

УДК 631.33.02

**К.В. Васильковська, асп., М.М. Петренко, проф., канд. техн. наук,
С.Я.Гончарова, доц., канд. техн. наук**

Кіровоградський національний технічний університет

Аналіз роботи пневмомеханічного висівного апарата з периферійним розташуванням комірок

Проведено аналіз роботи пневмомеханічного висівного апарата з периферійним розташуванням комірок. Доведено, що для гарантованого сходження зайвого насіння відцентрова сила повинна перевищувати силу тяжіння насінини. Складено диференційне рівняння руху частки в полі діючих сил, при вирішенні якого отримано залежності переміщення частки по лопатці від кута обертання диску при різних кутових швидкостях.

висівний апарат, комірка, лопатка, сила присмоктування, переміщення насінини

Е.В. Васильковская, Н.Н. Петренко, С.Я. Гончарова

Кировоградский национальный технический университет

Анализ работы пневмомеханического высевального аппарата с периферийным расположением ячеек

Проведен анализ работы пневмомеханического высевального аппарата с периферийным расположением ячеек. Доказано, что для гарантированного удаления лишних семян сила инерции должна быть больше силы тяжести семени. Составлено дифференциальное уравнение в поле действующих сил, при решении которого получены зависимости перемещения частицы по лопатке от угла вращения диска при различных угловых скоростях.

высевальный аппарат, коморка, лопатка, сила присмоктування, перемещение семян

Сучасні пневмомеханічні висівні апарати просапних сівалок забезпечують ефективно однонасінневе дозування насіння, однак внаслідок суттєвої різниці швидкостей вильоту з диска (до 0,5 м/с) та швидкості сівалки (до 2,5 м/с), відбувається перерозподіл розрахункових інтервалів між насінням в борозні.

Вирішення зазначеної задачі полягає у створенні відповідних умов для забезпечення високих швидкостей обертання висівного диску. Для цього на кафедрі сільськогосподарського машинобудування КНТУ було розроблено і виготовлено дослідний екземпляр нового пневмомеханічного висівного апарата [1], головною особливістю якого є наявність оригінального висівного диска з периферійним розташуванням комірок, на внутрішній поверхні яких розмішені лопатки для примусового захоплення насіння та пасивного пристрою з порожниною для видалення зайвого насіння.

Аналіз конструкції запропонованого висівного апарата [1, 2] дозволяє стверджувати про можливість здійснення захоплення насінин, переміщення і скидання, навіть без створення розрідження у вакуумній камері.

Вочевидь, що захоплення насінин однозначно відбудеться, оскільки це обумовлено наявністю на диску периферійно розташованих комірок з лопатками та тиску R з боку насінневої маси на насінину, що захоплюється (рис. 1).

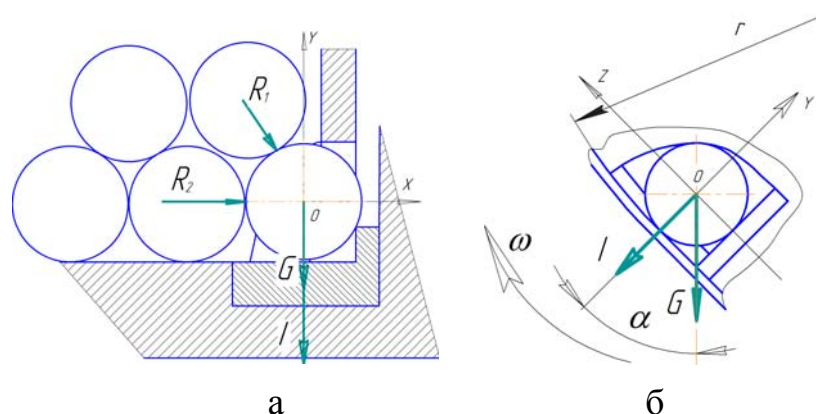

 а – схема сил в проекції XOY ; б – схема сил в проекції XOZ

Рисунок 1 – Схема сил, що діють на насініну під час захоплення

При однонасіннєвому заповненні комірок і забезпеченні виконання умови (1), частка буде переміщуватись по внутрішній поверхні корпусу до зони скидання в борозну.

$$K = \frac{\omega^2 \cdot r}{g} \geq 1, \quad (1)$$

де ω – кутова швидкість диска, рад/с;

r – відстань центра маси частки, відносно точки обертання диска, м;

g – прискорення вільного падіння, м/с².

Природне видалення зайвого насіння можна здійснити шляхом виготовлення в корпусі апарата пасивного пристрою з порожниною, до якої під дією відцентрових сил потрапляють зайві насінини і спрямовуються назад – до зони заповнення (рис. 2).

Очевидно, що за час обертання диска на кут ε , основна насініна, щоб не потрапити разом із «зайвими» частинками до порожнини, має переміститись в радіальному напрямку на відстань, меншу ніж половина власного діаметра:

$$L < \frac{d}{2}, \quad (2)$$

де d – діаметр насініни.

Для гарантовано сходження зайвого насіння відцентрова сила повинна перевищувати силу тяжіння насініни. При наближенні колової швидкості висівного диска до швидкості руху сівалки, разом із зайвим насінням може бути видалена із комірки і основна насініна. Для гарантованого несходження основної насініни необхідне використання додаткової сили, яка б утримала її в комірці, якою і є сила присмокування P [3].

Оскільки частка не перекриває повністю собою присмокувальний отвір периферійно розташованої комірки, а допустиме переміщення частки у порожнину несуттєве $\leq 0,5d$, то можна вважати силу присмокування P постійною величиною (рис. 2).

Рівняння руху частки в полі діючих сил запишеться, як:

$$m \cdot S'' = -f \cdot (m \cdot g \cdot \sin \beta + P - m \cdot \omega^2 \cdot r \cdot \sin \alpha) - m \cdot g \cdot \cos \alpha + m \cdot \omega^2 \cdot r \cdot \cos \alpha, \quad (3)$$

де G – сила тяжіння, $G = m \cdot g$, Н;

P – сила присмокування, кПа;

I – відцентрова сила, $I = m \cdot \omega^2 \cdot r$, Н;

F_{mp} – сила тертя, $F_{mp} = f \cdot N = f \cdot (-m \cdot \omega^2 \cdot r \sin \alpha + m \cdot g \cdot \sin \beta)$, Н;

N – сила нормальної реакції, Н;

f – коефіцієнт тертя насінин по матеріалу корпусу;

m – маса насінини, кг;

β – кут встановлення лопатки до вертикалі, $\beta = \frac{\pi}{2} - \varphi + \alpha_0 + \omega t$;

φ – кут розташування порожнини;

α_0 – кут, що визначає положення початку лопатки.

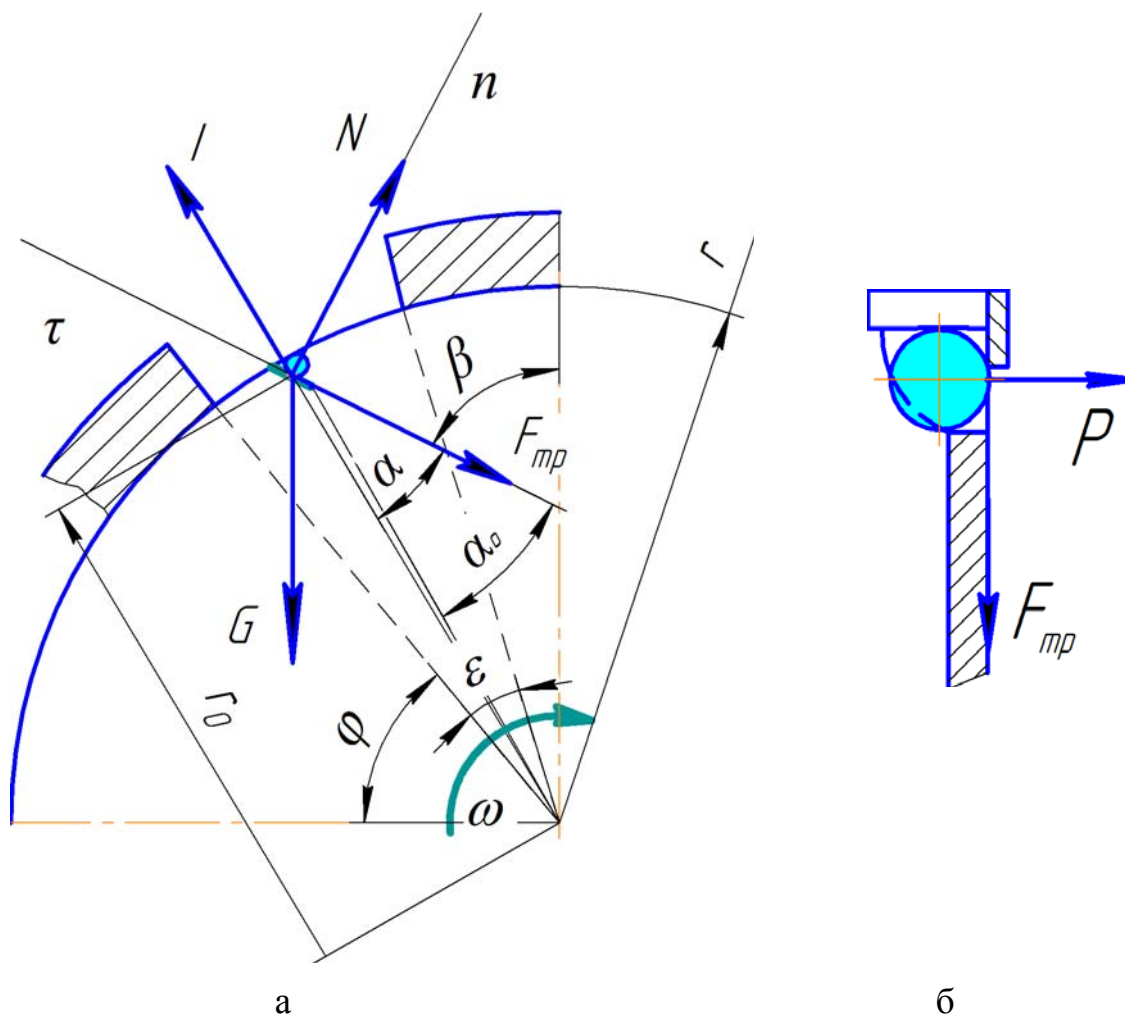
Або:

$$S'' = -f \cdot g \cdot \sin \beta + \frac{f \cdot P}{m} + f \cdot \omega^2 \cdot r \cdot \sin \alpha - g \cdot \cos \beta + \omega^2 \cdot r \cdot \cos \alpha, \quad (4)$$

де $r \cdot \cos \alpha = S + r_0 \cdot \cos \alpha_0$;

$r \cdot \sin \alpha = r_0 \cdot \sin \alpha_0$;

P, ω - константи.



а – схема сил в проекції XOZ ; б – схема сил в проекції XOY

Рисунок 2 – Схема сил, що діють на насінину під час транспортування її до зони скидання

Після вирішення рівняння виразу (4) переміщення частки по лопатці визначиться за рівнянням:

$$S = \frac{1}{2} \left(e^{\frac{\omega t}{2}} - e^{-\frac{\omega t}{2}} \right)^2 \cdot \left(r_0 \cdot (\cos \alpha_0 + f \cdot \sin \alpha_0) - \frac{f \cdot P}{m \cdot \omega^2} \right) + \frac{\sqrt{2} \cdot g}{4 \cdot \omega^2} \left[(\cos \alpha_1 + f \sin \alpha_1) \cdot e^{\omega t} + (\sin \alpha_1 - f \cos \alpha_1) \cdot e^{-\omega t} - \left[-\sqrt{2} \cdot (\sin(\omega t + \alpha - \varphi) - f \cos(\omega t + \alpha - \varphi)) \right] \right] \quad (5)$$

де $\alpha_1 = \alpha_0 - \varphi - \frac{\pi}{4}$.

Переміщення насінини в радіальному напрямку знаходиться в межах:

$$0 < L = S \cdot \cos \alpha_0 < \frac{d}{2}. \quad (6)$$

Для забезпечення виконання умови (6), насінини має переміщуватись в радіальному напрямку протягом часу, за який диск повернеться на кут ε , що визначає розмір порожнини:

$$t = \frac{\varepsilon}{\omega}, \quad (7)$$

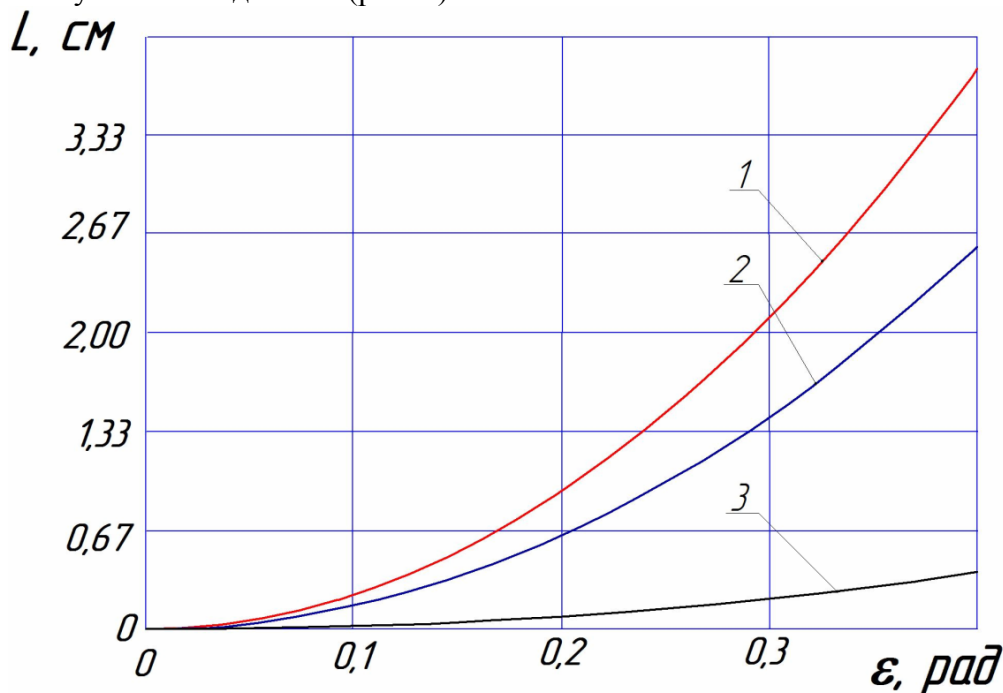
де ε - кут, що визначає розмір порожнини, рад;

ω - кутова швидкість висівного диску, рад/с.

Тоді отримаємо:

$$L = \left(\frac{1}{2} \left(e^{\frac{\omega t}{2}} - e^{-\frac{\omega t}{2}} \right)^2 \cdot \left(r_0 \cdot (\cos \alpha_0 + f \cdot \sin \alpha_0) - \frac{f \cdot P}{m \cdot \omega^2} \right) + \frac{\sqrt{2} \cdot g}{4 \cdot \omega^2} \left[(\cos \alpha_1 + f \sin \alpha_1) \cdot e^{\omega t} + (\sin \alpha_1 - f \cos \alpha_1) \cdot e^{-\omega t} - \left[-\sqrt{2} \cdot (\sin(\omega t + \alpha - \varphi) - f \cos(\omega t + \alpha - \varphi)) \right] \right] \right) \cdot \cos \alpha \quad (8)$$

Побудовано залежності переміщення частки по лопатці від кута обертання диску при різних кутових швидкостях (рис. 3).



1 – 30 рад/с, 2 – 25 рад/с, 3 – 20 рад/с

Рисунок 3 – Залежності переміщення частки по лопатці від кута обертання диску за умови створення вакууму при кутових швидкостях

Як видно з отриманої залежності, наявність сили присмокування дозволяє збільшити розмір порожнини (кут який визначає її розмір) до $0,26 \dots 0,32$ рад при кутових швидкостях диску відповідно $30 \dots 25$ рад/с, що дозволить гарантовано видалити зайві насінини (двійники), оскільки їх переміщення по лопатці в цьому випадку перевищує половину власного діаметру. А основна насінина завдяки наявності сили присмокування, надійно утримується в комірці і транспортується диском до зони скидання її в борозну.

Список літератури

1. Петренко М.М. Вдосконалення пневмомеханічного висівного апарата для точного висіву насіння просапних культур / Петренко М.М., Васильковський М.І., Васильковська К.В. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка, том 1 «Механізація сільськогосподарського виробництва» – 2011. Випуск 107. – С. 359-363.
2. Пат. 77191 У Україна, МПК А01С 7/04 (2006.01). Пневмомеханічний висівний апарат / Петренко М.М., Васильковський М.І., Васильковська К.В.; заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет – №u201203339; заявл. 20.03.2012; опубл. 11.02.2013, Бюл. № 3.
3. Васильковская Е. Обоснование конструктивной схемы пневмомеханического высевального аппарата для точного посева семян пропашных культур / Васильковская Е., Петренко Н., Гончарова С. // MOTROL. COMMISSION OF MOTORIZATION AND ENERGETICS IN AGRICULTURE – Lublin, Vol. 15, No. 2, - 2013, 99–105.

Ekaterina Vasytkovska, Nikolay Petrenko, Svetlana Goncharova

Kirovograd National Technical University.

Analysis of pneumomechanical sowing device with a peripheral cells

Analysis of the design of the proposed sowing device suggests a possibility of capture, seeds, movement and dumping them, even without the use of vacuum. But guaranteed to shift the main seed furrow necessary to use more force that it be kept in the cell. Found that to guarantee convergence excess seed centrifugal force must exceed the force of gravity seed. Done differential equation of motion particle in the field of active forces in dealing with any dependencies particles moving in a pan on the angle of rotation of the disk at different angular velocities. The presence of suction power, can increase the size of the cavity passive trunk seed to $0.26 \dots 0.30$ radians in angular velocity of the disk $30 \dots 25$ radians per second. This will guaranteed to remove those extra seeds, as they move around the pan more than half their own diameter. A basic seed, thanks to the force of suction, securely held in a cell and transported to the area of a disk reset.

Одержано 28.10.13