



УДК. 631.362.3:631.1

## МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СЕПАРУЮЧОЇ СКЛАДОВОЇ ПОВІТРОРІЗПОДІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ МАШИНИ ПОПЕРЕДНЬОГО ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА

Білокопитов О.О., інженер\* ,  
Задосна Н.О., аспірант,  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
Тел. (0619) 422132

**Анотація** – в роботі наведено методику визначення якісних показників у пневмосистемі машини попереднього очищення зерна на сепаруючій складовій повітророзподілюючого каналу.

**Ключові слова** - машина попереднього очищення зерна, повітророзподілюючий канал, повітряний потік, ворох зерновий, легкі домішки, пил.

*Постановка проблеми.* Псевдозріджений стан зернового вороху настає тоді, коли крізь цей шар вороху проходить повітряний потік з так званою критичною швидкістю. При цьому роз'єднуються складові частки зернового вороху і зменшується тертя між ними, ворох набуває властивості рідини, що має свою в'язкість, питому вагу, постійний рівень [1- 3], а поверхня матеріалу нагадує киплячу рідину [4,5].

Переведення зернового вороху у псевдозріджений стан на тривалий час – складний технологічний процес, що стримує його широке впровадження. Отже, переведення зернового вороху у псевдозріджений стан на ділянці лотка-інтенсифікатора і забезпечення його сегрегації, а як результат підвищення продуктивності майже вдвічі, і є головною задачею наступних досліджень.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Задача попереднього очищення зернового вороху полягає в тому, щоб відокремити від зерна великі та повітрявідокремлюємі домішки і тим самим покращити його якість. Зменшення в'язкості та підвищення його сипкості забезпечується переведенням зернового вороху у псевдозріджений стан.

Під час тимчасового збереження попередньому очищенню підлягає майже все продовольче зерно після збирання. Особливе значення попередньому очищенню приділяється насінневному матеріалу. Бажано, щоб розриву між операціями не було. Наприклад, при вологості приблизно 20 ...25 % и температурі 20 °С ворох повинен пройти попередню очистку не пізніше ніж через добу [6]. Із збільшенням воло-



гості і температури ця технологічна операція повинна виконуватись одразу по надходженню зерна на зернокомплекс.

*Постановка завдання.* Підвищити якість технологічного процесу роботи пневмосистеми повітророзподільючого пристрою машини попереднього очищення зерна за рахунок розробки методики визначення якісних показників його роботи.

*Основна частина.* У відповідності до проведеного огляду попередніх досліджень запропоновано наступну програму експериментальних досліджень повітророзподільного каналу. Нею передбачається визначення впливу основних конструктивних, технологічних і кінематичних параметрів на кількісні і якісні показники роботи повітророзподільного каналу машини попереднього очищення зерна з замкненою повітряною системою, а саме:

- втрати повноцінного зерна у відходи;
- повноту виділення легких домішок;
- повноту виділення крупних домішок.

Лабораторний стенд (рис.1) для проведення дослідження параметрів і режимів роботи живлячої складової повітророзподільного пристрою виконано на базі лабораторно-польової установки.

Установка в своєму складі має діаметральний вентилятор 1, привод якого здійснюється від електродвигуна постійного струму, що дозволяє змінити частоту обертання вентилятора,  $n$  (хв.<sup>-1</sup>) і тим самим подачу повітряного потоку –  $Q$ , (м<sup>3</sup>/с). Повітряний потік направляється в повітророзподільний пристрій 2, який в свою чергу перерозподіляється в сепаруючу 3 і живлячу 5 складові повітророзподільника.

Повітряний потік, що направлений у живлячу складову повітророзподільника, проходить між задньою рухомою стінкою 7, середньою рухомою стінкою 4 та її нерухомою частиною 9 та крізь лоток-інтенсифікатор 12.

За рахунок регулятора зміни кута нахилу 6 середньої рухомої стінки 4, а також за рахунок регулятора зміни кута нахилу 10 задньої рухомої стінки 7, що дозволяє змінити коефіцієнт живого перетину лотка-інтенсифікатора, забезпечується інтенсивність впливу повітряного потоку на лоток-інтенсифікатор, а відповідно і на ворох, що знаходиться на ньому.

В цьому стані здійснюється заміри значень:

- частоти обертання вентилятора  $n$ ;
- значення динамічного тиску,  $P_{д0}$  і розходу повітря  $Q_0$  на вході у повітря-розподільний пристрій в перетині 0 – 0;
- значення динамічного тиску  $P_{д1}$  і розходу повітря  $Q_1$  під лотком-інтенсифікатором в перетині I – I;
- значення динамічного тиску  $P_2$  і розходу повітря  $Q_2$  над лот-

ком-інтенсифікатором в перетині II – II;

- значення динамічного тиску  $P_{д3}$  і розходу повітря  $Q_3$  в перетині III – III;

- значення динамічного тиску  $P_{д4}$  і розходу повітря  $Q_4$  під жалюзійним повітророзподільником повітророзподільного пристрою в перетині IV – IV.

Точки замірів тиску приймаємо у відповідності до [7-11].

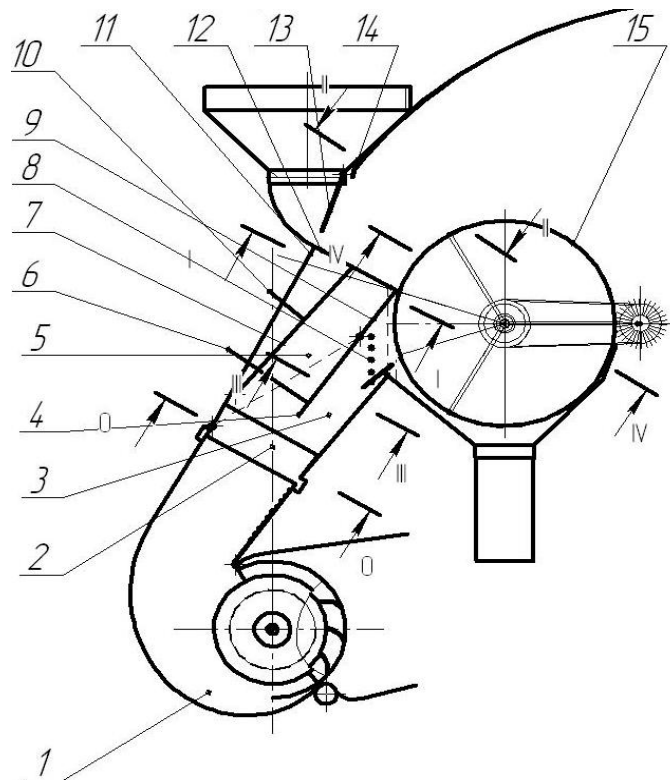


Рис. 1. Лабораторно – польова установка для визначення основних параметрів і режимів роботи живлячої та сепаруючої складових складової повітророзподільного пристрою (установка представлена частково): 1 – вентилятор діаметральний; 2 – пристрій повітророзподільний; 3 – сепаруюча складова повітророзподільника; 4 – середня рухома стінка; 5 – живляча складова повітророзподільника; 6 – регулятор зміни кута нахилу середньої рухомої стінки; 7 - стінка рухома задня; 8 - повітророзподільник жалюзійний; 9 - нерухома частина середньої стінки; 10 - регулятор зміни кута нахилу задньої рухомої стінки; 11 – задня стінка; 12 – лоток інтенсифікатор; 13 - живлячий пристрій; 14 - бункер; 15 - решето циліндричне; 0–0 перетин заміру динамічного тиску на вході в повітророзподільник; I–I - перетин заміру динамічного тиску під лотком-інтенсифікатором; II–II - перетин заміру динамічного тиску над лотком-інтенсифікатором; III–III - перетин заміру динамічного тиску під жалюзійним повітророзподільником; IV–IV - перетин заміру динамічного тиску в сепаруючій зоні циліндричного решета.



Середнє значення величин динамічного тиску  $P_i$  і розходу повітря  $Q_i$  визначаємо з залежностей:

$$\bar{P}_i = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \quad (1)$$

$$\bar{Q}_i = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n}{n} \quad (2)$$

де  $n$  – кількість перетинів заміру.

Отримані значення заносимо в відомості проведення експерименту.

Для проведення однофакторних і багатofакторного експериментальних досліджень повітродозподільного каналу в лабораторних умовах використовувалась штучно виготовлена зернова суміш пшениці визначеного сорту вологістю 13...14 % і загальною засміченістю до 10 %.

Засміченість, її середнє значення прийнято на основі наших досліджень [12,13] і досліджень в умовах півдня України [14].

Склад сторонніх домішок штучно виготовленої зернової суміші представлено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Склад зернових і сторонніх домішок штучно виготовленої зернової суміші

Склад зернової суміші	Матеріал	Довжина домішок, $l$ , мм	Ширина домішок, $b$ , мм	Маса, г.
Зерно повноцінне	Зерно	-	-	9000
Подрібнене зерно (впоперек)	Зерно	-	-	200
Подрібнене зерно (вздovж)	Зерно	-	-	200
Крупні домішки	Солома (частки стебл і кошиків)	50	-	100
Крупні домішки	Солома (частки стебл і кошиків)	-	20...25	100
Легкі домішки	Полова (лузга)	-	-	100
Легкі домішки	Солома (частки стебл і кошиків)	1	-	100
Легкі домішки	Солома (частки стебл і кошиків)	2	-	100
Легкі домішки	Солома (частки стебл і кошиків)	10	-	50
Легкі домішки	Солома (частки стебл і кошиків)	20	-	50

Перед початком проведення експериментальних досліджень, штучно виготовлену зернову суміш ретельно перемішували.

Для проведення експериментальних досліджень використовували



лось наступне технологічне та вимірювальне обладнання:

- ваги лабораторні ВЛТК-500 – 1 шт;
- ваги платформенні – 1 шт;
- решета лабораторні – 1 комплект;
- тахометр – 1 шт;
- мікроманометр ММН-240 з трубкою Піто 1- шт.;
- дифманометр МР 200 з трубкою Піто 2- шт.;
- лінійки, шпателі, кисті.

У відповідності до рекомендацій [15], експеримент проводився з 10-ти разовою повторністю. Для кожного з вимірювань, а саме: частоти обертання вентилятора  $n$ ; значень динамічного тиску  $P_{д0}$  на вході у повітродозподільний пристрій; значень динамічного тиску  $P_{д1}$  під лотком-інтенсифікатором; значень динамічного тиску  $P_{д2}$  над лотком-інтенсифікатором; значень динамічного тиску  $P_{д3}$  в середині повітродозподільника; значень динамічного тиску  $P_{д4}$  під жалюзійним повітродозподільником, визначались:

- математичне очікування;

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (3)$$

де  $y_i$  – відповідні значення досліджуваних параметрів  $P_{д0}$ ;  $P_{д1}$ ;  $P_{д2}$ ;  $P_{д3}$ ;  $P_{д4}$ .

$n$  – кількість повторностей;

- середньоквадратичне відхилення;

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum y_i - \bar{y}}{n-1}} \quad (4)$$

- довірчий інтервал;

$$t = \Delta \times \frac{\sqrt{n}}{\sigma} \quad (5)$$

де  $\Delta$  - довірчий інтервал;

При довірчому інтервалі прийнятому в межах  $\pm 10\%$ , використовуючи таблицю Стьюдента-Фішера [15-24] визначався  $t$  – критерій. Так, при 10-ти разовій повторності і довірчому критерію  $t = 2,26$ , надійність у вибраних повторностях складе  $P = 0,961$ , що більше  $P \geq 0,95$ .

- коефіцієнт варіації визначався за формулою [17-19];

$$v = \frac{\sigma}{\bar{y}} \times 100\% \quad (6)$$

Подача зернового матеріалу - ( $Q_{з1}$ ), кг/с; (приведена товщина шару зерна над лотком інтенсифікатором,  $h$ , мм., величина робочої щілини жалюзі ( $b$  мм.), подача повітряного потоку –  $Q$ , м<sup>3</sup>/с; (частота обертання вентилятора,  $n$ , хв.<sup>-1</sup>) приймається за умови попередніх досліджень і при найбільшій продуктивності. Визначаються області ра-



ціональних значень основних параметрів і режимів роботи сепаруючої складової повітродозподільного пристрою і його жалюзійного повітродозподільника за рахунок:

- кількості жалюзі в жалюзійному повітродозподільнику, шт.;
- кута нахилу рухомої жалюзі в жалюзійному повітродозподільнику, град.;

- довжини рухомої жалюзі жалюзійного повітродозподільника, мм.

Визначаються якісні показники:

- значення динамічного тиску  $P_{д4}$  в перетині IV – IV (див. рис.1.), в сепаруючій зоні циліндричного решета;

- втрати повноцінного зерна у відходи,  $m'_3 - Y_1 \%$ ;

- повнота виділення крупних домішок,  $m'_{кп} - Y_2 \%$  - (соломисті і бур'яні домішки розмірами: довжиною 50 мм і більше і шириною 20 мм і більше.).

- повнота виділення мілких, повітродокремлюваних домішок,  $m'_{лп} - Y_3 \%$  - (полова, збоїна соломи, т.д.)

Методика проведення дослідження параметрів і режимів роботи сепаруючої складової повітродозподільного пристрою полягає в визначенні плану проведення багатofакторного експерименту.

Для побудови математичної моделі процесу роботи жалюзійного повітродозподільника, сепаруючої складової повітродозподільного пристрою, оцінки ступеню впливу окремих факторів і їх взаємодії на якісні показники, а також пошуку оптимальних значень основних параметрів було обрано повний факторний експеримент типу  $2^3$ .

План експерименту, фактори і інтервали їх варіювання були обрані по результатам попередніх досліджень і представлено таблицею 2, 3.

Таблиця 2 – Дослідні фактори та рівні їх варіювання при визначенні якісних показників роботи жалюзійного повітродозподільника, сепаруючої складової повітродозподільного пристрою

Інтервал варіювання та рівень факторів	кількість жалюзі, шт.	кут нахилу жалюзі, град.	довжина жалюзі, мм.
Кодове позначення	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Нульовий рівень $X_i = 0$	6	40	10
Верхній рівень $X_i = +1$	8	60	15
Нижній рівень $X_i = -1$	4	20	5

Таблиця 3 – План реалізації повного факторного експерименту при  $n = 3$

№ п/п	фіктивна змінна	Кодове значення факторів			Чисельне значення факторів		
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Z, шт	ε", град.	l <sub>ж</sub> , мм.
1	+	+	+	+	8	60	15
2	+	+	+	-	8	60	5
3	+	+	-	+	8	20	15
4	+	+	-	-	8	20	5
5	+	-	+	+	4	60	15
6	+	-	+	-	4	60	5
7	+	-	-	+	4	20	15
8	+	-	-	-	4	20	5

У відповідності до обраного плану експерименту, його рівнів факторів та інтервалів варіювання виконували (рис.2):

- зміною і встановленням кількості рухомих жалюзі в жалюзійному повітророзподільнику, - (x<sub>1</sub>), - n, шт.;
- встановленням кута нахилу рухомої жалюзі в жалюзійному повітророзподільнику, - (x<sub>2</sub>) - α, град.;
- зміною довжини жалюзі - (x<sub>3</sub>) – l<sub>ж</sub>, мм;

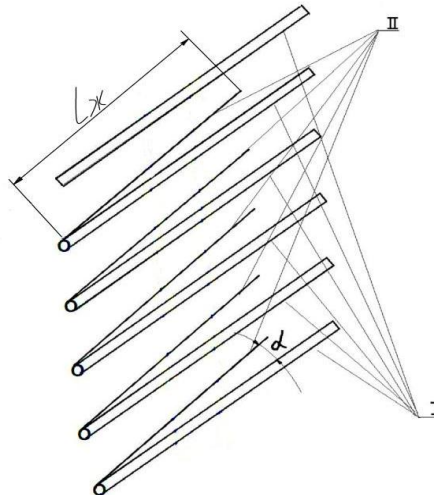


Рис. 2. Нерухомі та рухомі жалюзі повітрярозподільника: I - нерухомі жалюзі, II - рухомі жалюзі, α - кут нахилу рухомої жалюзі до нерухомої, l<sub>ж</sub> – довжина рухомої жалюзі.

Якість роботи машини попереднього очищення зі замкненою пневматичною системою і її сепаруючої складової повітророзподільного пристрою оцінювалась за критеріями оптимізації:

- втрати повноцінного зерна у відходи, m'<sub>з</sub> – У<sub>1</sub> %;

$$m'_z = \frac{m_z}{M} \times 100\%. \quad (7)$$



- де  $m_3$  - маса насіння основної культури у відходах, кг;  
 $M$  - маса насіння основної культури у вихідному матеріалі, кг;  
 - втрати зернової складової вороху у відходи,  $m'_{3+3П}$ ;

$$m'_{3+3П} = \frac{m_3 + m_{3П}}{M} \times 100\%. \quad (8)$$

- де  $m_{3П}$  - маса зернових домішок у відходах, кг.

- повнота виділення крупних домішок,  $m'_{кп} - Y_2 \%$ ;

$$m'_{кп} = \frac{\Delta m_{кп}}{m_{кп(50)} + m_{кп(20)}} \times 100\%. \quad (9)$$

- де  $m_{кп(50)}$  - маса крупних домішок довжиною 50 мм у вихідному матеріалі, кг;

- $m_{кп(20)}$  - маса крупних домішок шириною 20 мм у вихідному матеріалі, кг;

- $m''_{кп(50)}$  - маса крупних домішок довжиною 50 мм у очищеному матеріалі, кг;

- $m''_{кп(20)}$  - маса крупних домішок шириною 20 мм у очищеному матеріалі, кг;

- $\Delta m_{кп} = (m_{кп(50)} + m_{кп(20)}) - (m''_{кп(50)} + m''_{кп(20)})$  - маса виділених крупних домішок, кг.

- повнота виділення легких і повітровідокремлюємих домішок,  $m'_{лп} - Y_3 \%$ ;

$$m'_{лп} = \frac{\Delta m_{лп}}{m_{лп(пол)} + m_{лп(l-1)} + m_{дп(l-2)} + m_{лп(l-10)} + m_{дп(l-20)}} \times 100\%, \quad (10)$$

- де  $m_{лп(пол)}$  - маса полови у вихідному матеріалі, кг;

- $m_{лп(l-1)}$  - маса соломи довжиною 1 мм у вихідному матеріалі, кг;

- $m_{лп(l-2)}$  - маса соломи довжиною 2 мм у вихідному матеріалі, кг;

- $m_{лп(l-10)}$  - маса соломи довжиною 10 мм у вихідному матеріалі, кг;

- $m_{лп(l-20)}$  - маса соломи довжиною 20 мм у вихідному матеріалі, кг;

- $m''_{лп(пол)}$  - маса полови у очищеному матеріалі, кг;

- $m''_{лп(l-1)}$  - маса соломи довжиною 1 мм у очищеному матеріалі, кг;

- $m''_{лп(l-2)}$  - маса соломи довжиною 2 мм у очищеному матеріалі, кг;

- $m''_{лп(l-10)}$  - маса соломи довжиною 10 мм у очищеному матеріалі, кг;

- $m''_{лп(l-20)}$  - маса соломи довжиною 20 мм у очищеному матеріалі, кг;

- Маса виділених легких домішок, кг визначається за формулою

$$\Delta m_{лп} =$$

$$(m_{лп(пол.)} + m_{лп(l-1)} + m_{дп(l-2)} + m_{лп(l-10)} + m_{дп(l-20)}) - (m''_{лп(пол.)} + m''_{лп(l-1)} + m''_{лп(l-2)} + m''_{лп(l-10)} + m''_{лп(l-20)}) -$$

Оцінки ефективності технологічного процесу при реалізації багатofакторного експерименту дозволяє отримати математичну модель дослідного об'єкту у вигляді рівняння множинної регресії





$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3, \quad (11)$$

де  $b_0$  – вільний член;

$b_i$  – коефіцієнти рівняння множинної регресії;

Методика постановки повного факторного експерименту та аналіз рівняння множинної регресії для оцінки точності експерименту для кожної  $i$ -ї точки факторного простору, а також для кожної взаємодії рівнів факторів проводимо - 3 (три) досліди ( $i$ ) із 3 (триразовою) повторністю ( $n$ ). Для виключення систематичних помилок за рахунок неконтрольованих факторів, впливу зовнішньої середовища, проводимо рандомізацію дослідів.

В результаті отримуємо значення  $Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{in}$  досліджуваного параметра, для яких знаходимо середнє значення:

$$\bar{y}_{i1} = \frac{\sum_{j=1}^n y_{ij}}{n} \quad (12)$$

де  $Y_i$  - дослідний фактор, (критерій оптимізації);

$i$  - номер фактора;

$j$  - номер паралельного дослідів;

$n$  – число паралельних дослідів (повторність).

Визначаємо значення коефіцієнтів рівняння множинної регресії;

$$b_0 = \frac{\sum_{j=1}^n x_i \cdot \bar{y}_j}{n} \quad (13)$$

$$b_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_i \cdot \bar{y}_i}{n} \quad (14)$$

$$b_n = \frac{\sum_{j=1}^n x_i \cdot x_n \cdot \bar{y}_j}{n} \quad (15)$$

Аналіз рівняння множинної регресії для оцінки точності експерименту виконуємо в послідовності [15-24]:

Дослід вважаємо відтворюваним, якщо дисперсія  $D_{y_i}$  вихідного параметра  $Y_i$  однорідна в кожній точці факторного простору. Оцінка  $S_{y_i}$  дисперсії  $D_{y_i}$  визначаємо за формулою [17-19]:

$$S_{y_i}^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{n - 1} \quad (16)$$

$$G_p = \frac{\max S_{y_i}^2}{\sum_{i=1}^n S_{y_i}^2} \quad (17)$$

Гіпотезу однорідності дисперсій перевіряємо за допомогою критерію Кохрена (17), а його критичне значення  $G_{кр}$  знаходимо з таблиці розподілу Кохрена по числу ступенів свободи чисельника  $f = K - 1$ , знаменника  $f = N$  і рівню значимості  $q$  [15-24]. Якщо  $G_p < G_{кр}$ ,



гіпотеза про однорідність дисперсій приймається, в іншому випадку - відкидається, і тоді експеримент необхідно повторити, змінивши умови його проведення.

Виконуємо перевірку значимості коефіцієнтів рівняння регресії [15-24]:

Гіпотезу про статистичну значимість коефіцієнтів регресії перевіряємо за критерієм Стюдента ( $t_p$ ) із залежності:

$$t_p = \frac{|b_i|}{S_b} \quad (18)$$

де  $S_b$  - стандартна помилка оцінки коефіцієнта,

$$S_b = \frac{S_y}{N} \quad (19)$$

де  $N$  - загальне число незалежних експериментів:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{j=1}^N S_{y_j}^2}{N} \quad (20)$$

Перевірку гіпотези про адекватність математичної моделі виконуємо на порівнянні двох дисперсій:

1- дисперсію неадекватності, що залежить від різниці між значеннями  $Y_{ip}$ , розрахованими по математичній моделі, та за експериментальними результатами  $Y_{ij}$ :

$$S_a^2 = \frac{\sum_{j=1}^N \sum_{t=1}^K (y_{jp} - y_{ft})^2}{K(N - L)} \quad (21)$$

або

$$S_a^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (y_{jp} - y_f)^2}{(N - L)} \quad (22)$$

де  $L$  - число значущих коефіцієнтів досліджуваного рівняння регресії, не враховуючи  $b_0$ ;

$K$  - кількість значимих коефіцієнтів;

2 - дисперсія неоднорідності, що характеризує похибки спостереження

$$S_y^2 = \frac{\sum_{j=1}^N S_{y_j}^2}{N} \quad (23)$$

Отже, адекватність математичної моделі перевіряється по  $F$  - критерію Фішера [15-24]. Його розрахункове значення знаходять як частку від ділення оцінки дисперсії неадекватності на оцінку дисперсії одиничного спостереження



$$F_p = \frac{S_a^2}{S_y^2} \quad (24)$$

причому  $S_a^2 > S_y^2$ . Отже, якщо ця умова не виконується, їх потрібно поміняти місцями.

Критичне значення  $F_{кр}$  знаходимо з таблиці розподілу Фішера по числу ступенів свободи чисельника  $f = K(N-L)$ , знаменника  $f = N(K-1)$  і рівнем значності  $q$  [15-24]. Якщо  $F_p > F_{кр}$  гіпотезу про адекватність відхиляємо.

#### Висновки.

1. Визначено робочі перетини заміру динамічного тиску у пневмосистемі машини.
2. Обґрунтовано склад зернових і сторонніх домішок штучно виготовленої зернової суміші.
3. Визначено склад основних параметрів, режимів роботи жалюзійного повітророзподільника та критерії оцінки якості роботи машини.
4. Складено план багатофакторного експерименту, та статистичної обробки результатів дослідів.

#### Література

1. *Стороженко В. Я.* Реактори об'ємного типу з перемішувальними пристроями (розрахунок та конструювання): навч. посіб. / *В. Я. Стороженко, В. А. Смирнов.* - Суми : СумДУ, 2011. - 283 с. - (Гриф МОН).
2. *Склабінський В.І.* Технологічні основи нафто - та газопереробки: навчальний посібник / *В.І.Склабінський, О.О.Ляпощенко, А.Є.Артюхов.* - Суми: Сумський державний університет, 2011. - 187 с., - (Гриф МОН).
3. *Космовский Ю.А.* Сравнительные исследования сепарации семян в воздушном потоке и в псевдооживленном слое для целей селекции семеноводства: *Ю.А. Космовский.* Автореф. дис. ... канд. техн. наук : / ВИМ. - М., 1975. - 27 с
4. *Богуславский, Н. М.* Псевдооживление в химической технологии [Текст]: (Крат. очерк науч.-исслед. работ и процессов в псевдооживленном слое) / *Н.М. Богуславский, Т.Х. Мелик-Ахназаров;* Гос. науч.- исслед. ин-т науч. и техн. информации; - М.: 1960. - 97 с.
5. *Тодес О.М.* Аппараты с кипящим зернистым слоем./ *О.М. Тодес, О.Б. Цитовичю.*- Л.: Химия, 1981. - 296 с.
6. *Жемела Г.П.* Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва /: Підручник / *Г.П. Жемела, В.І. Шемавньов, О.М. Олексюк.* - Полтава: РВВ "TERRA", 2003. - 420 с. - На укр. яз. - ISBN 5-



- 84040-091-2 : 45.00.
7. ГОСТ 8.361-79 Государственная система обеспечения единства измерений. Расход жидкости и газа. Методика выполнения измерений по скорости в одной точке сечения трубы М. Изд-во стандартов, 1979, - 16 с.
  8. ГОСТ 12.3.018 - 79 Государственная система обеспечения единства измерений. Методы аэродинамических испытаний. М. Изд-во стандартов, 1979, - 10 с.
  9. *Веселов С.А.* Практикум по вентиляторным установкам./ *С.А. Веселов* -2-е изд. перераб. и доп. - М.: Колос,1982, - 255 с.
  10. ОСТ 70.10.2-83. Зерноочистительные машины, агрегаты, зерноочистительно -сушильные комплексы. Программа и методы испытаний. - М., 1984.- 172 с.
  11. ГОСТ 17.2.4.06-90 Государственная система обеспечения единства измерений. Охрана природы. Атмосфера. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения М. Изд-во стандартов, 1990, - 12 с.
  12. *Михайлов Є. В.* Аналіз результатів статистичних характеристик зернового вороху / *Є. В. Михайлов, О. О. Білокопитов* // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2012. – Вип. 2, т. 3. - С. 57-64.
  13. *Михайлов Е. В.* Анализ результатов статистических характеристик зернового вороха / *Е.В. Михайлов, А. А. Белокопытов* // Научно-технический прогресс в сельском хозяйстве: Международная научно-техническая конференция 10-11 октября.2012г. в 3-х томах т.2. : НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Минск, 2012. с. 278-286.
  14. *Михайлов Є.В.* Післязбиральна обробка зерна у господарствах півдня України / *Є.В. Михайлов.* - Мелітополь: Люкс. 2012. 214 с. (монографія)
  15. РТМ. 23.2.36-73. Основы планирования эксперимента в сельскохозяйственных машинах.- М.: ВИСХОМ. 1973,- 116 с.
  16. *Адлер Ю.П.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / *Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский* ;,М.: Наука, 1976. - 280 с.
  17. *Красовский Г.И.* Планирование эксперимента./ *Г.И. Красовский, Г.Ф. Филаретов*: - Минск,: Изд-во Б17, 1982. -302 с.
  18. *Мельников С.В.* и др. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / *С.В.Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин* -Л.: Колос, 1980. -168с.
  19. *Джонсон Н.* Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы планирования эксперимента/ *Н. Джонсон, Ф. Лион.* Пер. с англ. — М.: Мир, 1981. —520 с.



20. *Лежнюк П.Д.*, Основи теорії планування експерименту. Лабораторний практикум // *П.Д. Лежнюк, А.Е.Рубаненко, Ю.В. Лукьяненко.* - учб. посібник. Вінниця: ВНТУ, 2006. - 167 с.
21. Методология планирования эксперимента : методические указания к лабораторным работам / сост. *Т. П. Абомелик.* – Ульяновск : УлГТУ, 2011 – 38 с.
22. *Яворский В.А.* Планирование научного эксперимента и обработка экспериментальных данных. Методические указания к лабораторным работам. // *В.А. Яворский.*: М. 2006. - 45 с.
23. *Єгоршин О.О.* Математичне планування польових дослідів та статистична обробка експериментальних даних / *О.О. Єгоршин Лісовий М.В.*- Харків 2005, - 192 с.
24. ОСТ 70.10.2-83. Зерноочистительные машины, агрегаты, зерноочистительно -сушильные комплексы. Программа и методы испытаний. - М., 1984.- 172 с.

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ СЕПАРИРУЮЩЕЙ  
СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО  
УСТРОЙСТВА МАШИНЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ  
ОЧИСТКИ ЗЕРНА**

А.А. Белокопытов, Н.А. Задосная

***Аннотация*** - в работе представлена методика определения качественных показателей в пневмосистеме машины предварительной очистки зерна на сепарирующей составляющей воздухо-распределительного канала

**METHODOLOGY FOR DETERMINING QUALITY  
INDICATORS OF WORK OF SEPARATING AIR DIFFUSERS  
COMPONENT MACHINES PRE-CLEANING GRAIN**

A. Belokopytov, N. Zadosnaya

***Summary***

**The paper presents a method of determining the quality indicators in the pneumatic system of the machine pre-cleaning of grain for separating part of the air distribution channel.**