

Особливості розміщення насіння в забірній камері пневматичного висівного

Розміщення насіння в робочій зоні пневматичного висівного апарата має характерні особливості, які залежать від геометричних характеристик насіння, його фізико-механічних властивостей. В статті розглядаються варіанти ймовірного розміщення насіння в забірній камері та залежність орієнтації шарів насіння відносно висівного диска від форми насіння та його розмірів.

насіння просапних культур, забірня камера пневматичного апарата, висівний диск, сили, діючі на насінину

Принципи виділення одинарного зерна із маси насіння в забірній камері висівного апарата засновані на ознаках, якими можуть бути геометричні розміри зерна, його фізико-механічні властивості, в тому числі його маса, коефіцієнти внутрішнього або зовнішнього тертя тощо. При цьому необхідно, щоб вибраний принцип добре корелювався з тим технологічним процесом, для якого вибрана ознака буде істотною.

Так, наприклад, при розгляді поведінки насіння під час процесу його западання у отвори висівного диска в процесі роботи апарата необхідно перш за все визначити координати характерних точок через розміри насіння. Такими точками можуть бути (рис.1): центр ваги O_1 , точки дотику насіння X_k – з нижнім шаром насіння (віссю X) та Z_k – з площиною висівного диска (вертикальною віссю Z).

Приймемо форму насіння просапної культури у вигляді еліпсоїда. При цьому довжина L насінини буде відповідна більшому діаметру еліпсоїда $2a$, ширина B – меншому діаметру еліпсоїда – $2b$, мінімальний розмір t насінини – діаметру еліпсоїда, перпендикулярному двом вказаним діаметрам – $2c$.

В даному випадку:

$$a > b > c. \quad (1)$$

Приведемо розрахункові формули характерних точок насінини:

X_k - горизонтальна координата точки дотику насінини з віссю OX :

$$X_k = X_0 + a \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha \sin^2 \alpha (1 - m^2)^2}{m^2 + \sin^2 \alpha (1 - m^2)}}; \quad (2)$$

Z_k - вертикальна координата точки дотику насіння з віссю OZ :

$$Z_k = Z_0 + a \sqrt{\frac{\sin^2 \alpha \cos^2 \alpha (1 - m^2)^2}{1 - \sin^2 \alpha (1 - m^2)}}; \quad (3)$$

X_0 - горизонтальна координата центра ваги насінини:

$$X_0 = a \sqrt{1 - \sin^2 \alpha (1 - m^2)}; \quad (4)$$

Z_0 - вертикальна координата центра ваги насінини:

$$Z_0 = a \sqrt{m^2 + \sin^2 \alpha (1 - m^2)}, \quad (5)$$

де α - кут нахилу більшої вісі еліпсоїда до вісі X ;

$m = b/a$ - коефіцієнт форми насіння.

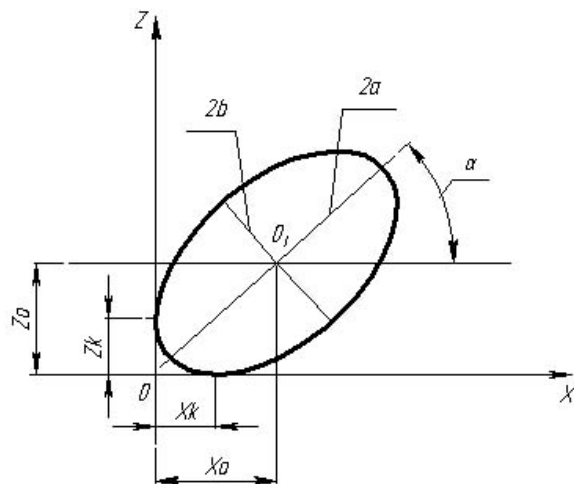


Рисунок 1 – Схема характерних точок насінини

Відомо, що розміщення насіння при заповненні забірної камери апарата має випадковий характер. Визначимо, які положення насіння будуть більш стійкими в забірній камері при висіві, а також умови орієнтації насіння відносно диска.

Зерно в процесі роботи апарата має три ступені свободи: обертання навколо осей OX, OY і OZ. На інші три ступені свободи накладаються наступні обмеження: а) вздовж вісі OX насіння рухається зі швидкістю руху шару насіння в робочій зоні; б) вздовж вісі OZ насіння зустрічає опір вищележачих шарів насіння; в) вздовж вісі OY насіння притискається до диска силами тиску бокових шарів насіння.

Для дослідження процесів орієнтації насіння в забірній камері апарата приймемо деякі допущення:

- 1) Сипуча маса складається із однакових, абсолютно твердих часток еліпсоподібної форми, розміщених відносно диска шарами;
- 2) Шари насіння рухаються один відносно одного, причому відносна швидкість їх зменшується по мірі віддалення від диска;
- 3) Розміри насіння малі у порівнянні з розмірами деталей висівного апарата.

Дослідження [1,2,3] показали, що щільність розподілу лінійних характеристик насіння пророслих культур підкоряється нормальному закону:

$$P = \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x_i - \bar{x})^2}{2G^2}}, \quad (6)$$

де $\bar{x}$ і G - середнє арифметичне і середнє квадратичне відхилення;

x_i - поточне значення розміру.

В роботі [4] показано, що розміри і абсолютна маса дають коефіцієнти кореляції, достатні для побудови рівняння регресії у вигляді:

$$m_n = l^\alpha b^\beta t^\gamma, \quad (7)$$

де m_n - абсолютна маса насіння;

l, b, t - відповідно довжина, ширина, товщина насінини;

α, β, γ - показники ступені.

Однак дослідження показують також, що при цьому найменша різниця виявлена між шириною та товщиною насіння кукурудзи, сої, ріпичи, бобових, тому при

дослідженні зв'язків між роботою висівних апаратів і розмірами насіння часто можна використати лише дві лінійні характеристики – довжину та ширину.

Розглянемо поведінку насінини в площині YOZ при роботі висівного диска. На рис. 2 показані сили, які діють на насінину.

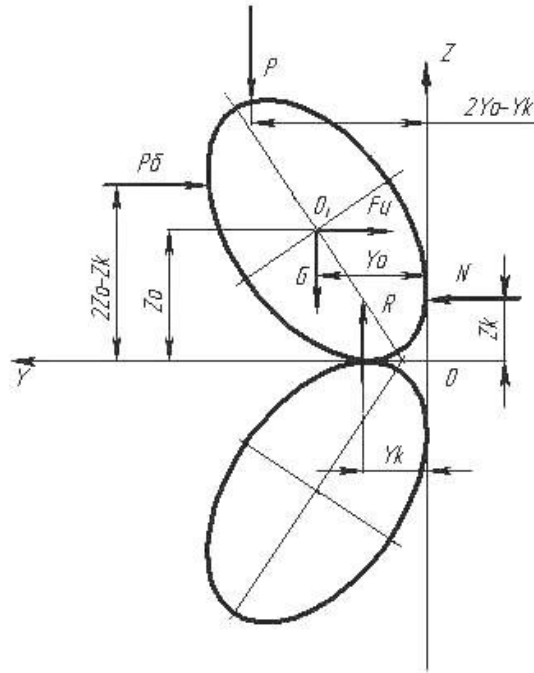


Рисунок 2 – Схема сил, які діють на насінину в забірній камері

Розглянемо рівновагу насінини, коли поворотний момент від насіння, яке розміщене зверху, намагається розвернути її проти часової стрілки.

Складемо рівняння рівноваги в площі YOZ:

$$\sum P_x = 0; \quad N - F_y - P_\delta = 0; \quad (8)$$

$$\sum P_z = 0; \quad R - G - P = 0; \quad (9)$$

$$\sum m_x = 0; \quad GY_0 + P(2Y_0 - Y_k) + NZ_k - RY_k - F_y Z_0 - P_\delta (2Z_0 - Z_k) = 0. \quad (10)$$

Вирішивши сумісно перші два рівняння, одержимо значення опорних реакцій:

$$N = G\left(\frac{W^2 r}{g} + \mu\epsilon\right); \quad R = G(1 + \mu), \quad (11)$$

де P - проекція рівнодіючої сил тиску верхніх шарів насіння і сил тертя на вісь OZ;

P_δ - проекція рівнодіючої сил тиску бокових шарів насіння і сил тертя на вісь OY;

F_y - відцентрові сили, прикладені до центра ваги і перпендикулярні площині диска;

R - реакція нижніх шарів на насінину;

N - реакція диска на насінину.

Підставляємо в рівняння (11) моментів замість N і R їх значення, а також чисельні значення Y_0 ; Y_k ; Z_0 і Z_k із виразів (2-5).

Після підстановки одержимо рівняння рівноваги насінини навколо вісі OX:

$$(2\mu + 1) \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha \sin^2 \alpha (1 - m^2)^2}{m^2 + \sin^2 \alpha (1 - m^2)}} - \left(\frac{W^2 r}{g} + 2\mu\epsilon\right) \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha \sin^2 \alpha (1 - m^2)^2}{1 - \sin^2 \alpha (1 - m^2)}} = 0.$$

Вирішуючи одержане рівняння відносно кута нахилу довгої вісі насінини α , одержимо його корені:

$$\alpha_1 = 0^0; \quad \alpha_2 = 90^0; \\ \alpha_3 = \arcsin \sqrt{\frac{(2\mu+1)^2 + (\frac{W^2 r}{g} + 2\mu\varepsilon)^2}{(2\mu+1)^2 + (\frac{W^2 r}{g} + 2\mu\varepsilon)^2 (1-m^2)}}. \quad (12)$$

В площині YOZ насінина має такі положення рівноваги:

1) Довга вісь еліпса паралельна вісі OY. В цьому випадку лінії дії сили вертикального тиску і реакції нижнього насіння, сили бокового тиску і реакції диска проходить через центр ваги насінини.

2) Довга вісь насінини паралельна вісі OZ (площини диска). Тут також всі сили проходять через центр ваги насінини. В нахиленому положенні насінина буде знаходитись в рівновазі у випадку, коли момент відносно вісі OX від сил бокового тиску і відцентрових сил дорівнює моменту від вертикальних сил і сил ваги.

В процесі переміщення насінини під шаром насіння вертикальний диск не залишається постійним. Із формули (12) видно, що у випадку збільшення вертикальних сил $(2\mu+1)$ для збереження рівноваги потрібно, щоб кут нахилу насінини збільшувався. Якщо цього не буде, то рівновага порушується і насінина може зійти з зайнятого положення відносно отвору диска.

Таким чином, в площині YOZ насінина має два стійкі положення: середня вісь насінини паралельна вісі OY і середня вісь насінини паралельна вісі OZ. Всі інші положення нестійкі.

Отже, насінина буде повертатись навколо вісі OX до тих пір, поки не займе положення рівноваги, при цьому припиняється обертання насінини навколо вісі OX.

Дослідження також показали, що для всіх просапних культур, насіння яких має форму еліпсоїда, але відрізняється загальними розмірами, розглянуті закономірності дійсні для цих видів насіння.

Список літератури

- 1 Вайсман М.Л., Резников А.Р. К методике определения физико-механических свойств семян. – Тр. ВНИИМЭМК, М., 1971, вып.3, С.139-140.
- 2 Шмат С. И., Канивец И.С. и др. О целесообразности высева четвертой фракции семян кукурузы, сб. “Конструирование и производство сельскохозяйственных машин”, вып.5, К., Техніка, 1975.
- 3 Кардашевський С.В., Шмат С.И., Колесниченко Ю.П. О сокращении количества фракций высеваемых семян кукурузы., ж. “Вестник сельскохозяйственной науки”, №5, 1979, С.78-82.
- 4 Рославцева Б.И. Методы статистического анализа размерных характеристик семян.- Тр. УкрНИИСХОМ, К., 1969, вып.6, С.43.

Размещение семени в рабочей зоне пневматического высевного аппарата имеет характерные особенности, которые зависят от геометрических характеристик семени, его физико-механических свойств. В статье рассматриваются варианты вероятного размещения семени в заборной камере и зависимость ориентации пластов семян относительно высевного диска от формы семени и его размеров.

Accommodation of a seed in a working zone of the pneumatic sowing device has prominent features which depend on geometrical characteristics of a seed, its physicomachanical properties. In clauses variants of probable accommodation of a seed in the intaking chamber and dependence of orientation of layers a seed concerning a sowing disk from the form of a seed and its sizes are considered.

Одержано 09.02.05