

## РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВИТИРАННЯ НАСІННЯ ДИСКОВО-ТЕРКОВИМ ПРИСТРОЄМ

*Твердохліб Ігор Вікторович асистент  
Спірін Анатолій Володимирович к.т.н., доцент  
Вінницький національний аграрний університет  
Tverdokhlib I.  
Spirin A.V.  
Vinnytsia National Agrarian University*

**Анотація:** наведені результати експериментальних досліджень процесу витирання насіння люцерни дисково-терковим пристроєм. Одержано емпіричні математичні моделі, які характеризують ступінь витирання насіння люцерни залежно від основних конструктивно-кінематичних параметрів дисково-теркового пристрою та варіантів виконання нерухомого диска. На основі проведених досліджень встановлено раціональні режими роботитеркового пристрою.

**Ключові слова:** насіння люцерни, дисково-терковий пристрій, конструкція нерухомого диска, ступінь витирання насіння, частота обертання диска, математична модель.

### **Постановка проблеми**

Обробка насіння люцерни шляхом його витирання з обмолоченого комбайном вороху, є однією із важливих і складних технологічних операцій у загальному контексті технологічного процесу збирання насіння люцерни. Збільшення ступеня витирання насіння, зменшення його пошкодження та втрат, є пріоритетними завданнями в аспекті дотримання агротехнічних вимог до процесу обробки насіння, тобто до якості посівного насінневого матеріалу.

Найбільш ефективною технологією збирання насінників трав є пряме комбайнування зі збиранням вороху в бункер комбайна, при цьому загальна кількість насінників складає 83 % від зібраного біологічного врожаю [1]. Проте, в зібраному воросі насіння люцерни може бути до 5...20 % невитертих з бобів насінин [2]. Для повного витирання насіння з невитертих бобів проводять подальшу обробку вороху із застосуванням технологічних ліній післязбиральної обробки насіння трав, де обов'язковою є стаціонарна операція витирання (домолочення) невитертих в процесі збирання бобів.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Відомі результати наукових досліджень, які наведені в працях [3-6 та ін.], як правило характеризують тільки основні принципи функціонування дисково-теркових пристроїв без критеріального аналізу загальних аспектів та шляхів підвищення їх показників якості роботи. Дані дослідження є подальшим розвитком технологічних засад функціонування стаціонарних молотильно-сепарувальних пристроїв і зернозбиральних комбайнів загалом.

### **Мета дослідження**

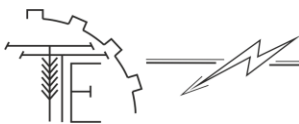
Метою даних досліджень є подальший розвиток методології оптимізації параметрів і режимів роботи дисково-теркових пристроїв.

### **Результати дослідження**

Для обґрунтування основних конструктивно-технологічних параметрів дисково-теркового пристрою (ДТП) провели лабораторні експериментальні дослідження зміни кількісних показників (маси витертого насіння  $m_{iv}^{W_v}$  (г) та ступеня витирання насіння  $P_{iv}^{W_v}$  (%) вороху люцерни залежно від зміни частоти обертання рухомого диска  $n$  і кількості проходів  $k_n$  технологічної маси у межах зміни відповідних факторів  $480 \leq n \leq 1080$  (об/хв),  $1 \leq k_n \leq 5$  (шт.) і конструктивного виконання обертового та нерухомого дисків ДТП.

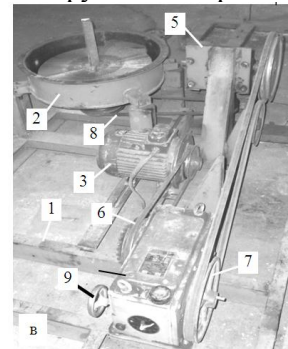
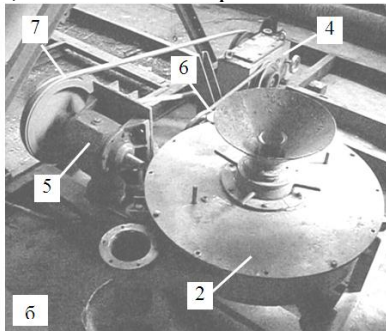
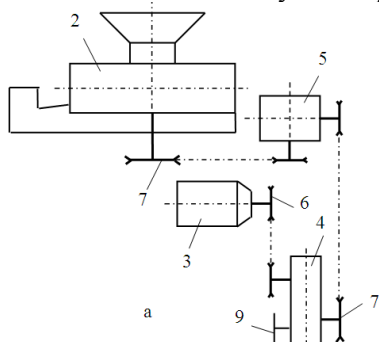
Конструктивну схему лабораторної установки для дослідження технологічного процесу витирання насіння вороху люцерни та її загальний вигляд наведено на рис. 1, при цьому конструктивне виконання обертового та нерухомого дисків було наступним:

- варіант 1: обертовий диск виконано ребристим, а нерухомий виконано у вигляді диска з закріпленими на ньому шістьма бичами та плоскими пластинами, які встановлено у міжбазовому просторі;
- варіант 2: обертовий диск виконано ребристим, а в міжбазовому просторі нерухомого диска між шістьма бичами по колу діаметром 400 мм закріплено кільцеві вставки з арматури № 8;
- варіант 3: обертовий диск виконано ребристим, а в міжбазовому просторі нерухомого диска



між шістьма бичами по колу діаметром 400 мм закріплено кільцеві вставки з арматури, висота яких дорівнює висоті виступу бичів;

- варіант 4: обертовий диск виконано ребристим, а в міжбазовому просторі нерухомого диска між шістьма бичами по колу діаметром 200, 250 і 300 мм закріплено кільцеві вставки з прутка діаметром 6 мм.



**Рис. 1. Конструктивна схема (а) та загальний вигляд (б, в) лабораторної установки: 1 – рама; 2 – ДТП; 3 – електродвигун; 4 – варіатор обертів; 5 – конічний редуктор; 6, 7, 8 – клинопасова передача; 9 – рукоятка**

Для встановлення впливу вологості  $w_{iv}$  (%) наважки технологічного матеріалу (вороху люцерни) на кількісні показники параметрів оптимізації (маси витертого насіння  $m_{iv}^{w_{iv}}$  та ступеня витирання насіння  $P_{iv}^{w_{iv}}$  люцерни) експериментальні дослідження провели для трьох фіксованих значень абсолютної вологості вороху –  $w_{iv} = 18, 21$  і  $24$  %, при цьому вважали, що встановлення та прийняття вологості вороху  $w_{iv}$  наважки насіння люцерни у якості основного третього діючого фактора, є неприйнятним за причиною дуже значної зміни вологості вороху  $w_{iv}$  за час проведення експериментів. Тобто, у цьому випадку фактор «вологість наважки вороху»  $w_{iv}$  є некерованим і нерегульованим, тому такий фактор не може бути прийнятним в якості основного діючого фактора [7].

Маса наважки технологічного матеріалу (вороху люцерни) кожного порядкового номера експерименту була постійною та становила  $400 \pm 5$  г, вміст насіння –  $33...34$  %, похибка значень вимірювання вологості вороху –  $\pm 0,5$  %.

Результати реалізації план-матриці кожного з варіантів експериментальних досліджень маси витертого насіння  $m_{iv}^{w_{iv}}$  та ступеня витирання насіння  $P_{iv}^{w_{iv}}$  вороху люцерни, або експериментальний масив даних наведено у табл. 1-3.

**Таблиця 1**

Результати експериментальних досліджень  $m_{iv}^{(18)}, P_{iv}^{(18)}$  за вологості вороху  $W_{iv} = 18$  %

№ експ.	$n$ , об/хв	$k_n$ , шт.	$m_{1v}^{(18)}$ , Г	$P_{1v}^{(18)}$ , %	$m_{2v}^{(18)}$ , Г	$P_{2v}^{(18)}$ , %	$m_{3v}^{(18)}$ , Г	$P_{3v}^{(18)}$ , %	$m_{4v}^{(18)}$ , Г	$P_{4v}^{(18)}$ , %
1	480	1	26	6,6	35	8,8	29	7,3	40	10,0
2	780	1	47	11,8	61	15,3	62	15,5	67	16,8
3	1080	1	68	17,0	80	20,0	90	22,5	98	24,5
4	480	3	47	1,8	50	12,5	51	12,8	65	16,3
5	780	3	79	19,8	67	16,8	97	24,3	89	22,3
6	1080	3	100	25,0	107	26,8	110	27,5	120	30,0
7	480	5	55	13,8	94	23,5	70	17,3	80	20,0
8	780	5	91	22,8	110	27,5	115	28,8	98	24,5
9	1080	5	107	26,8	120	30,0	120	30,0	130	32,6

**Таблиця 2**

Результати експериментальних досліджень  $m_{iv}^{(21)}, P_{iv}^{(21)}$  за вологості вороху  $W_{iv} = 21$  %

№ експ.	$n$ , об/хв	$k_n$ , шт.	$m_{1v}^{(21)}$ , Г	$P_{1v}^{(21)}$ , %	$m_{2v}^{(21)}$ , Г	$P_{2v}^{(21)}$ , %	$m_{3v}^{(21)}$ , Г	$P_{3v}^{(21)}$ , %	$m_{4v}^{(21)}$ , Г	$P_{4v}^{(21)}$ , %
1	480	1	29	7,3	38	9,5	32	8	44	11,0
2	780	1	51	12,8	66	16,5	67	16,8	72	18,0
3	1080	1	76	19,0	89	22,3	98	24,5	109	27,3



Продовження Таблиці 2

4	480	3	49	12,3	53	13,3	53	13,3	68	17,0
5	780	3	82	20,5	71	17,8	102	25,5	93	3,3
6	1080	3	116	29	122	30,5	128	32,0	127	31,8
7	480	5	57	14,3	97	24,3	74	18,5	85	21,3
8	780	5	95	23,3	125	31,2	119	29,8	104	26,0
9	1080	5	127	31,8	135	33,8	135	33,8	135	33,8

**Таблиця 3**

Результати експериментальних досліджень  $m_{iv}^{(24)}$ ,  $P_{iv}^{(24)}$  за вологості вороху  $W_{3v} = 24\%$

№ експ.	$n$ , об/хв	$k_n$ , шт.	$m_{1v}^{(24)}$ , г	$P_{1v}^{(24)}$ , %	$m_{2v}^{(24)}$ , г	$P_{2v}^{(24)}$ , %	$m_{3v}^{(24)}$ , г	$P_{3v}^{(24)}$ , %	$m_{4v}^{(24)}$ , г	$P_{4v}^{(24)}$ , %
1	480	1	24	6,0	32	8,0	25	6,3	35	8,8
2	780	1	43	10,8	57	15,5	57	15,5	62	16,8
3	1080	1	63	15,8	76	19,0	85	21,3	95	25,0
4	480	3	43	10,8	47	11,8	48	12,0	61	15,3
5	780	3	75	18,8	62	16,8	93	23,3	84	21,0
6	1080	3	95	23,3	102	25,5	105	26,3	114	28,5
7	480	5	51	12,8	90	22,5	66	16,5	76	19,0
8	780	5	87	21,8	115	28,8	117	29,3	94	23,5
9	1080	5	101	25,3	125	31,2	125	31,2	124	31,1

Обробку одержаного масиву експериментальних даних для всіх варіантів реалізації дослідження провели згідно з відомими положеннями і методикою, яку наведено у [7, 8].

Апроксимуючу функцію параметра оптимізації, адекватність якої перевіряли згідно з відомими положеннями [8], тобто характер зміни маси витертого насіння  $m_{iv}^{W_v}$  та ступеня витирання насіння  $P_{iv}^{W_v}$  люцерни, визначених експериментальним шляхом для кожного з варіантів, знаходили у вигляді математичної моделі повного квадратного полінома [9].

Після визначення коефіцієнтів апроксимуючої функції, оцінки статистичної значущості коефіцієнтів рівняння регресії та переходу від кодованих позначень діючих змінних факторів до натуральних було одержано значення коефіцієнтів рівняння регресії у натуральних величинах. Кінцевий вигляд рівняння регресії зміни параметрів оптимізації, тобто маси витертого насіння  $m_{iv}^{W_v}$  та ступеня витирання насіння  $P_{iv}^{W_v}$  вороху люцерни для кожного з конструктивного варіанту виконання ДТП (варіантів виконання конструкції нерухомого диска) залежно від частоти обертання рухомого диска  $n$  і кількості проходів  $k_n$  технологічної маси для трьох фіксованих значень вологості наважки матеріалу у натуральних величинах представлено як функціонал  $m_{iv}^{(W_v)}; (P_{iv}^{(W_v)}) = f_{m(P)}(n; k_n)$ .

За результатами ПФЕ 3<sup>2</sup>:

**1. Значення вологості наважки вороху люцерни  $W_{1v} = 18\%$ :**

- для варіанту 1:

$$m_{1v}^{(18)} = -59,85 + 0,16n + 20,58k_n + 0,004nk_n - 5,7 \cdot 10^{-5}n^2 - 2,42k_n^2; \quad (1)$$

$$P_{2v}^{(18)} = -8,48 + 0,04n + 5,09k_n - 0,001nk_n - 1,4 \cdot 10^{-5}n^2 + 0,6k_n^2; \quad (2)$$

- для варіанту 2:

$$m_{2v}^{(18)} = -34,14 + 0,14n + 6,3k_n - 0,01nk_n - 2,7 \cdot 10^{-5}n^2 + 2,38k_n^2; \quad (3)$$

$$P_{2v}^{(18)} = -8,48 + 0,04n + 1,55k_n - 0,003nk_n - 7 \cdot 10^{-6}n^2 + 0,59k_n^2; \quad (4)$$

- для варіанту 3:

$$m_{3v}^{(18)} = -119,86 + 0,33n + 21,41k_n - 0,01nk_n - 0,0001n^2 - 1,25k_n^2; \quad (5)$$

$$P_{3v}^{(18)} = -30,1 + 0,08n + 5,33k_n - 0,001nk_n - 3,7 \cdot 10^{-5}n^2 - 0,33k_n^2; \quad (6)$$

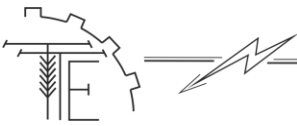
- для варіанту 4:

$$m_{4v}^{(18)} = -0,59 + 0,03n + 19,93k_n - 0,003nk_n + 4,6 \cdot 10^{-5}n^2 - 1,46k_n^2; \quad (7)$$

$$P_{4v}^{(18)} = -0,12 + 0,007n + 5,0k_n - 0,001nk_n + 1,2 \cdot 10^{-5}n^2 - 0,37k_n^2. \quad (8)$$

**2. Значення вологості наважки вороху люцерни  $W_{2v} = 21\%$ :**

- для варіанту 1:



$$m_{1v}^{(21)} = -29,88 + 0,08n + 17,53k_n + 0,01nk_n - 3,7 \cdot 10^{-6}n^2 - 2,46k_n^2; \quad (9)$$

$$P_{1v}^{(21)} = -6,36 + 0,02n + 4,42k_n + 0,002nk_n + 9,3 \cdot 10^{-7}n^2 - 0,63k_n^2; \quad (10)$$

- для варіанту 2:

$$m_{2v}^{(21)} = -8,24 + 0,08n + 3,39k_n - 0,01nk_n + 1,9 \cdot 10^{-5}n^2 + 2,42k_n^2; \quad (11)$$

$$P_{2v}^{(21)} = -1,91 + 0,02n + 0,89k_n - 0,001nk_n + 5 \cdot 10^{-6}n^2 - 0,6k_n^2; \quad (12)$$

- для варіанту 3:

$$m_{3v}^{(21)} = -103,07 + 0,28n + 22,79k_n - 0,002nk_n - 0,0001n^2 - 1,71k_n^2; \quad (13)$$

$$P_{3v}^{(21)} = -25,8 + 0,07n + 5,67k_n + 0,0005nk_n - 2,6 \cdot 10^{-5}n^2 - 0,43k_n^2; \quad (14)$$

- для варіанту 4:

$$m_{4v}^{(21)} = 3,25 + 0,03n - 19,38k_n - 0,006nk_n + 5,7 \cdot 10^{-5}n^2 - 1,08k_n^2; \quad (15)$$

$$P_{4v}^{(21)} = 0,74 + 0,006n + 4,9k_n - 0,002nk_n + 1,4 \cdot 10^{-5}n^2 - 0,28k_n^2. \quad (16)$$

**3. Значення вологості наважки вороху люцерни  $W_{3v} = 24\%$ :**

- для варіанту 1:

$$m_{1v}^{(24)} = -61,51 + 0,16n + 19,76k_n + 0,005nk_n - 6,1 \cdot 10^{-5}n^2 - 2,38k_n^2; \quad (17)$$

$$P_{1v}^{(24)} = -15,56 + 0,04n + 4,72k_n + 0,001nk_n - 1,6 \cdot 10^{-5}n^2 - 0,55k_n^2; \quad (18)$$

- для варіанту 2:

$$m_{2v}^{(24)} = -6,32 + 0,07n - 1,58k_n - 0,004nk_n - 7,4 \cdot 10^{-6}n^2 + 3,04k_n^2; \quad (19)$$

$$P_{2v}^{(24)} = -6,65 + 0,03n - 0,12k_n - 0,001nk_n - 7,8 \cdot 10^{-6}n^2 + 0,7k_n^2; \quad (20)$$

- для варіанту 3:

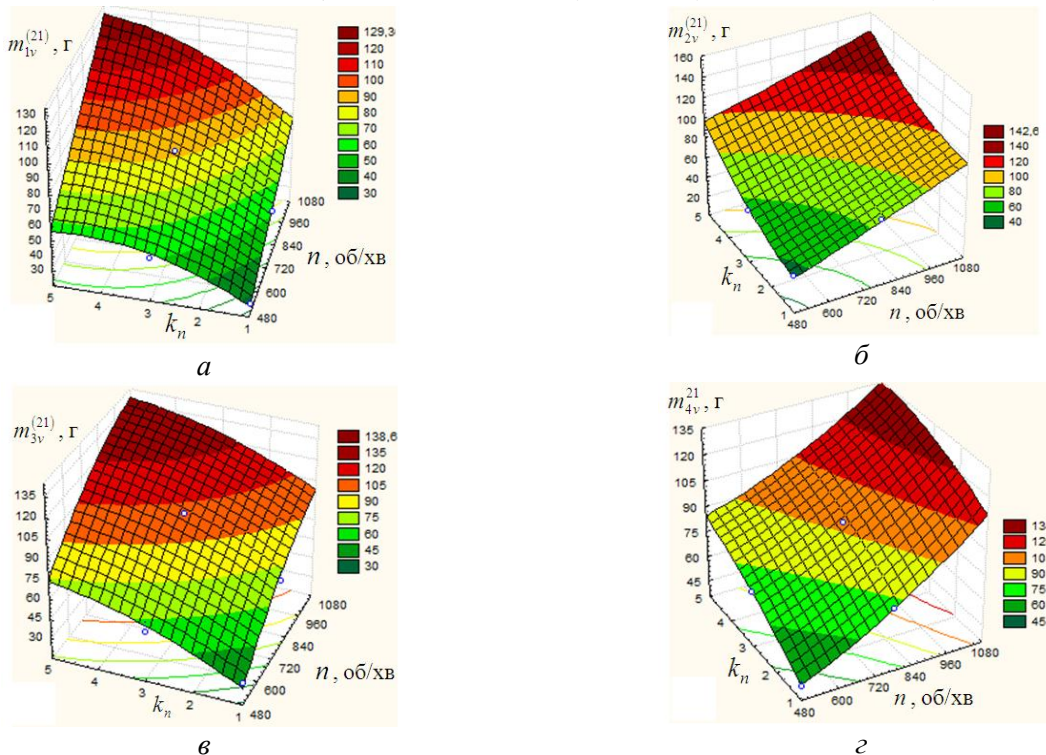
$$m_{3v}^{(24)} = -118,1 + 0,33n + 16,33k_n - 0,0004nk_n - 0,0001n^2 - 0,71k_n^2; \quad (21)$$

$$P_{3v}^{(24)} = -31,42 + 0,09n + 3,7k_n - 0,001nk_n - 4,2 \cdot 10^{-5}n^2 - 0,13k_n^2; \quad (22)$$

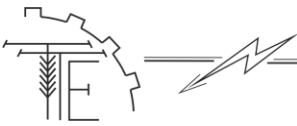
- для варіанту 4:

$$m_{4v}^{(24)} = -7,24 + 0,03n + 20,4k_n - 0,01nk_n + 4,6 \cdot 10^{-5}n^2 - 1,33k_n^2; \quad (23)$$

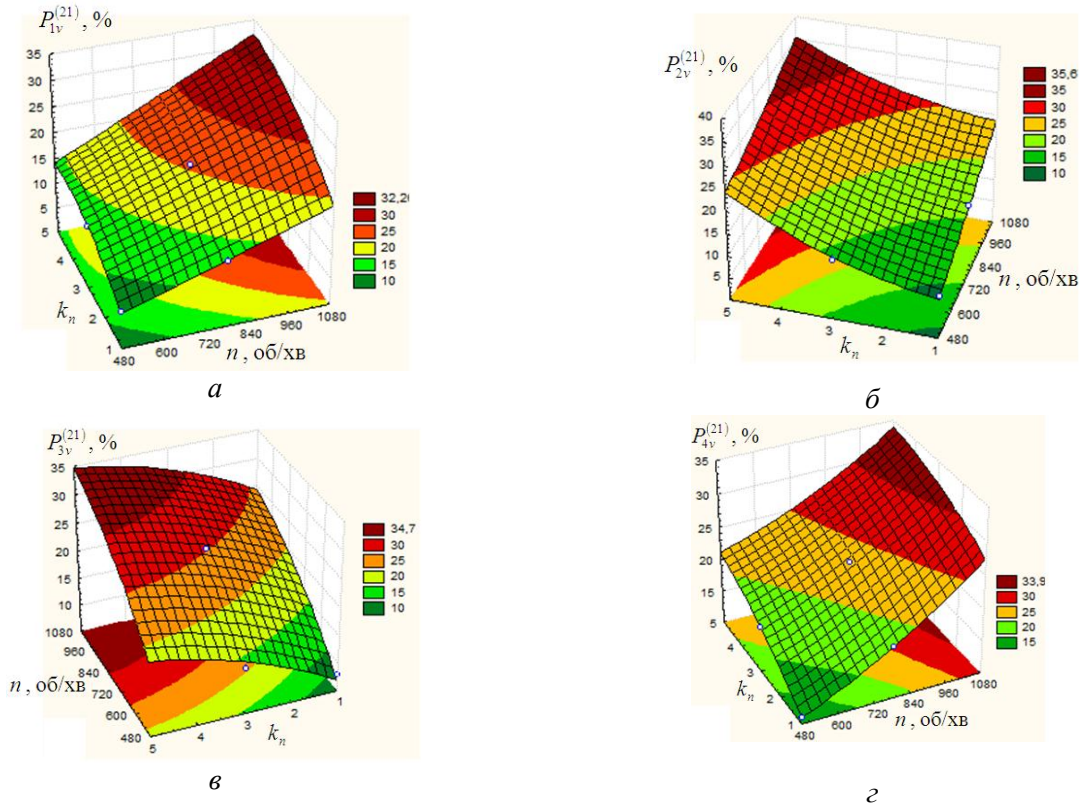
$$P_{4v}^{(24)} = -3,1 + 0,01n + 4,6k_n - 0,001nk_n + 9,4 \cdot 10^{-6}n^2 - 0,23k_n^2; \quad (24)$$



**Рис. 2. Поверхня відгуку зміни маси витертого насіння  $m_{iv}^{(21)}$  вороху люцерни як функціонал  $m_{iv}^{(21)} = f_m(n; k_n)$  за вологості наважки  $W_{2v} = 21\%$ : а, б, в, г – відповідно, для варіанту 1, 2, 3, 4 конструктивного виконання ДТП**



Одержані регресійні залежності (1)-(24) можуть бути використані для визначення маси витертого насіння  $m_{iv}^{W_{iv}}$  та ступеня витирання насіння  $P_{iv}^{W_{iv}}$  вороху люцерни для кожного з конструктивних варіантів виконання ДТП у межах діапазону зміни значень факторів  $480 \leq n \leq 1080$  (об/хв) і  $1 \leq k_n \leq 5$  (шт.) за трьох постійних значень вологості наважки вороху  $W_{iv} = 18, 21$  і  $24$  %.



**Рис. 3. Поверхня відгуку зміни ступеня витирання насіння  $P_{iv}^{(21)}$  як функціонал  $P_{iv}^{(21)} = f_p(n; k_n)$  за вологості наважки  $W_{2v} = 21$  %: а, б, в, г – відповідно, для варіанту 1, 2, 3, 4 конструктивного виконання ДТП**

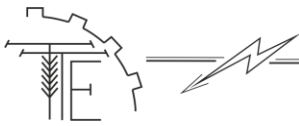
Аналіз одержаних рівнянь регресії (1)-(24) та побудованих згідно з ними поверхонь відгуку (рис. 2-5) як функціонала  $m_{iv}^{(W_{iv})} = f_m(n; k_n)$ ,  $P_{iv}^{(W_{iv})} = f_p(n; k_n)$  показує, що основний масив апроксимованих експериментальних значень маси витертого насіння  $m_{iv}^{W_{iv}}$  та ступеня витирання насіння  $P_{iv}^{W_{iv}}$  вороху люцерни знаходиться у межах:

- за вологості наважки вороху люцерни  $W_{iv} = 18$  %: варіант 1 –  $m_{1v}^{(18)} = 25...110$  г;  $P_{1v}^{(18)} = 6...28$  %; варіант 2 –  $m_{2v}^{(18)} = 30...123$  г;  $P_{2v}^{(18)} = 10...32$  %; варіант 3 –  $m_{3v}^{(18)} = 30...130$  г;  $P_{3v}^{(18)} = 7...31$  %; варіант 4 –  $m_{4v}^{(18)} = 42...132$  г;  $P_{4v}^{(18)} = 10...33$  %;

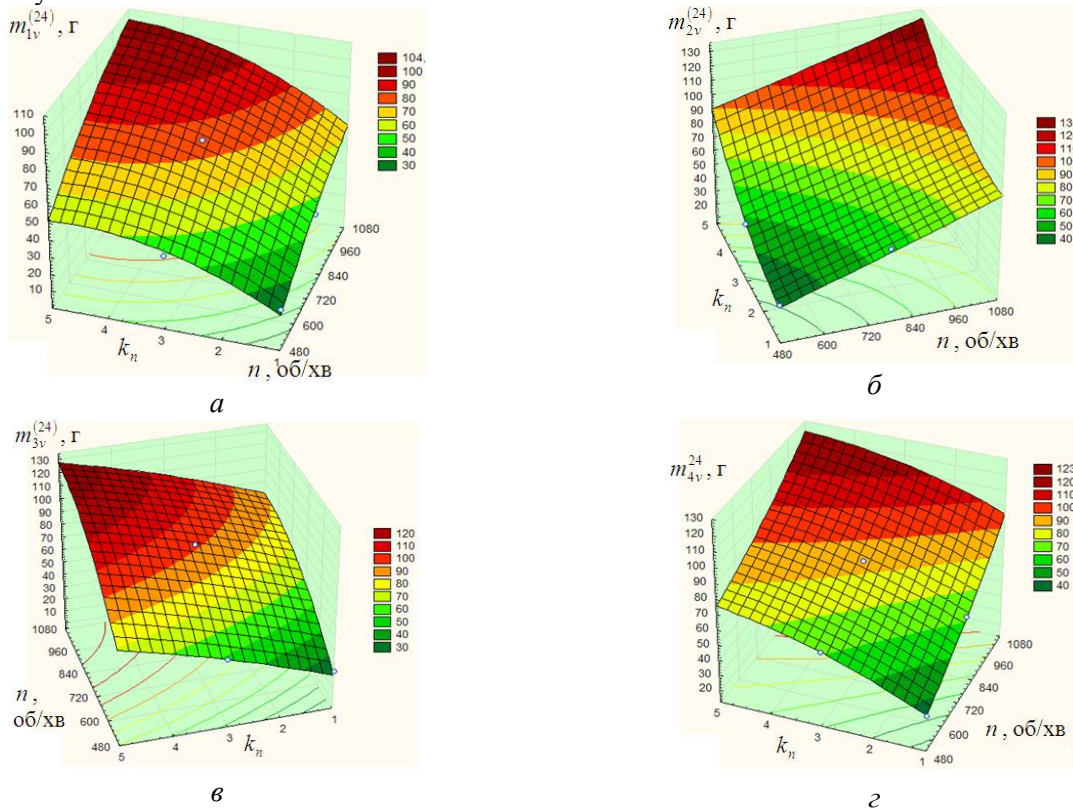
- за вологості наважки вороху люцерни  $W_{2v} = 21$  % (рис. 2, 3): варіант 1 –  $m_{1v}^{(21)} = 30...129$  г;  $P_{1v}^{(21)} = 10...32$  %; варіант 2 –  $m_{2v}^{(21)} = 40...142$  г;  $P_{2v}^{(21)} = 10...34$  %; варіант 3 –  $m_{3v}^{(21)} = 30...135$  г;  $P_{3v}^{(21)} = 10...34$  %; варіант 4 –  $m_{4v}^{(21)} = 45...135$  г;  $P_{4v}^{(21)} = 15...34$  %;

- за вологості наважки вороху люцерни  $W_{3v} = 24$  % (рис. 4, 5): варіант 1 –  $m_{1v}^{(24)} = 30...105$  г;  $P_{1v}^{(24)} = 6...26$  %; варіант 2 –  $m_{2v}^{(24)} = 40...130$  г;  $P_{2v}^{(24)} = 9...30$  %; варіант 3 –  $m_{3v}^{(24)} = 30...120$  г;  $P_{3v}^{(24)} = 10...30$  %; варіант 4 –  $m_{4v}^{(24)} = 40...123$  г;  $P_{4v}^{(24)} = 10...30$  %.

Характер зміни діапазону апроксимованих значень маси витертого насіння  $m_{iv}^{W_{iv}}$  та ступеня витирання насіння  $P_{iv}^{W_{iv}}$  вороху люцерни для всіх варіантів конструктивного виконання нерухомого диска ДТП і фіксованих значень вологості  $W_{iv}$  наважки залежно від кожного окремого діючого фактора у



межах його зміни ідентичний – при збільшенні частоти обертання  $n$  рухомого диска та кількості проходів  $k_n$  параметри оптимізації також зростають згідно з квадратичною залежністю. При цьому значний приріст (у середньому в 2,5...3 рази), як і маси витертого насіння  $m_{iv}^{W_v}$ , так і ступеня витирання насіння  $P_{iv}^{W_v}$  вороху люцерни відбувається за значень частоти обертання  $n$  рухомого диска та кількості проходів  $k_n$  у межах зміни  $480 \leq n \leq 800$  об/хв,  $1 \leq k_n \leq 3$ . Подальше збільшення частоти обертання  $n$  рухомого диска до межі 1080 об/хв та кількості проходів  $k_n = 5$  призводить до несуттєвого збільшення (незначного зростання) кількісних показників  $m_{iv}^{W_v}$  і  $P_{iv}^{W_v}$  – відповідно, в середньому на 10...15 г і 2...4 %.



**Рис. 4. Поверхня відгуку зміни маси витертого насіння  $m_{iv}^{(24)}$  вороху люцерни як функціонал  $m_{iv}^{(24)} = f_m(n; k_n)$  за вологості наважки  $W_{3v} = 24$  %: а, б, в, г – відповідно, для варіанту 1, 2, 3, 4 конструктивного виконання ДТП**

Найбільші показники маси витертого насіння  $m_{iv}^{W_v}$ , а відповідно і ступеня витирання насіння  $P_{iv}^{W_v}$  люцерни відносно маси завантажено вороху, досягається за значення вологості матеріалу наважки (вороху люцерни)  $W_{2v} = 21$  % для всіх варіантів конструктивного виконання нерухомого диска ДТП.

При значенні вологості  $W_{1v} = 18$  % матеріалу наважки і  $W_{3v} = 24$  %, або зниження і підвищення вологості відносно значення  $W_{2v} = 21$  % показники параметрів оптимізації у загальному контексті зменшуються, але градієнт зниження  $m_{iv}^{W_v}$  і  $P_{iv}^{W_v}$  для варіантів виконання нерухомого диска ДТП різний.

Найбільш суттєві зменшення  $m_{iv}^{W_v}$  (у межах 20...30 г) спостерігаються для варіанту 4, а  $P_{iv}^{W_v}$  (у межах 5...10 %) – для варіанту 1 за вологості  $W_{3v} = 24$  %.

Найменша розбіжність зниження показників маси витертого насіння  $m_{iv}^{(W_v)}$  (у межах 5...7 г) і ступеня витирання насіння  $P_{iv}^{(W_v)}$  (у межах 2...4 %) відповідає варіантам 2 і 3 конструктивного виконання нерухомого диска ДТП.

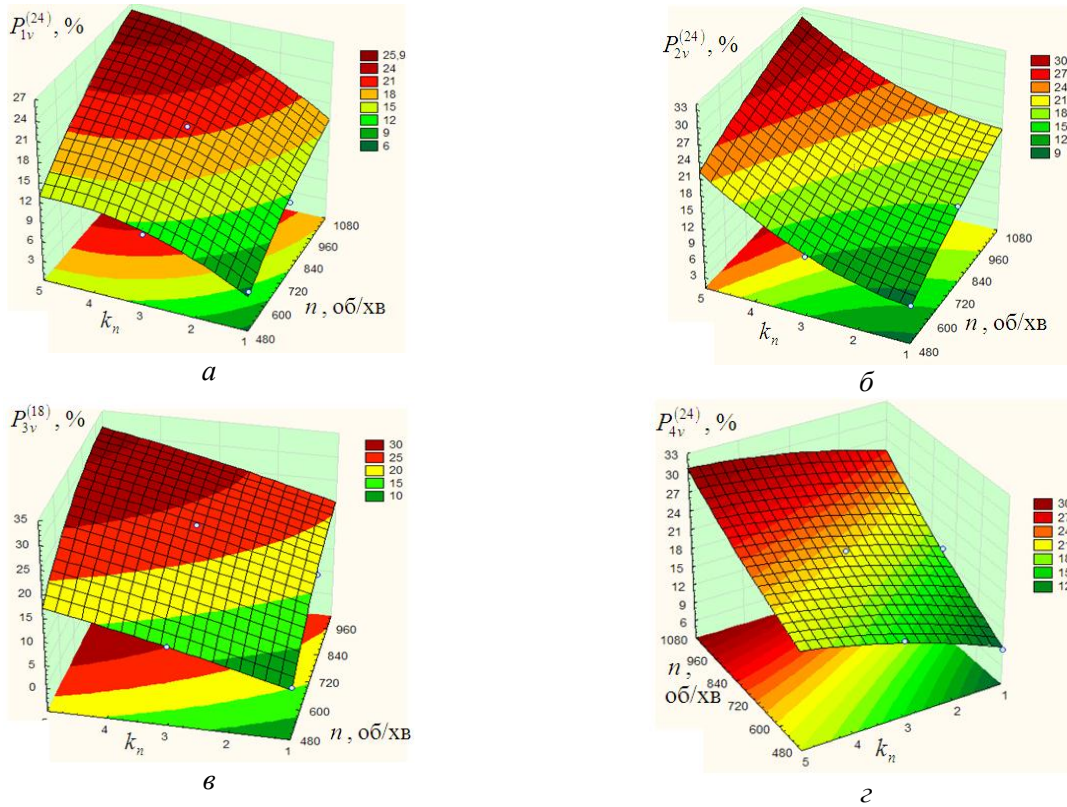


Рис. 5. Поверхня відгуку зміни ступеня витирання насіння  $P_{iv}^{(24)}$  як функціонал  $P_{iv}^{(24)} = f_p(n; k_n)$  за вологості наважки  $W_{3v} = 24\%$ : а, б, в, г – відповідно, для варіанту 1, 2, 3, 4 конструктивного виконання ДТП

Максимальні показники маси витертого насіння  $m_{iv}^{W_v} = 136$  г і ступеня витирання насіння  $P_{iv}^{W_v} = 34\%$  люцерни відносно маси завантажено вороху, одержано за значення вологості  $W_{2v} = 21\%$  для варіантів 2 і 3 конструктивного виконання нерухомого диска за значень  $n = 1080$  об/хв і  $k_n = 5$ .

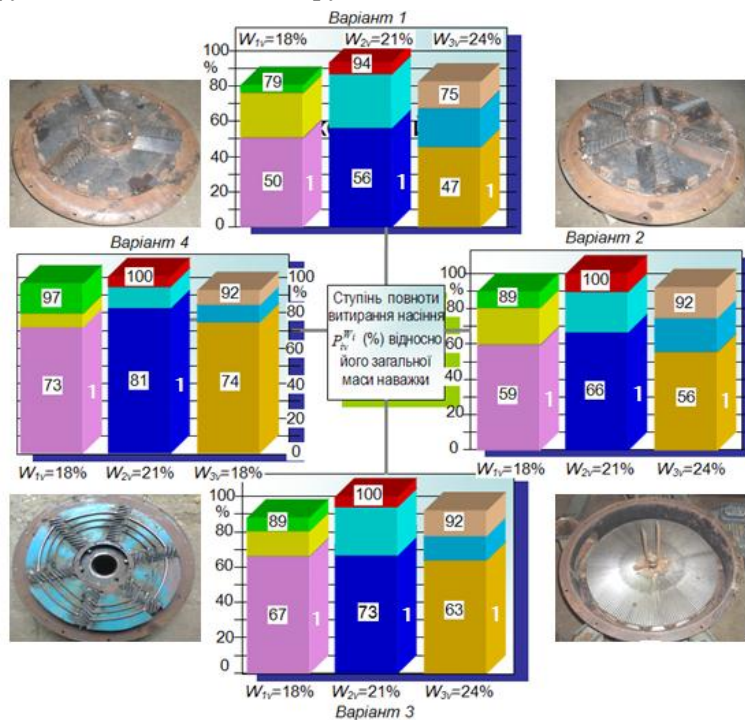
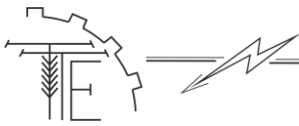


Рис. 6. Діаграма зміни ступеня витирання насіння  $P_{iv}^{W_v}$  (%) відносно загальної маси завантаженого насіння; 1, 2, 3, 4 – варіанти конструктивного виконання ДТП



Для проведення узагальненого аналізу показників якості роботи ДТП було побудовано діаграму зміни ступеня витирання насіння  $p_{iv}^{W_v}$  (%) відносно загальної маси завантаженого насіння  $m_z$  у складі наважки вороху залежно від кількості проходів  $k_n$  для всіх прийнятих варіантів конструктивного виконання нерухомого диска за фіксованих значень вологості наважки  $W_{iv} = 18, 21$  і  $24$  %, яку наведено на рис. 6.

При цьому загальна маса завантаженого насіння  $m_z$  у складі наважки вороху люцерни становила  $m_z = 135$  г, а показник  $p_{iv}^{W_v}$  (у %) визначали відносно кількісного значення маси витертого насіння  $m_{iv}^{(W_{iv})}$  за максимальної частоти обертання рухомого диска ДТП  $n = 1080$  об/хв, що наведено у табл. 1-3.

Результати обробки експериментальних даних з визначення  $p_{iv}^{W_v}$  наведено у табл. 4.

На основі аналізу рис. 6 було встановлено, що:

- найбільші значення ступеня витирання насіння  $p_{iv}^{(W_v)}$  за один робочий прохід одержано за вологості матеріалу наважки  $W_{2v} = 21$  % для всіх варіантів конструктивного виконання нерухомого диска ДТП, при цьому максимальне значення ступеня витирання насіння  $p_{iv.1max}^{(W_v)}$  відповідає варіанту 4, або  $p_{4v.1max}^{(21)} = 81$  %;

- розбіжність значення зменшення ступеня витирання насіння  $p_{iv}^{(18)}$  і  $p_{iv}^{(24)}$  за один робочий прохід за вологості матеріалу наважки  $W_{1v} = 18$  % і  $W_{3v} = 24$  % відносно показника  $p_{iv}^{(21)}$ , яке знаходиться у межах 5...10 % для всіх варіантів конструктивного виконання нерухомого диска ДТП приблизно однакова та становить 2...3 %;

- максимальне значення ступеня витирання насіння  $p_{iv.i max}^{(W_v)}$  (повне витирання насіння з вороху люцерни, або  $p_{iv.i max}^{(W_v)} = 100$  %) одержано за п'ять робочих проходів і вологості матеріалу наважки  $W_{2v} = 21$  % для варіанту 2, 3 і 4 конструктивного виконання нерухомого диска, при цьому найменше значення приросту ступеня витирання насіння  $p_{iv.5max}^{(21)}$  за п'ять робочих проходів відносно аналогічного показника  $p_{iv.3max}^{(21)}$  за три робочих проходи відповідає варіанту 4 конструктивного виконання нерухомого диска ДТП і становить 5 %, а значення приросту  $p_{iv.5max}^{(21)}$  інших варіантів – знаходиться у межах 6...10 %.

**Таблиця 4**

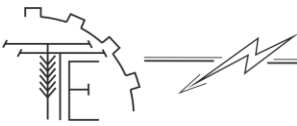
Результати експериментальних досліджень  $p_{iv}^{(W_v)}$

$k_n$ , шт.	Значення показника $p_{iv}^{(W_v)}$ , %			
	Варіанти конструктивного виконання нерухомого диска ДТП			
	1	2	3	4
Вологість наважки $W_{1v} = 18$ %				
1	50	59	67	72
3	74	79	91	89
5	79	89	89	97
Вологість наважки $W_{2v} = 21$ %				
1	56	66	73	81
3	86	90	95	94
5	94	100	100	100
Вологість наважки $W_{3v} = 24$ %				
1	47	56	63	74
3	69	76	78	84
5	75	92	92	92

**Висновки**

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що максимальні показники маси витертого насіння  $m_{iv}^{W_v} = 136$  г і ступеня витирання насіння  $p_{iv}^{W_v} = 34$  % люцерни відносно маси





завантажено вороху, одержано при значенні вологості  $W_{2v} = 21\%$  для варіантів 2 і 3 конструктивного виконання нерухомого диска за значень частоти обертання рухомого диска  $n = 1080$  об/хв і кількості проходів  $k_n = 5$ .

### Список літератури

1. Журкин В.К. Проблемы механизации уборки семян клевера. – Сб. научн. труд. ВНИК. –1982. – № 27. – С. 195-198.
2. Дринча, В. М. Технология обработки семян бобовых трав на стационаре //Селекция и семеноводство.– 1997.– № 2.– С. 35 – 37.
3. Панасенко В. Е. Исследование устройств для выделения семян из бобов многолетних трав //Разработка и совершенствование рабочих органов сельскохозяйственных машин.– М.: МСХА.– 1990.– С. 44 – 53.
4. Панасенко В. Е. Устройства для выделения семян трав //Механизация и электрификация сельского хозяйства.– 1989.– № 1.– С. 17 – 19.
5. Никулочник А. В. Обоснование оптимального режима работы молотильного аппарата зерноуборочного комбайна на уборке семян клевера лугового. Дис. канд. техн. наук.– М.: ВИК, 1990.– 190 с.
6. Бурков А. И. Результаты разработки высокопроизводительной, экологически безопасной клеверотерки-сепаратора // XII International Symposium: Ecological of mechanization of plant production. Warszawa, 21 – 22 wrzesnia, 2006.– S. 64 – 68.
7. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментальных исследований и обработки данных / Веденяпин Г.В. – М. : Колос, 1973. – 159 с.
8. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю.П., Марков Е.В., Грановский Ю.В. – М. : Наука, 1976. – 279 с.
9. Бронштейн И.Н., Семедяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И.Н. Бронштейн, К.А. Семедяев. – М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 706 с.

### References

1. Zhurkin V.K. Problemy mekhanizatsii uborki semyan klevera. - Sb. nauchn. trud. Vnik. -1982. - № 27. - S. 195-198.
2. Drincha, V. M. Tekhnologiya obrabotki semyan bobovykh trav v statsionare // Seleksiya i semenovodstvo.- 1997.- № 2.- S. 35 - 37.
3. Panasenko V. Ye. Issledovaniye ustroystv dlya vydeleniya semyan iz bobov mnogoletnikh trav // Razrabotka i sovershenstvovaniye rabochikh organov sel'skokhozyaystvennykh mashin.- M. : MSKHA.- 1990.- S. 44 - 53.
4. Panasenko V. Ye. Ustroystva dlya vydeleniya semyan trav // Mekhanizatsiya i Elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva.- 1989.- № 1. S. 17 - 19.
5. Nikulochnik A. V. Obosnovaniye optimal'nogo rezhima raboty molotil'nogo apparata zernouborochnogo kombayna na uborke semyan klevera lugovogo. Dis. kand. tekhn. nauch. M. : VIK, 1990.- 190 s.
6. Burkov A. I. Rezul'taty razrabotki vysokoproizvoditel'noy, ekologicheski bezopasnoy kleveroterky-separatoray // XII International Symposium: Ecological of mechanization of plant production. Warszawa, 21 - 22 wrzesnia, 2006. S. 64 - 68.
7. Vedenyapin V. Obshchaya metodika eksperimental'nykh issledovaniy i obrabotki dannykh / Vedenyapin V. - M.: Kolos, 1973. - 159 s.
8. Adler YU.P. Planirovaniye eksperimenta pri poiske optimal'nykh usloviy / Adler YU.P., Markov Ye.V., Granovskiy YU.V. - M.: Nauka, 1976. - 279 s.
9. Bronshteyn I.N., Semendyayev K.A. Spravochnik po matematike dlya inzhenerov i uchashchikhsya vtuzov / I.N. Bronshteyn, K.A. Semydayev. - M.: Nauka. Glavnaya redaktsiya fiziko-matematicheskoy literatury, 1981. - 706 s.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЫТИРАНИЯ СЕМЕНА ДИСКОВОЙ-ТЕРКОВИМ УСТРОЙСТВОМ

**Аннотация:** приведены результаты экспериментальных исследований процесса вытирания семян люцерны дисково-терковим устройством. Получены эмпирические математические модели, которые характеризуют степень вытирания семян люцерны в зависимости от основных конструктивно-кинематических параметров дисково-теркового устройства и вариантов исполнения неподвижного диска. На основе проведенных исследований установлено рациональные режимы роботеркового устройства.

**Ключевые слова:** семена люцерны, дисковых-терковий устройство, конструкция неподвижного диска, степень вытирания семян, частота вращения диска, математическая модель.

## EXPERIMENTAL RESULTS SEEDS DISK-WIPING YOUR TERKOVYIM

**Summary:** the results of the research process alfalfa seeds wiping disk-terkovym device. Obtain empirical models that characterize the degree of wiping alfalfa seeds depending on the basic structural and kinematic parameters terkovo-disk device and versions of the real disk. Based on the studies found rational modes robotyterkovoho device.

**Keywords:** alfalfa seed, disk-terkovyy device design real drive, the extent of wiping seed speed drive, mathematical model.