

УДК 631.33.02

М.М. Петренко, проф., канд. техн. наук, М.І. Васильковський, доц., канд. техн. наук, К.В. Васильковська, асп.

Кіровоградський національний технічний університет

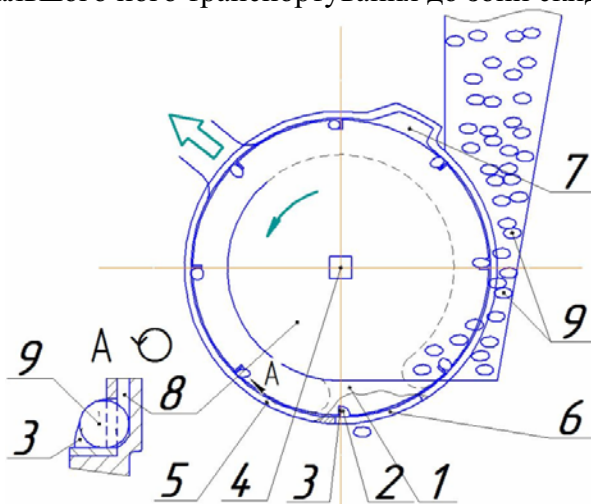
До обґрунтування параметрів пневмомеханічного висівного апарата з периферійним розташуванням комірок для точного висіву насіння просапних культур

В статті обґрунтовані умови збільшення продуктивності оригінального пневмомеханічного висівного апарата з диском, на якому периферійно розташовані комірки для точного висіву насіння просапних культур за рахунок збільшення швидкості обертання комірок висівного елемента за умови збереження їх якісного заповнення.

насінина, комірка, лопатка, висівний диск, однонасінневий відбір, продуктивність, якість висіву, швидкість обертання комірок, розподіл насіння в борозні, середньоквадратичне відхилення

Для отримання високих врожаїв просапних культур необхідне забезпечення відповідної якості їх висіву в оптимальні агротехнічні строки. Це вимагає від господарств наявності мати продуктивної та надійної посівної техніки, яка б дозволяла виконувати високоякісний посів в оптимальні агростроки.

З метою підвищення ефективності точного висіву насіння просапних культур на кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету розроблено і виготовлено дослідний зразок нового пневмомеханічного висівного апарата (рис. 1), головною особливістю якого є наявність оригінального висівного диску з периферійним розташуванням робочих комірок, на внутрішній поверхні яких розмішені лопатки для примусового захоплення насіння в робочій камері та подальшого його транспортування до зони скидання [1].



1- висівний диск; 2- комірка; 3- лопатка; 4- приводний вал; 5- корпус; 6- висівне вікно; 7- порожнина для видалення зайвого насіння; 8 – вакуумна камера; 9 - насіння

Рисунок 1 - Схема дослідного пневмомеханічного висівного апарата з периферійним розташуванням комірок конструкції КНТУ

Для оцінки роботи пневмомеханічних висівних апаратів для точного висіву головними технологічними показниками є продуктивність та якість висіву.

Потрібна продуктивність висівного апарата виходячи з умов забезпечення заданої величини поступальної швидкості сівалки та необхідної норми висіву насіння на погонному метрі, може бути визначена за формулою:

$$N = V_c \cdot m, \quad (1)$$

де V_c – швидкість сівалки, м/с;

m – норма висіву насіння, шт./м.

Вона забезпечується встановленням відповідних параметрів висівного апарата:

$$N = \frac{n \cdot z \cdot k}{60}, \quad (2)$$

де n – частота обертання висівного диска, об/хв;

z – кількість комірок на диску;

k – коефіцієнт заповнення комірок на виході з апарата.

Порівнявши праві частини рівнянь (1) та (2), отримаємо загальну залежність конструктивних та технологічних параметрів сівалки, які необхідні для забезпечення агротехнічних умов за продуктивністю висіву:

$$V_c \cdot m = \frac{n \cdot z \cdot k}{60}. \quad (3)$$

В лівій частині рівняння (3) представлені параметри, які задаються агротехнічними вимогами, реалізацію яких повинні забезпечувати висівний апарат та сівалка.

В правій частині рівняння представлені параметри керування, за допомогою яких здійснюється реалізація лівої частини.

Для забезпечення потрібної рівномірності висіву параметри правої частини рівняння повинні відповідати раціональним значенням, зокрема, значення коефіцієнта заповнення комірок насінням має дорівнювати $k=1$. Його відхилення в той або інший бік від вказаного значення призведе до зниження рівномірності вихідного насінневого потоку, що формується висівним апаратом та, як наслідок, до зниження рівномірності розташування насіння в борозні.

Максимальна частота обертання висівного диска залежить від допустимої колової швидкості руху комірок $[V_k]$, при якій може бути досягнута необхідна якість їх однонасінневого заповнення:

$$n = \frac{30 \cdot [V_k]}{k \cdot \pi \cdot R}, \quad (4)$$

де R – радіус розташування комірок на диску, м.

Запропонований висівний диск, завдяки наявності лопаток, дозволяє надійно захоплювати і переміщувати насіння до зони скидання на підвищених швидкостях обертання комірок. Однак постає питання визначення їх параметрів.

Для запобігання попадання насіння в вакуумну камеру та його заклинювання приймаємо таке співвідношення:

$$S_{отв} < S_{прн}, \quad (5)$$

де $S_{отв}$ – площа робочого отвору, м²;

$S_{прн}$ – площа проекції насінини, м².

Використовуючи відомі співвідношення запропоновані О.О. Будаговим [2] та В.П. Чічкіним [3], запишемо:

$$S_{отв} = 0,7 \cdot S_{прн}. \quad (6)$$

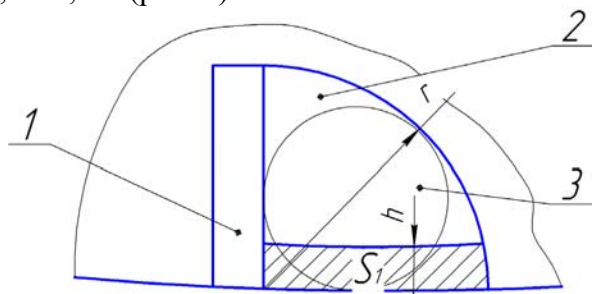
Знехтувавши значенням радіусу диска визначимо орієнтовну площу робочого отвору:

$$S_{омс} = \frac{\pi \cdot r^2}{4} - S_1, \quad (7)$$

де r – радіус заокруглення розкривної комірки, м;

S_1 – площа поперечного перерізу виступу, яка визначається як $S_1 = r \cdot h$ м²;

де h – висота полицки у корпусі висівного апарату між робочою камерою і камерою розрідження, $h=0,2$ м (рис. 2).



1 – лопать; 2 – комірка; 3 – насінина

Рисунок 2 - Схема для визначення площі присмокування розкривної комірки

Тоді:

$$S_{омс} = \frac{\pi \cdot r^2}{4} - r \cdot h, \quad (8)$$

Для насіння цукрового буряку площа проекції насінини $S_{прн}$ буде мати форму кола.

Тому з урахуванням (8), вираз (6) прийме вигляд:

$$\frac{\pi \cdot r^2}{4} - r \cdot h = 0,7 \cdot \frac{\pi \cdot d_n^2}{4},$$

де d_n – діаметр насінини, мм.

Радіус заокруглення комірки становитиме:

$$r = \frac{h + \sqrt{h^2 + \pi \cdot \frac{0,7 \pi \cdot d_n^2}{4}}}{\frac{\pi}{2}}. \quad (9)$$

Залежність площі робочих отворів від виду насіння наведена у таблиці 1.

Таблиця 1 - Параметри робочих отворів для різних видів насіння просапних культур

Насіння просапних культур	Радіус заокруглення робочого отвору r , мм	Площа робочого отвору $S_{омс}$, мм ²
Цукровий буряк	4,6	7,4
Соя	4,7	7,9
Горох	4,9	9,1
Кукурудза	5,4	12,1
Соняшник	5,5	12,8
Квасоля	5,9	15,5

Залежність радіусу твірної саморозкривної комірки висівного диска дослідного пневмомеханічного висівного апарату від умовного діаметру насіння просапних культур представлено на рисунку 3.

Кількість комірок на висівному диску визначається їх кроком δ :

$$z = \frac{\pi \cdot R}{30 \cdot \delta}. \quad (10)$$

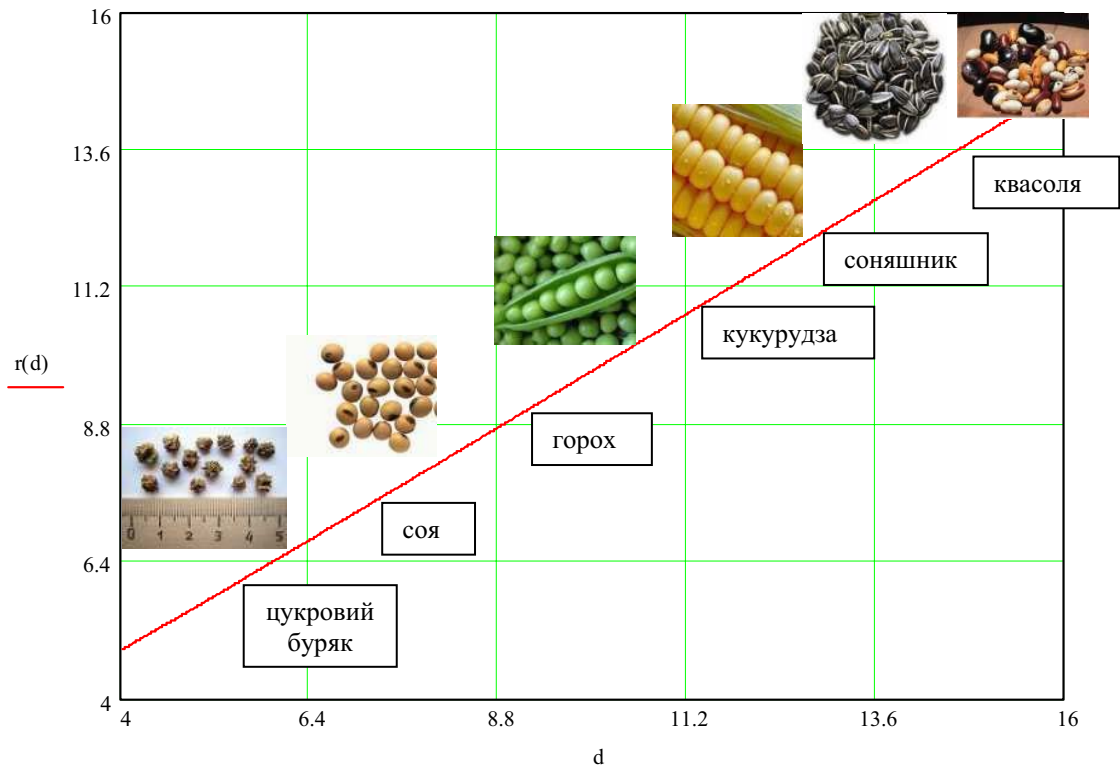


Рисунок 3 - Залежність радіуса твірної саморозкривної комірки висівного диска апарата від умовного діаметру насіння просапних культур.

З урахуванням залежностей (4) та (10) продуктивність висівного апарата (2) можливо визначити як:

$$N = \frac{[V_k]}{60 \cdot \delta} \quad (11)$$

З рівняння (11) виходить, що підвищення продуктивності висівного апарату може бути досягнуто або шляхом збільшення швидкості обертання комірок, або шляхом зменшення кроку їх розташування на висівному елементі.

Відомо [4], що збільшення швидкості обертання комірок висівного елемента допустимого значення $[V_k]$, призводить до різкого зниження якості їх заповнення насінням, в результаті чого погіршується рівномірність вихідного потоку насіння і, як наслідок, – знижується якість висіву. А оскільки висівні апарати для точного висіву просапних культур виробничих сівалок, які застосовуються в теперішній час, працюють практично на максимальних швидкостях, то збільшення їх продуктивності можливе лише шляхом зменшення кроку комірок δ на висівному диску.

Розглянемо вплив цього параметру на якісний показник точного висіву. Рівномірність формованого насінневого потоку визначається такими факторами:

- якістю однозернового заповнення комірок;
- рівномірністю розташування комірок та насінин на висівному елементі.

Фактична відстань δ_a між центрами двох суміжних насінин на висівному елементі може відрізнятись від середнього кроку розміщення комірок на висівному елементі δ , що викликано різними геометричними розмірами часток, навіть в межах однієї фракції насіння.

Ця обставина, навіть при 100% однонасінневому заповненні комірок є однією з причин нерівномірності сформованого висівним елементом насінневого потоку. Крім того, на нерівномірність формованого насінневого потоку впливають неточність виготовлення та розміщення комірок на висівному елементі та асиметричність розташування насіння відносно вісі заповнення комірок.

Якщо припустити, що умови роботи апарату забезпечують високоякісне однонасіннєве заповнення його комірок, то дійсні відстані між центрами двох суміжних насінин на висівному диску будуть дорівнювати:

$$\delta_a = \delta \pm \sigma_a, \quad (12)$$

де σ_a – середньоквадратичне відхилення інтервалів між суміжними насінинами на висівному елементі, викликане неточністю виготовлення та розташування комірок, а також відносним зміщенням центрів насінин та комірок.

Показник відносної нерівномірності для формованого висівним елементом потоку насіння оцінюється коефіцієнтом варіації ν , який дорівнює:

$$\nu = \frac{\sigma_a}{\delta} \cdot 100\%. \quad (13)$$

З рівняння (13) виходить, що відносна нерівномірність сформованого потоку буде тим вища, чим менший крок розташування комірок на висівному елементі.

Великий практичний інтерес мають показники розподілення насіння в борозні. Тому розглянемо очікуваний результат розподілу вихідного потоку насіння в борозні, при умові, що в наступних фазах процесу висіву не відбудеться його перерозподіл.

За умови забезпечення рівної кількості насіння, яке висівається за одиницю часу апаратом та того насіння, що надходить до борозни, можна записати наступне:

$$\frac{V_k}{\delta} = \frac{V_c}{\delta_b}, \quad (14)$$

звідки:

$$\bar{\delta}_b = \bar{\delta} \cdot \frac{V_c}{V_k}, \quad (15)$$

де V_c – поступальна швидкість сівалки;

δ_b – відстань між суміжними насінинами в борозні.

Тоді, з урахуванням (12), рівняння (15) може бути представлено наступним чином:

$$\delta_b = \bar{\delta} \cdot \frac{V_c}{V_k} \pm \sigma_a \cdot \frac{V_c}{V_k}. \quad (16)$$

З іншого боку:

$$\delta_b = \bar{\delta}_b \pm \sigma_b, \quad (17)$$

де $\bar{\delta}_b$ – середній інтервал (крок) між насінинами в борозні;

σ_b – показник абсолютної нерівномірності (середньоквадратичне відхилення) насіння в борозні.

Оскільки:

$$\bar{\delta}_b = \bar{\delta} \cdot \frac{V_c}{V_k}, \quad (18)$$

то

$$\sigma_b = \sigma_a \cdot \frac{V_c}{V_k}. \quad (19)$$

З рівняння (19) виходить, що абсолютна нерівномірність розподілу (середньоквадратичне відхилення) насіння в борозні буде більше у стільки разів відповідного показника для вихідного потоку насіння, у скільки разів поступальна швидкість руху сівалки більше швидкості обертання комірок висівного елемента.

Згідно визначення, показник відносної нерівномірності, тобто коефіцієнт варіації насіння в борозні дорівнює:

$$v_{\bar{\delta}} = \frac{\sigma_{\bar{\delta}}}{\delta_{\bar{\delta}}} \cdot 100\% . \quad (20)$$

Підставивши у рівняння (20) виразів (18) та (19), отримаємо:

$$v_{\bar{\delta}} = \frac{\sigma_a \cdot \frac{V_c}{V_k}}{\bar{\delta} \cdot \frac{V_c}{V_k}} \cdot 100\% = \frac{\sigma_k}{\delta_k} = v_a . \quad (21)$$

З рівняння (21) виходить, що за умови відсутності перерозподілу потоку насіння в усіх фазах відносна нерівномірність розподілу насіння в борозні дорівнює відносній нерівномірності розподілу насіння в вихідному потоці.

Таким чином, відносна нерівномірність формованого потоку буде тим вища, чим менший крок розташування комірок на висівному диску, а це можливо за рахунок збільшення швидкості обертання комірок висівного елемента та наближення її до поступальної швидкості висівного агрегату за умови збереження їх якісного заповнення, що в свою чергу призведе до збільшення продуктивності висівного апарата.

Список літератури

1. Петренко М.М. Вдосконалення пневмомеханічного висівного апарата для точного висіву насіння пропасних 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. Чичкин В. П. Овощные сеялки и комбинированные агрегаты. / Чичкин В.П. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 392 с.
3. Будагов А. А. Точный посев на высоких скоростях. / Будагов А. А. – Краснодарское книжное изд-во. – 1971. – 139 с.
4. Горячкин В.П. Собрание сочинений, т. 1. / Горячкин В.П. – М.: Колос, 1965. – 714 с.

Н.Петренко, М.Васильковський, Е.Васильковская

К обоснованию параметров пневмомеханического высевального аппарата с периферийным расположением ячеек для точного высева семян пропасных культур

В статье обоснованы условия увеличения производительности оригинального пневмомеханического высевального аппарата с диском, на котором периферийно размещены ячейки для точного посева пропасных культур за счет увеличения скорости вращения ячеек высевального диска, при условии их качественного заполнения.

M. Petrenko; M. Vasylovskiy; K. Vasylovskaya

Before the ground of parameters of pneumomassage sowing vehicle of c by the peripheral location of cells for seed-spacing of seed of the cultivated cultures

In the article reasonable terms of increase of the productivity of original pneumomassage sowing vehicle with a disk, on that the peripherally located cells for seed-spacing of seed of the cultivated cultures due to the increase of velocity of circulation of cells of sowing element on condition of maintenance of them quality filling.

Одержано 10.09.11