ PHẬN GIEO HẠT ĐẬU TƯƠNG

Nguyễn Chung Thông*, Lê Minh Lư, Nguyễn Xuân Thiết

Khoa Cơ - Điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: ncthong@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 16.09.2019

Ngày chấp nhận đăng: 06.11.2019

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm mục đích xác định điều kiện để hạt đậu tương có thể di chuyển trên đĩa gieo khi lực ly tâm nhỏ hơn rất nhiều so với lực ma sát (lực cản chuyển động) và đồng thời xác định thời gian di chuyển của hạt sao cho lượng hạt cần thiết ở vùng lấy hạt được duy trì và thuận lợi cho việc lấy hạt của lỗ đĩa. Bằng phương pháp xây dựng mô hình và phân tích lý thuyết về động học và động lực học đã xác định được: Với góc của cánh gạt dẫn hướng dạng thẳng đặt cố định so với phương ngang $\lambda \geq 70^\circ 50'$ thì hạt đậu tương sẽ di chuyển dọc theo cánh dẫn hướng, tỷ lệ giữa thời gian để hạt di chuyển hết chiều dài cánh gạt dẫn hướng với thời gian quay của đĩa trong vùng nghiên cứu gần như là một hằng số ($k = 0,23$) mà không phụ thuộc vào tốc độ quay của đĩa gieo.

Từ khóa: Bộ phận gieo, cánh gạt dạng thẳng, đĩa gieo, động học và động lực học, hạt đậu tương.

Kinematic and Dynamic Analyses of Seed on Disc in Soybean Sowing Unit

ABSTRACT

This study aims to determine the conditions for soybean seeds to be able to move on the sowing disc when the centrifugal force created is much smaller than the friction force and the travel time of the seed so that the number of seeds required in the seed collection area is maintained and facilitates for the getting seed of the disc hole. By method of modelling and theoretical analysis of kinematic and dynamic, we have been identified: the angle of the straight directive vanes fixed to the horizontal position greater than or equal to 70 degrees 50 minutes, the seeds moved along the directive vane and the ratio of the time the seed moves through the directive vane length with the disc's rotation time is a constant ($k = 0.23$), independent on the rotation speed of the sowing disc.

Keywords: Sowing unit, straight directive vane, sowing disc, kinematic and dynamic, soybean seed.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong quy trình canh tác của một cây trồng, gieo hạt được coi là một trong các khâu quan trọng, đóng vai trò tiền đề cho chất lượng của mùa màng, cần đảm bảo về khoảng cách và mật độ hạt cho cây có thể sinh trưởng và phát triển tốt nhất. Đối với cơ giới hóa đồng bộ, khâu gieo còn có vai trò quy định chuẩn cho các loại máy trước và sau, như các máy làm đất, chăm sóc, thủy lợi, bảo vệ thực vật và thu hoạch. Canh tác đậu tương ở nước ta những năm gần đây, ngoài việc làm đất đã được áp dụng bằng máy, một số máy gieo của nước ngoài đã được mua về nhưng

chưa được sử dụng rộng rãi do không phù hợp với các đặc điểm đồng ruộng, yêu cầu nông học, còn nhiều hỏng hóc và không có thiết bị thay thế. Máy gieo từ các kết quả nghiên cứu trong nước chỉ mang tính thử nghiệm, đơn lẻ và chưa đồng bộ với quy trình canh tác. Thêm vào đó, quy trình canh tác đậu tương còn phức tạp, nhiều công đoạn, thời gian gieo hạt ngắn (vụ đông),... và đặc biệt áp dụng cơ giới hóa chưa được nhiều nên diện tích canh tác và sản lượng đậu tương trong nước còn rất thấp. Theo Tổng cục Thống kê (GSO), diện tích canh tác đậu tương ở nước ta chỉ khoảng 100 nghìn ha với tổng sản lượng trung bình khoảng 160-165

ngàn tấn/năm (Niên giám Thống kê, 2017). Theo báo cáo của Cục Xúc tiến Thương mại, Bộ Công thương (2017), hiện nay chúng ta phải nhập khẩu khoảng 80% đậu tương làm nguyên liệu trong sản xuất, trong khi đó đất đai bị bỏ hoang nhiều, đặc biệt là vụ đông.

Để có thể tận dụng đất đai, mở rộng được diện tích canh tác đậu tương trong nước, ngoài việc xây dựng quy trình canh tác phù hợp thì việc tạo ra hệ thống các máy canh tác, thu hoạch đồng bộ là rất quan trọng. Cấu trúc tổng thể và nguyên lý làm việc của bộ phận gieo trong máy gieo hạt đậu tương kết hợp với bón phân (máy gieo - bón) theo hướng cơ giới hóa đồng bộ đã được giới thiệu trong một nghiên cứu của Nguyễn Chung Thông & cs. (2018). Trong nội dung này, tác giả sẽ tiếp tục trình bày kết quả phân tích động học và động lực học của hạt đậu tương (hạt) trên đĩa phẳng của bộ phận gieo để làm cơ sở cho việc tính toán, thiết kế và chế tạo máy gieo - bón.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

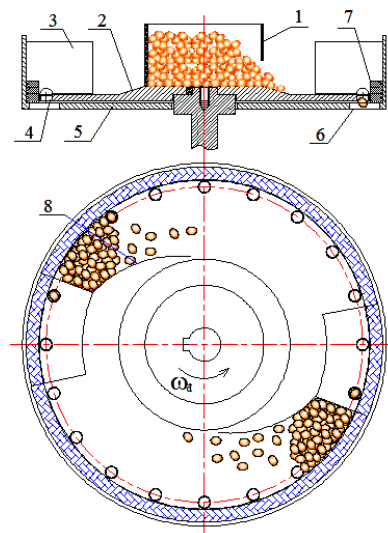
2.1. Vật liệu nghiên cứu

Bộ phận gieo (Hình 1) trong máy gieo - bón làm việc theo nguyên lý cơ học kiểu đĩa ngang lỗ nhỏ bên trong (Nguyễn Chung Thông & cs.,

2018). Nhờ lực chèn ép của khối hạt bên trong cốc và rung động của máy nên hạt từ cốc định lượng 1 được rơi ra ngoài đĩa gieo 2, hạt sẽ trên đĩa di chuyển ra vùng cấp hạt và rơi xuống lỗ đĩa trên đĩa gieo, hạt trong lỗ chuyển động cùng với đĩa gieo và đi vào buồng nhỏ hạt 3. Tại đây, khi lỗ trên đĩa gieo trùng với lỗ trên đĩa cố định 5 hạt sẽ rơi vào đường ống dẫn xuống rãnh đã rạch sẵn.

Trong bộ phận gieo, đĩa gieo là chi tiết quan trọng nhất. Đĩa gieo có nhiệm vụ chính là định lượng và lấy hạt, giữ hạt và nhả xuống ống dẫn hạt theo đúng số lượng, khoảng cách (thời gian) và đảm bảo các yêu cầu về chất lượng hạt (không ảnh hưởng đến chất lượng, tỷ lệ nảy mầm của hạt). Nhưng để có thể lấy và gieo hạt được thì trước tiên cần phải di chuyển hạt từ cửa cốc định lượng đến vùng lấy hạt. Để hạt có thể di chuyển từ trong ra mép ngoài của đĩa, trong kỹ thuật thường có các biện pháp sau (Nguyễn Bàng, 1978; Đặng Thế Huy & cs., 1982):

- Dùng đĩa côn có góc côn lớn hơn góc ma sát của hạt với đĩa (thường 5-10°). Tuy nhiên, chiều dày của đĩa sẽ lớn, chế tạo phức tạp hơn đĩa phẳng và đồng thời để hạt có thể di chuyển vào vùng lấy hạt thì vẫn cần phải có cánh gạt dẫn hướng (vì hạt có thể nằm ở vị trí không thích hợp).



Chú thích: 1: Cốc định lượng; 2: Đĩa gieo; 3: Buồng nhỏ hạt; 4: Lỗ đĩa; 5: Đĩa cố định; 6: Lỗ cố định; 7: Tấm biên; 8: Tấm dẫn hướng.

Hình 1. Sơ đồ nguyên lý bộ phận gieo hạt đậu tương

- Dùng đĩa phẳng tròn hoặc có gân với yêu cầu tốc độ quay của đĩa gieo phải lớn để lực ly tâm lớn hơn các lực cản lên hạt, trong trường hợp lực ly tâm nhỏ dùng đĩa phẳng tròn nhưng cần có thêm bộ phận cánh gạt dẫn hướng dòng hạt. Đĩa gieo phẳng có nhiều ưu điểm trong chế tạo và lắp ghép nên được chọn làm cơ sở cho nghiên cứu này.

Các thông số của đĩa gieo có ảnh hưởng lớn đến các chỉ tiêu và chất lượng gieo. Trong đó, đường kính của đĩa gieo D_d (mm) và đường kính đường tròn chung qua tâm lỗ đĩa gieo D_l là cơ sở để xác định điều kiện chuyển động của hạt, tốc độ quay của đĩa gieo và số lỗ đĩa, đồng thời ảnh hưởng đến việc chế tạo, lắp ghép, điều chỉnh và sửa chữa bộ phận gieo. Theo kết quả lựa chọn về phương án canh tác như đã trình bày trong nghiên cứu trước, khoảng cách giữa hai hàng kếp do một bộ phận gieo thực hiện có thể điều chỉnh trong khoảng 150-200 mm (Nguyễn Chung Thông & cs., 2018). Theo kết quả nghiên cứu về quy luật chuyển động của hạt trong ống dẫn (hạt không va chạm với thành ống), vị trí đặt các ống dẫn hạt trên đĩa cố định phải đặt nghiêng so với hướng tiến của máy. Do đó, để thuận tiện cho nghiên cứu này cũng như hạn chế khối lượng trong nghiên cứu thực nghiệm thì lấy đường kính của đĩa gieo $D_d = 255$ mm và đường kính đường tròn chung qua tâm lỗ đĩa gieo $D_l = 240$ mm.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Chuyển động của hạt trên đĩa gieo phụ thuộc vào các thông số cấu tạo, động học và động lực học của đĩa gieo, do đó kết quả tính toán, phân tích dựa trên cơ sở lý thuyết tính toán về động học và động lực học trong cơ học, giải tích và được mô phỏng bằng các phần mềm thiết kế 2D, 3D tiên tiến (Acad, Inventor,...). Phương trình chuyển động của hạt là một hàm phi tuyến nên kết quả tính toán được giải bằng phương pháp gần đúng.

Mô hình toán về động học và động lực học chuyển động của hạt trên đĩa phẳng được xây dựng với một số giả thuyết:

- Lượng cung cấp của cốc định lượng cân bằng với lượng hạt được gieo.

- Trong khoảng di chuyển từ cửa cốc định lượng đến vùng lấy hạt, hạt luôn tiếp xúc với mặt đĩa.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân tích điều kiện chuyển động của hạt

Mô hình chuyển động của hạt trên đĩa phẳng (Hình 2), coi hạt như là một chất điểm trượt trên mặt đĩa, hạt sẽ chịu tác dụng của các lực như trọng lực G , phản lực pháp tuyến N , lực ly tâm F_{lt} và lực cản do ma sát của đĩa với hạt F_{ms} . Mô hình toán này cũng đã được nhiều nhà khoa học nghiên cứu và đề cập đến, nhưng trong nghiên cứu các tác giả thường bỏ qua ảnh hưởng của lực ma sát của đĩa lên hạt vì coi lực ly tâm rất lớn so với lực ma sát (Nguyễn Văn Đoàn, 1998; Châu Đình Thái, 1995). Tuy nhiên, trong trường hợp đĩa quay chậm, lực ly tâm nhỏ như trong nghiên cứu này thì không được bỏ qua ảnh hưởng của lực cản ma sát, mà cần kiểm tra điều kiện lực ly tâm phải lớn hơn lực ma sát nghỉ tại thời điểm hạt rời ra của cốc định lượng để hạt có thể di chuyển ra vùng lấy hạt ở mép ngoài của đĩa gieo.

Điều kiện chuyển động của hạt theo lực ly tâm được xác định theo công thức sau:

$$F_{lt} - F_{ms} \geq 0 \text{ hay } m \cdot \omega_d^2 \cdot \frac{D_c}{2} - m \cdot g \cdot f_d \geq 0 \text{ (Phạm}$$

Văn Tờ & cs., 2004) (1)

Tức là vận tốc góc của đĩa gieo phải đảm bảo điều kiện theo công thức sau:

$$\omega_d \geq \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot f_d}{D_c}} = 11,24 \text{ rad/s} \quad (2)$$

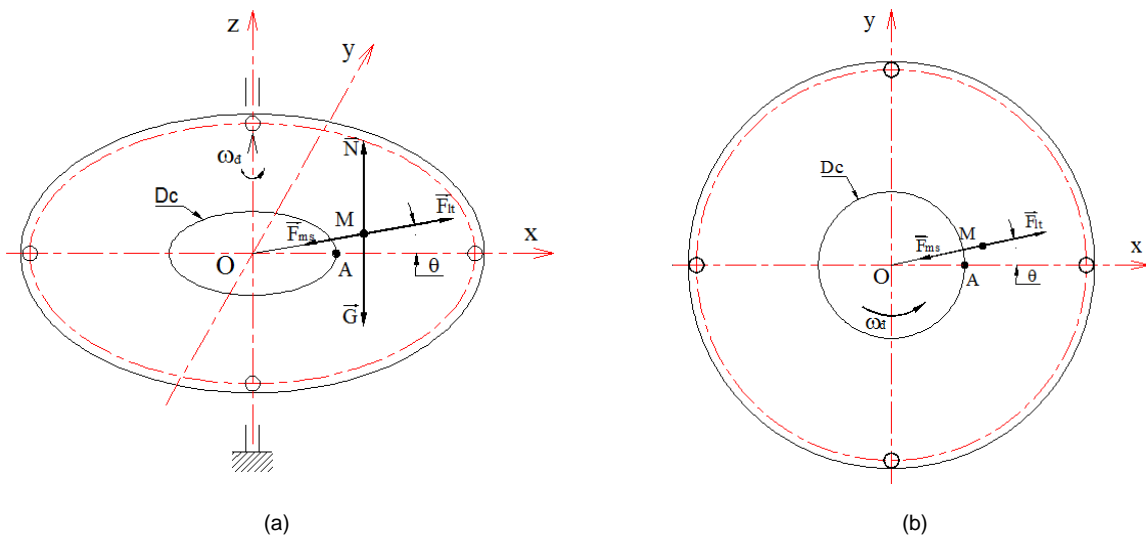
trong đó:

ω_d là vận tốc góc của đĩa gieo, rad/s

D_c là đường kính của cốc định lượng, chọn $D_c = 90$ mm

f_d là hệ số ma sát giữa hạt với đĩa gieo, $f_d = \tan \varphi = 0,58$ (được xác định bằng thực nghiệm)

g là gia tốc trọng trường, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.



Chú thích: a: Hệ tọa độ không gian oxyz; b: Hệ tọa độ phẳng oxy

Hình 2. Mô hình lực tác động của hạt trên đĩa

Tuy nhiên, theo kết quả tính toán về điều kiện lấy hạt (hạt rơi xuống lỗ đĩa), vận tốc góc của đĩa gieo không được lớn hơn $\omega_d^* = 2,7 \text{ rad/s}$. Như vậy, để hạt từ cửa cốc định lượng di chuyển ra mép ngoài đĩa tới vùng lấy hạt theo điều kiện lý tâm trong mô hình này là không thể mà cần phải có thêm cánh gạt dẫn hướng dòng hạt. Cánh gạt dẫn hướng có thể có biên dạng là đường thẳng hoặc đường cong. Theo lý thuyết về đường đoản thời (thời gian ngắn nhất để di chuyển) đã được Bernoulli đưa ra năm 1696 và đề cập trong nghiên cứu của Trần Thị Nhị Hương & cs. (1987), biên dạng hợp lý nhất của cánh gạt dẫn hướng là đường cong Cycloid. Tuy nhiên, quãng đường di chuyển của hạt trong nghiên cứu này rất nhỏ, để thuận tiện cho việc chế tạo và lắp ghép chúng tôi chọn cánh gạt dẫn hướng dòng hạt có dạng thẳng và được tính toán theo điều kiện hạt có thể di chuyển từ cửa cốc định lượng tới vùng lấy hạt.

3.2. Mô hình lực tác động lên hạt và góc đặt cánh gạt dẫn hướng

Mô hình lực tác động lên hạt theo cánh gạt dẫn hướng dạng thẳng cho trong hình 3, lực tác động lên hạt bao gồm: lực tác động của bề mặt đĩa gieo lên hạt F_{td} (lực này có tác dụng đẩy hạt chuyển động dọc theo cánh gạt), lực ma sát của cánh gạt lên hạt F_{msc} .

Xét hạt ở vị trí M bất kỳ trên cánh gạt dẫn hướng, phương trình tổng hợp lực tác dụng lên hạt theo các phương AB (cánh gạt dẫn hướng) và phương vuông góc với phương AB cho trong các công thức (3a) và (3b). Điều kiện để hạt di chuyển được là tổng hợp lực theo phương AB phải lớn hơn không, tức là lực T phải lớn hơn lực ma sát F_{msc} của cánh lên hạt (Đặng Thế Huy & cs., 1982; Phạm Văn Tờ & cs., 2004).

$$\begin{cases} \sum F_{AB} = T - F_{msc} \geq 0 & (3a) \\ \sum F_{VAB} = N'_c - N_c = 0 & (3b) \end{cases}$$

với $T = F_{td} \cdot \sin(\lambda - \theta)$ và $N_c = F_{td} \cdot \cos(\lambda - \theta)$

ta có $F_{msc} = N_c \cdot f_c = F_{td} \cdot \cos(\lambda - \theta) \cdot f_c$

trong đó:

F_{td} là lực tác động của bề mặt đĩa gieo lên hạt, F_{td} có phương vuông góc với bán kính tại điểm đặt lực và chiều theo chiều quay của đĩa.

$$F_{td} = G \cdot f_d$$

f_c là hệ số ma sát của hạt với cánh, vì cánh gạt dẫn hướng và đĩa gieo được chế tạo cùng vật liệu nên $f_d = f_c$ và đặt bằng f .

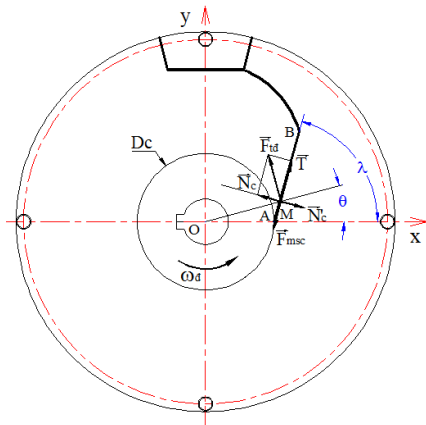
Thay vào phương trình (3a), ta có:

$$G_n \cdot f \cdot \sin(\lambda - \theta) \geq G_n \cdot f^2 \cdot \cos(\lambda - \theta) \quad (4)$$

Suy ra:

$$\text{tg}(\lambda - \theta) \geq f = \text{tg}\varphi$$

$$\text{hay } \lambda - \theta \geq \varphi = 30^\circ \quad (5)$$



Hình 3. Mô hình lực tác động lên hạt theo cánh gạt dẫn hướng dạng thẳng

Cánh gạt dẫn hướng dạng thẳng nên $\lambda = \text{const}$, mà khi hạt di chuyển ra phía ngoài cánh gạt thì góc θ sẽ tăng lên. Do đó, điều kiện trong công thức (5) là yêu cầu khi hạt ở vị trí ngoài cùng của cánh gạt (vị trí B).

Xét tam giác OAB trên hình 4:

Hạ đường cao AK, ta có:

$$\begin{cases} OK = OA \cdot \cos \theta \\ KB = AK \cdot \cot g(\lambda - \theta) \\ AK = OA \cdot \sin \theta \end{cases}$$

Ta được:

$$OB = OK + KB = OA \cdot [\cos \theta + \sin \theta \cdot \cot g(\lambda - \theta)] \quad (6)$$

trong đó:

$$OA = D_c/2 = 45 \text{ (mm)}$$

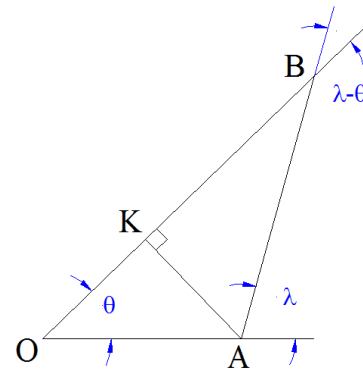
$$OB = D_d/2 - B_{bh} = 85 \text{ (mm)}$$

B_{bh} là bề rộng buồng nhả hạt, chọn $B_{bh} = 42,5 \text{ mm}$

Thay vào phương trình (6) ta được: $\theta \geq 40^\circ 50'$. Như vậy, điều kiện để hạt trượt theo cánh dẫn hướng là $\lambda \geq 70^\circ 50'$. Để đảm bảo hạt trượt theo cánh dẫn hướng, chọn $\lambda = 75^\circ$ làm cơ sở cho việc xác định chuyển động của hạt trên đĩa theo cánh gạt dẫn hướng.

3.3. Thời gian di chuyển của hạt

Theo kết quả tính toán trên, ta có phương trình quỹ đạo chuyển động của hạt theo cánh gạt dẫn hướng:



Hình 4. Góc đặt cánh gạt dẫn hướng

$$y = \tan g \lambda \cdot x - \frac{D_c \cdot \tan g \lambda}{2} = 3,732 \cdot x - 167,942 \quad (7)$$

Đạo hàm bậc nhất và bậc hai của x, y theo thời gian t lần lượt sẽ là vận tốc và gia tốc của hạt theo các phương x và y (Phạm Văn Tờ & cs., 2004):

$$\begin{cases} v_x = \dot{x}_{(t)} \\ v_y = \dot{y}_{(t)} = 3,732 \cdot \dot{x}_{(t)} \end{cases} \quad (8)$$

$$\begin{cases} a_x = \ddot{x}_{(t)} \\ a_y = \ddot{y}_{(t)} = 3,732 \cdot \ddot{x}_{(t)} \end{cases} \quad (9)$$

Theo định luật II Newton, ta có:

$$m_h \cdot \vec{a} = \sum_1^n \vec{F}_i \quad (10)$$

Chiếu các lực lên các phương x, y ta có hệ phương trình sau:

$$\begin{cases} m_h \cdot \ddot{x}_{(t)} = -F_{mstc} \cdot \cos \lambda + N'_c \cdot \sin \lambda - F_{td} \cdot \sin \theta \\ m_h \cdot \ddot{y}_{(t)} = -F_{mstc} \cdot \sin \lambda - N'_c \cdot \cos \lambda + F_{td} \cdot \cos \theta \end{cases} \quad (11)$$

Trong đó:

N'_c là phản lực pháp tuyến của cánh dẫn hướng lên hạt, N

m_h và G_h là khối lượng và trọng lượng của hạt.

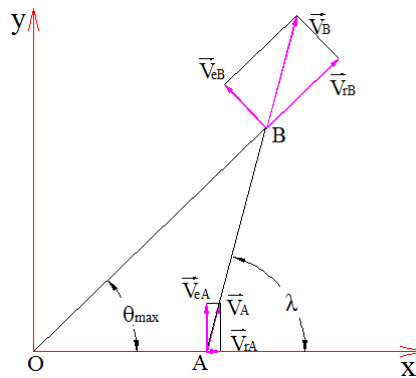
Thay phương trình (9) vào phương trình (11) ta được hệ phương trình (12)

Từ hệ phương trình (12), ta được hệ phương trình 13.

$$\begin{cases} \frac{G_h}{g} \cdot \ddot{x}_{(t)} = -N'_c \cdot f \cdot \cos \lambda + N'_c \cdot \sin \lambda - G_h \cdot f \cdot \sin \theta \\ \frac{G_h}{g} \cdot 3,732 \cdot \ddot{x}_{(t)} = -N'_c \cdot f \cdot \sin \lambda - N'_c \cdot \cos \lambda - G_h \cdot f \cdot \cos \theta \end{cases} \quad (12)$$

$$N'_c = \frac{G_h \cdot f \cdot (3,732 \cdot \sin \theta + \cos \theta)}{(-3,732 \cdot f + 1) \cdot \cos \lambda + (3,732 + f) \sin \lambda} \quad (13a)$$

$$\ddot{x}_{(t)} = -g \cdot f \cdot \sin \theta + \frac{g \cdot f \cdot (-f \cdot \cos \lambda + \sin \lambda) \cdot (3,732 \cdot \sin \theta + \cos \theta)}{(-3,732 \cdot f + 1) \cdot \cos \lambda + (3,732 + f) \sin \lambda} \quad (13b)$$



Hình 5. Sơ đồ động học của hạt dọc cánh gạt dẫn hướng

Bảng 1. Bảng kết quả tính thời gian di chuyển của hạt

| Số vòng quay n_d (vòng/phút) | Vận tốc góc ω_d (rad/s) | Thời gian quay một vòng của đĩa t_v (s) | Thời gian di chuyển của hạt t_{AB} (s) |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--|---|
| 15 | 1,57 | 4,000 | 0,920 |
| 16 | 1,67 | 3,750 | 0,862 |
| 17 | 1,78 | 3,529 | 0,811 |
| 18 | 1,88 | 3,333 | 0,766 |
| 19 | 1,99 | 3,158 | 0,726 |
| 20 | 2,09 | 3,000 | 0,690 |
| 21 | 2,20 | 2,857 | 0,657 |
| 22 | 2,30 | 2,727 | 0,627 |
| 23 | 2,41 | 2,609 | 0,600 |

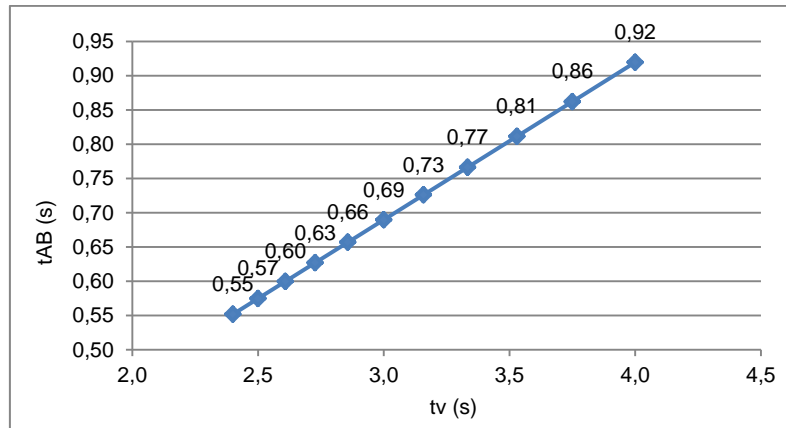
Phương trình (13a) và (13b) là các phương trình vi phân phi tuyến, N'_c và $\ddot{x}_{(t)}$ là hàm phụ thuộc vào θ , nhưng θ là lại hàm của thời gian nên chỉ có thể giải bằng phương pháp gần đúng. Chuyển động của hạt dọc cánh gạt dẫn hướng là chuyển động thẳng biến đổi đều, có sơ đồ động học như trong hình 5.

Thời gian chuyển động của hạt từ điểm đầu đến điểm cuối của cánh gạt dẫn hướng được xác

định theo phương trình (14) (Phạm Văn Tờ & cs., 2004). Thay số, ta có kết quả tính toán thời gian chuyển động của hạt theo tốc độ quay của đĩa gieo cho trong bảng 1 và được biểu diễn bằng đồ thị hình 6:

$$t_{AB} = \frac{2 \cdot AB}{V_A + V_B} \quad (14)$$

trong đó: V_A, V_B là vận tốc của hạt tại các điểm A và B trên cánh dẫn hướng



Hình 6. Đồ thị quan hệ giữa thời gian quay một vòng của đĩa và thời gian di chuyển của hạt

$$\left\{ \begin{aligned} V_A &= \frac{\omega_e \cdot OA}{\sin \lambda} = \frac{\omega_e \cdot D_c}{2 \cdot \sin \lambda} & (15a) \\ V_B &= \frac{\omega_e \cdot OB}{\sin(\lambda - \theta_{max})} & (15b) \end{aligned} \right.$$

Kết quả tính toán trong bảng 1 và hình 6 cho thấy đĩa gieo quay càng nhanh thì thời gian di chuyển của hạt từ cửa của cốc định lượng ra tới vùng lấy hạt càng giảm. Thời gian di chuyển của hạt tới vùng nhận hạt bằng 0,23 lần thời gian đĩa quay hết một vòng nên đảm bảo điều kiện cung cấp hạt cho vùng lấy hạt ($k = t_{AB}/t_v = 0,23$).

4. KẾT LUẬN

Mô hình lực tác động lên hạt cho thấy đối với bộ phận gieo hạt kiểu đĩa phẳng khi đĩa gieo có tốc độ quay nhỏ, lực ly tâm nhỏ hơn rất nhiều lực cản do ma sát của đĩa gieo với hạt thì cần phải có thêm bộ phận cánh gạt dẫn hướng dòng hạt, lúc này lực tác động của bề mặt đĩa với hạt làm cho hạt chuyển động dọc theo cánh gạt dẫn hướng. Đối với cánh gạt dạng thẳng thì yêu cầu góc đặt so với phương ngang phải lớn hơn giá trị tối thiểu sao cho tại điểm cuối của cánh gạt góc hợp bởi giữa cánh và phương nối tâm quay với điểm cuối phải lớn hơn góc ma sát của hạt với cánh gạt dẫn hướng.

Thời gian di chuyển của hạt dọc theo cánh gạt dẫn hướng tỷ lệ nghịch với tốc độ quay của đĩa gieo. Tỷ số giữa thời gian di chuyển của hạt từ cửa ra cốc định lượng đến vùng nhận hạt của đĩa gieo và thời gian quay hết một vòng của đĩa gieo trong

vùng nghiên cứu gần như là một hằng số không phụ thuộc vào tốc độ quay của đĩa, có giá trị nhỏ (0,23) và đảm bảo được chuyển động đều của dòng hạt do cốc định lượng cung cấp cho đĩa gieo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Bàng (1978). Cấu tạo máy nông nghiệp. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp.
- Nguyễn Văn Đoàn (1998). Nghiên cứu cơ sở tính toán thiết kế máy bóc và phân ly vỏ hạt trấu, lai. Luận án tiến sỹ. Viện Cơ điện Nông nghiệp.
- Đặng Thế Huy & Nguyễn Khắc Thường (1982). Nguyên lý máy. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- Trần Thị Nhị Hương, Đặng Thế Huy (1987). Một số phương pháp toán học trong cơ học nông nghiệp, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- Châu Đình Thái (1995). Nghiên cứu xác định một số thông số tối ưu của bộ phận ra hạt máy gieo lúa theo các nguyên lý rung động và ly tâm. Luận án tiến sỹ. Trường Đại học Nông nghiệp I và Viện Cơ điện Nông nghiệp và Chế biến nông sản.
- Nguyễn Chung Thông, Lê Minh Lư & Nguyễn Xuân Thiết (2018). Một số kết quả nghiên cứu về máy gieo hạt đậu tương kết hợp với bón phân theo hướng cơ giới hóa đồng bộ. Kỷ yếu Hội nghị khoa học và công nghệ toàn quốc về cơ khí lần thứ V -VCME2018. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. tr. 1026-1035.
- Phạm Văn Tờ & Lương Văn Vượt (2004). Cơ học lý thuyết. Nhà xuất bản Đại học Nông nghiệp.
- Niên giám thống kê (2017). Diện tích và sản lượng đậu tương. Tổng cục Thống kê. tr. 464-466.
- Cục xúc tiến Thương mại, Bộ Công thương (2017). Thị trường đậu nành Việt Nam năm 2017 và dự báo năm 2018. Truy cập từ <http://www.vietrade.gov.vn/tin-tuc/thi-truong-dau-nanh-viet-nam-nam-2017-va-du-bao-nam-2018>, ngày 03/11/2017.