

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТОРЦЕВИХ ПНЕВМОМЕХАНІЧНИХ ВИСІВНИХ АПАРАТІВ

Бойко А.І. д.т.н., проф., Попик П.С. інженер

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В приведеній статті представлено результати досліджень по встановленню закону зміни присмоктуючої сили від відстані між насінною та коміркою в торцевих пневмомеханічних висівних апаратах. Дана закономірність відкриває можливість для математичного моделювання руху насінини при захваті її присмоктуючою коміркою висівного диска.

Ключеві слова: *пневмомеханічний висівний апарат, висівний диск, присмоктувальна сила, комірка.*

Основним недоліком розповсюджених пневмомеханічних висівних апаратів з плоским дисковим дозуючим елементом є те, що напрямком дії присмоктуючої сили направлений перпендикулярно напрямку вектора лінійної швидкості комірки висівного диска [1, 2]. Тобто комірка проходить як би мимо насінини і за короткий термін їх взаємної експозиції повинен відбутися акт присмоктування і захвату насінини. Для підвищення надійності виконання цього процесу виникає необхідність збільшення ступеня розрідження в пневматичній системі. Однак з підвищенням розрідження, в наслідок нещільності прилягання насінин до отвору комірки, неминуче збільшується ймовірність одночасного захвату декількох насінин (двійникування).

Удосконаленням конструкцій апаратів у напрямку підвищення ефективності дозування, можна вважати розробку принципово нового апарата з направленим вектором присмоктування насінин [3]. Першими спробами конструктивних рішень слід вважати розробку апаратів з торцевим розташуванням комірок. Уже в цих апаратах постає нове наукове завдання вивчення процесу захвату насінин в полі вакуумного розрідження, тобто визначення зміни зусилля в залежності від відстані між насінною і присмоктуючою коміркою. Причому, в даному випадку, визначення закону зміни зусилля має важливе значення, оскільки вектори сили присмоктування і лінійної швидкості комірки знаходяться в одному напрямку. Схема взаємодії присмоктуючої комірки з насінною представлено на рис. 1.

Для спрощення викладок насінина представлена у вигляді сфери радіуса ρ , що відповідає формі насінин гороху, сої та гранульованого висівного матеріалу. Правомірно також прийняти, що присмоктуюча сила, переважно, діє на крайню ближчу в шарі насінину.

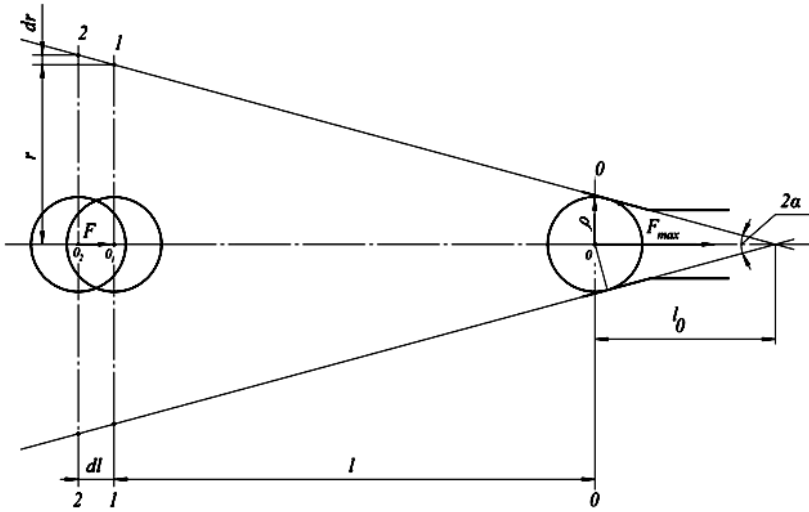


Рис. 1. Схема взаємодії присмоктуючої комірки з насінною

Якщо насіннина (частинка) захоплена коміркою, то відстань $l=0$, і сила присмокткування набуває своє максимальне значення $F=F_{\max}$. При більших величинах відстані $l>0$, сила присмокткування зменшується $F<F_{\max}$. В дослідженні необхідно знайти закон по якому змінюється ця сила, тобто встановити функціональну залежність $F=f(l)$.

При конічній формі присмоктуючої комірки на відносно невеликих відстанях між насінною і коміркою присмоктуючий потік повітря також формується близьким до конічного, і розширюється по мірі віддалення від вершини. Таким чином, площа основи конуса збільшується зі збільшенням відстані l , а розрідження в ній при незмінній F_{\max} поступово зменшується. Тоді в загальному вигляді можна записати наступне відношення:

$$P = \frac{F_{\max}}{S_k} \quad (1)$$

де S_k – площа основи конуса.

Для положення 2-2 (рис.1), що відображує збільшення площі конуса при елементарному приросту відстані dl , площа представляється сумою

$$S_{2-2} = S_{1-1} + dS$$

Так як, $S_{1-1} = \pi r^2$, то $S_{2-2} = \pi (r + dr)^2$

Розкриваючи дужки маємо:

$$S_{2-2} = \pi \left[r^2 + 2r \cdot dr + (dr)^2 \right]$$

Враховуючи, що $(dr)^2$ нескінченно мала величина, і нею можна знехтувати для практичних цілей достатньо мати дві складові

$$S_{2-2} = \pi r^2 + 2\pi r \cdot dr$$

Тоді розрідження в перетині конуса 2-2 згідно (1) дорівнює:

$$P = \frac{F_{\max}}{\pi r^2 + 2\pi r \cdot dr}$$

В цьому ж січені сила, що діє на насініну складає:

$$F = P \cdot S_n,$$

де $S_n = \pi \rho^2$ – площа діаметрального перетину насініни (частинки).

Підставляючи доданки маємо:

$$F = \frac{F_{\max}}{\pi r^2 + 2\pi r \cdot dr} \pi \rho^2$$

Після інтегрування і алгебраїчних спрощень запишемо

$$F = \frac{F_{\max}}{r^2} \rho^2 + C,$$

де C – постійна інтегрування.

З геометричних побудов (рис. 1) видно, що $r = (l + l_0) \operatorname{tg} \alpha$.

Підставляючи значення r і переходячи до параметру відстані між частинкою і коміркою маємо:

$$F = \frac{F_{\max}}{(l + l_0)^2 \operatorname{tg}^2 \alpha} \rho^2 + C \quad (2)$$

Постійна інтегрування визначається з початкових умов, коли при $l=0$ сила $F=F_{\max}$. Тоді рівняння (2) можна переписати наступним чином

$$F_{\max} = \frac{F_{\max}}{l_0^2 \operatorname{tg}^2 \alpha} \rho^2 + C$$

Звідкіля

$$F_{\max} \left(1 - \frac{\rho^2}{l_0^2 \operatorname{tg}^2 \alpha} \right) = C \quad (3)$$

Відстань l_0 доцільно виразити через радіус частинки ρ

$$l_0 = \frac{\rho}{\sin \alpha}$$

Підставивши в (3) після скорочень маємо:

$$C = F_{\max} (1 - \cos^2 \alpha)$$

Повертаючись до рівняння (2) і підставляючи значення постійної інтегрування в кінцевому вигляді запишемо:

$$F = \frac{F_{\max}}{\left(l + \frac{\rho}{\sin \alpha}\right)^2} \rho^2 + F_{\max} (1 - \cos^2 \alpha) \quad (4)$$

Зв'язок між відстанню до частинки і силою її присмоктування коміркою встановлює перша складова отриманого рівняння. З рівняння видно, що сила присмоктування зменшується зворотно квадрату відстані до частинки. Крім того, вона росте пропорційно величині розрідження у вакуумній камері висівного апарата і квадрату радіуса (площі) робочого отвору комірки. При зменшенні відстані до мінімального свого значення $l \rightarrow 0$ присмоктуюча сила прямує до максимального значення $F \rightarrow F_{\max}$ (рис. 2).

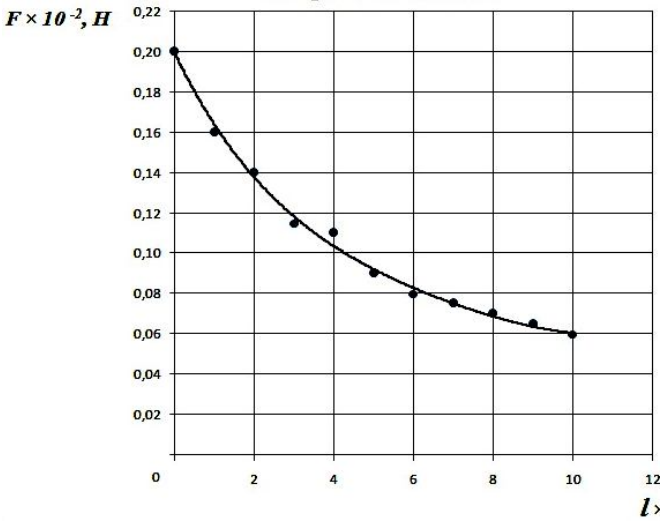


Рис.2. Закономірність зміни присмоктуючої сили від відстані між коміркою та насінною: F – присмоктуюча сила, H ; l – відстань, $м$.

При збільшенні відстані до нескінченності $l \rightarrow \infty$ сила присмоктуван-

ня зменшується і прямує до асимптотичного свого значення,

$$F = F_{\max} (1 - \cos^2 \alpha)$$

відображаючи загальний рівень розрідження у вакуумній камері висівного апарата.

Висновок. В результаті досліджень встановлено, що присмоктуюча сила змінюється зворотньопропорційно квадрату відстані між насінною і присмоктуючою коміркою висівного диска.

Список використаних джерел

1. Бойко А.І. Результати експериментальних досліджень роботи висіваючих апаратів посівних машин для систем точного землеробства / А.І. Бойко, М.О. Свірень, С.М. Лещенко, О.О. Банний // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. міжвідомч. наук.-техн. зб. – Кіровоград: КНТУ, 2011. – Вип. 41; Ч.1.– С.208–217
2. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунків. Навчальний посібник / Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, М.Я. Довжик //– Суми вид. Університетська книга 2008. – 480с.
3. Патент на корисну модель №84210 Україна, МПК А01С 7/04 Пневмомеханічний висівний апарат / А.І. Бойко, П.С. Попик // №u201305473; опубл. 10.10.2013, Бюл. № 19.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТОРЦЕВЫХ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКИХ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ

Бойко А.И. Попик П.С.

В приведенной статье представлены результаты исследований по установлению закона изменения присасывающей силы от расстояния между семенем и ячейкой в торцевых пневмомеханических высевающих аппаратах. Данная закономерность открывает возможность для математического моделирования движения семени при захвате ее присасывающей ячейкой высевающего диска.

Ключевые слова: пневмомеханический высевающий аппарат, высевающий диск, присасывающая сила, ячейка.

Abstract

RESEARCH OF RELIABILITY OF BUTT END PNEUMATIC MECHANICAL SOWING VEHICLES

Boiko A.I. Popyk P.S.

In the above article presents the results of research on establishments of law changes the suction force on the distance between the seed and the cell at

the end of pneumomechanical sowing apparatus. This regularity opens the possibility for the mathematical modeling of motion in the capture her seed suction cell seed disc.

Keywords: *pneumatic mechanical sowing apparatus, seed disc, the suction force cell.*