

УДК 631.331

© В.В. Абрамова, О.М. Васильковський, к.т.н, К.В. Васильковська, к.т.н  
Кіровоградський національний технічний університет

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПНЕВМОМЕХАНІЧНОГО ВИСІВНОГО АПАРАТА З ДОДАТКОВИМ ДИСКОМ**

*Стаття присвячена проблемі однозернового висіву насіння просапних культур пневмомеханічним висівним апаратом. В ході експериментальних досліджень встановлено вплив оптимальних параметрів роботи сівалки та конструктивних параметрів додаткового диска на якісне виконання технологічного процесу.*

### **ВИСІВНИЙ ДИСК, КОЕФІЦІЄНТ ЗАПОВНЕННЯ КОМІРОК, ПНЕВМОМЕХАНІЧНИЙ АПАРАТ, ОДНОЗЕРНОВИЙ ВИСІВ.**

**Постановка проблеми.** Одним з основних елементів висівного апарата, що суттєво впливає на якість дозування насіння є висівний диск. Проведений огляд відомих конструкцій висівних апаратів [1-5] показав, що різноманітність форми поверхні присмоктувальних отворів та конструкції висівного диску впливає на якість захоплення насіння.

На практиці існують різноманітні форми присмоктувальних отворів (циліндрична, конічна, тороїдальна та ін.), але найбільшого розповсюдження у вітчизняній та зарубіжній техніці набула циліндрична поверхня отвору з прямим кутом кромки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженням процесу заповнення насінниками присмоктувальних отворів займалися Зенін Л.С., Чічкін В.П., Погорілий Л.В., Журавльов Б.І., Свірень М.О., Амосов В.В., та ін. Велику кількість досліджень присвячено вибору оптимальної кількості отворів, конструктивних параметрів воружилки, скидача та впливу форми присмоктувальних отворів на одинарне заповнення висівного диска насінням. Процес захоплення насіння присмоктувальним отвором диска достатньо складний і, на початковому етапі є вирішальним для забезпечення необхідної дозуючої здатності (продуктивності роботи) апарата в цілому.

**Мета дослідження.** Відомо, що в реальних виробничих умовах якість заповнення присмоктувальних отворів висівного диска часто не задовольняє агротехнічних вимог. При малій частоті обертання диску спостерігається висів великої кількості «двійників», а при великій – зростання кількості пропусків, що в результаті впливає на густоту посівів. Отже, обґрунтування конструкції та параметрів

пневмомеханічного висівного апарата для забезпечення однозернового висіву насіння просапних культур є актуальним питанням у сільськогосподарському виробництві.

**Результати дослідження.** В ході вирішення поставленого питання на кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету було удосконалено висівний апарат сівалки УПС-8. Головною особливістю удосконаленого пневмомеханічного висівного апарата [6] є використання оригінального додаткового диска, завдяки якому формується однозерновий потік насіння при різних режимах роботи.

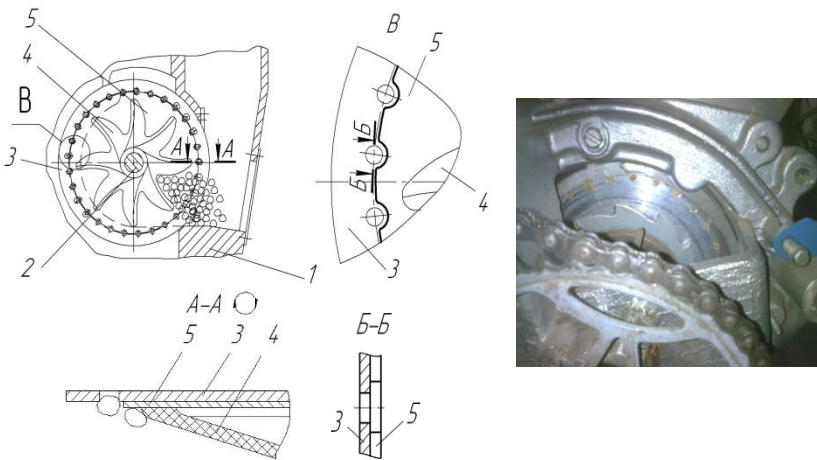


Рис. 1 – Удосконалений пневмомеханічний висівний апарат УПС-8:  
 1 – корпус, 2 – приводний вал, 3 – висівний диск, 4 – ворушилка, 5 – додатковий диск

Удосконалений апарат складається з корпусу 1, на приводному валу 2 якого розміщений висівний диск 3 і ворушилка 4. Між ними встановлений додатковий диск 5, який має фігурні вирізи по контуру. Завдяки оригінальній конструкції додаткового диска основна насіннина швидше орієнтується біля присмоктувального отвору, решта ж насіння відстоїть від нього на відстані товщини додаткового диску і сприймає менше вакууму, ніж потрібно для присмокування.

Результати серії попередніх досліджень [7, 8, 9] показали, що при виборі раціональних конструктивних параметрів додаткового висівного диска (товщини додаткового диска  $\delta$  та радіусу западин  $r$ ), а

також параметрів сівалки (тиску в системі  $P$  та коллової швидкості обертання висівного диску  $V$ ) можна досягти рівномірного однозернового висіву насіння просапних культур. Для визначення раціональних параметрів та режимів роботи висівного апарата використовувався метод планування багатофакторного експерименту.

Метою серії дослідів була реалізація матриці плану  $2^4$  Бокса-Хантера, в результаті чого встановлено вплив факторів розрідження у вакуумній камері ( $AP$ ), швидкості обертання висівного і додаткового диска ( $V$ ), товщини додаткового диска  $\delta$  та радіуса западини додаткового диска  $r$ .

Висівна здатність апарата оцінювалась коефіцієнтом заповнення комірок  $K_z$ , який дорівнює відношенню кількості фактично висіяного насіння за певний проміжок часу до кількості комірок висівного диска, які пройшли точку скидання за той же час.

В той же час, коефіцієнт заповнення комірок може бути рівним 1 при наявності деякої кількості пропусків і такої ж кількості двійників. Для контролю результатів досліджень, проводилась цифрова фото- та відеофіксація процесу висіву.

Результати кодування факторів представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати кодування факторів

Фактор	Натуральне позначення	Кодове позначення	Інтервал варіювання	Рівні варіювання					
				натуральні			кодові		
				верхні	нульові	нижні	верхні	нульові	нижні
Товщина додаткового диска, мм	$\delta$	$x_1$	0,5	2,5	2,0	1,5	+1	0	-1
Радіус западини додаткового диска, мм	$r$	$x_2$	1	3	2,5	2	+1	0	-1
Швидкість обертання висівного та додаткового диска, м/с	$V$	$x_3$	0,05	0,35	0,3	0,25	+1	0	-1
Розрідження вакуумній камері, кПа	$P$	$x_4$	0,5	2,5	1,45	0,4	+1	0	-1

Коефіцієнт заповнення комірок  $K_z$  обрано функцією відгуку.

Результати реалізації матриці планування експерименту наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати реалізації матриці планування експерименту 2<sup>4</sup>

Номер дослід-ду	Фактори				Критерій
	Товщина додаткового диска $\delta$ , мм	Радіус западін додаткового диска, $r$ , мм	Швидкість обертання висівного та додаткового диска, $V$ , м/с	Розрідження у вакуумній камері, $\Delta P$ , кПа	Коефіцієнт заповнення комірок, $K_3$
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$Y$
1	1,5	2	0,24	0,4	247
2	2,5	2	0,24	0,4	88
3	1,5	3	0,24	0,4	376
4	2,5	3	0,24	0,4	332
5	1,5	2	0,35	0,4	98
6	2,5	2	0,35	0,4	48
7	1,5	3	0,35	0,4	327
8	2,5	3	0,35	0,4	228
9	1,5	2	0,24	2,5	89
10	2,5	2	0,24	2,5	58
11	1,5	3	0,24	2,5	300
12	2,5	3	0,24	2,5	299
13	1,5	2	0,35	2,5	169
14	2,5	2	0,35	2,5	99
15	1,5	3	0,35	2,5	409
16	2,5	3	0,35	2,5	344

Для обробки експериментальних даних використовувався пакет STATISTICA 6.4.

Отримано статистичну математичну модель для коефіцієнта заповнення комірок висівного диска  $K_3$  ( $y=K_3$ ). Табличне значення критерію Кохрена при  $n=16$  і  $f_u=2$  дорівнює 0,7679. Число 0,7679 більше ніж 0,707341 тому можна зробити висновок, що процес відтворюється. Дисперсія відтворюваності (помилка дослід) складає 110,47.

Рівняння регресії має вигляд:

$$y = 219,4375 - 64,8750 \cdot x_1 + 214,8750 \cdot x_2 - 8,3750 \cdot x_3 + 2,8750 \cdot x_4 + 12,6250 \cdot x_1 \cdot x_2 - 6,1250 \cdot x_1 \cdot x_3 + 23,1250 \cdot x_1 \cdot x_4 + 80,6250 \cdot x_2 \cdot x_3 + 19,3750 \cdot x_2 \cdot x_4 + 77,1250 \cdot x_3 \cdot x_4. \quad (1)$$

Побудовані поверхні відгуку та лінії рівного виходу для коефіцієнта заповнення комірок висівного диска  $K_3$ .

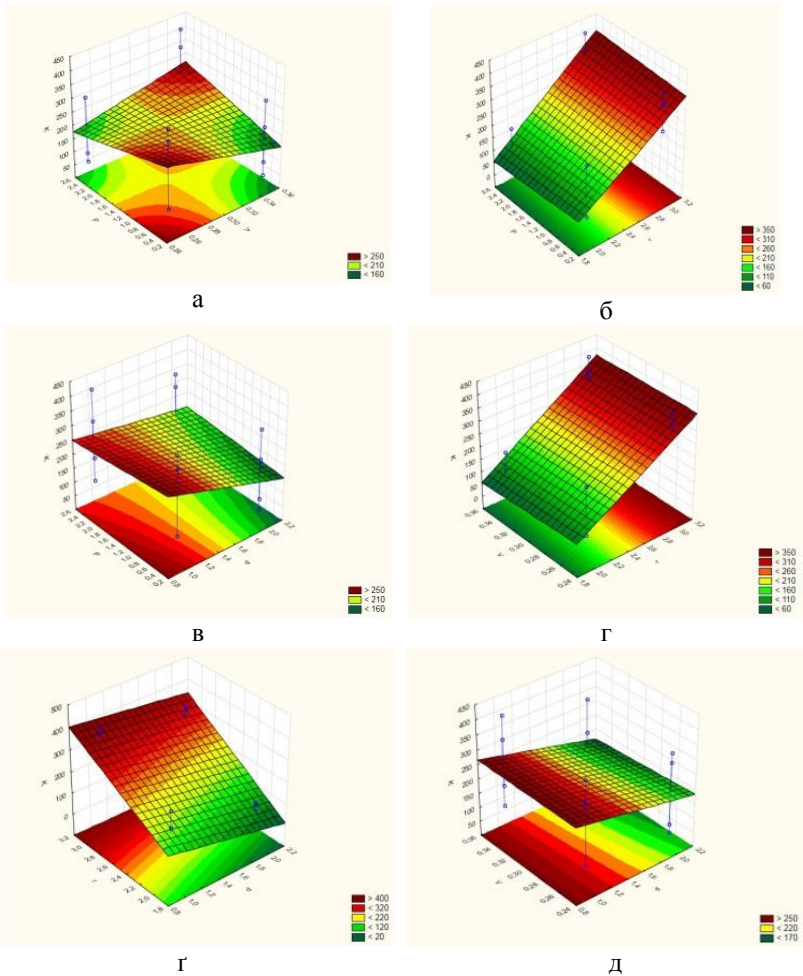


Рис. 2 – Поверхні відгуку та лінії рівного виходу для коефіцієнта заповнення комірок висівного диска: а – залежність  $K_3$  від тиску  $P$  та швидкості  $V$ ; б – залежність  $K_3$  від тиску  $P$  та радіусу  $r$ ; в – залежність  $K_3$  від тиску  $P$  та товщини  $\delta$ ; г – залежність  $K_3$  від швидкості  $V$  та радіусу  $r$ ; д – залежність  $K_3$  від радіусу  $r$  та товщини  $\delta$ ; е – залежність  $K_3$  від швидкості  $V$  та товщини  $\delta$

Проаналізувавши отримані поверхні відгуку та лінії рівного виходу для коефіцієнта заповнення комірок висівного диска  $K_3$ , визначимо оптимальні значення досліджуваних факторів:

- товщина додаткового диска  $x_1 \rightarrow \delta$ , повинна знаходитись у межах від 1,8 до 2,2 мм;
- радіус западин додаткового диска  $x_2 \rightarrow r$ , повинен бути в межах від 2,2 до 2,4 мм;
- колова швидкість комірок висівного диска  $x_3 \rightarrow V_k$ , повинна знаходитись в діапазоні від 0,26 до 0,34 м/с.
- величина розрідження у вакуумній камері  $x_4 \rightarrow \Delta P$ , бути в межах від 2,0 до 2,4 кПа.

**Висновки.** Таким чином, використання додаткового висівного диска надає змогу правильно спрямовувати насінину на стадії її захоплення до центра комірки та усуває можливість захоплення «двійників»; підтримуючи насінину в процесі транспортування до місця скидання. Провівши ряд експериментальних досліджень, ми визначили, що на рівномірне заповнення комірок висівного диска суттєво впливають тиск у системі, колова швидкість комірок висівного диска та радіус западин додаткового диска.

Дослідження, проведені у цьому напрямку, не повністю вирішують дану проблему, а лише підтверджують гіпотезу про можливість підвищення якості дозування насіння пневмомеханічними висівними апаратами шляхом встановлення додаткового диску. Отже, актуальними залишаються дослідження і розробка таких конструктивних елементів пневмомеханічного висівного апарата, які б значно покращували його продуктивність та суттєво впливали на точність висіву насіння просапних культур.

#### Література

1. Амосов. В.В. Обґрунтування параметрів універсального висівного апарата для просапних культур: дис. на здоб. наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11. «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / В.В. Амосов. – Кіровоград, КНТУ, 2007.
2. Зенин Л.С. Исследование пневматического высевающего аппарата точного высева: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук / Зенин Л.С. – Алма-Ата, 1962. – 36 с.
3. Журавлев Б.И. Исследование пневматических высевающих аппаратов для точного высева семян. / Журавлев Б. И. // Тракторы и с.-х. машины. – 1961.– №9.

4. Чичкин В.П. Овощные сеялки и комбинированные агрегаты. / Чичкин В.П. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 392 с.

5. Васильковська К.В. Обґрунтування параметрів універсального пневмомеханічного висівного апарата точного висіву: дис. на здоб. наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11. «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / К.В. Васильковська. – Кіровоград, 2014.

6. Пат. 63895 U Україна, МПК А01С 7/04 (2006.01). Пневмомеханічний висівний апарат / Шмат С.І., Свірень М.О., Абрамова В.В., Лушніков В.М.; заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет. – №u201103252; заявл. 21.03.2011; опубл. 25.10.2011, Бюл. № 20.

7. Абрамова В.В. Удосконалення конструкції пневмомеханічного висівного апарата / В. В. Абрамова, О. М. Васильковський, М. М. Шокін. // Збірник наукових праць Луцького національного технічного університету: Сільськогосподарські машини, ЛНТУ, Луцьк. - 2013. - Вип. 24. - С. 3-9.

8. Васильковський О.М. Експериментальні дослідження пневмомеханічного висівного апарата для висіву насіння просапних культур / О.М. Васильковський, В.В. Абрамова, К.В. Васильковська, Д.І. Петренко // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету: Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. вип.27 – Кіровоград, КНТУ, 2014. – С. 161-167.

9. Vasytkovs'ka Katerina Characterization of peripherally based cells of the pneumatic-mechanical seeding machine of accurate sowing for tilled crops / Katerina Vasytkovs'ka, Olexyi Vasytkovs'kyu, Sergiy Leschenko, Dmitro Petrenko // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 44 – Кіровоград: КНТУ, 2014. – С. 3-6.

*Рецензент д.т.н., проф. М.О. Свірень*