

## МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ДОЗАТОРА КОМБІКОРМІВ З КОНУСНИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ

Банга В.І., к.т.н.

*Львівський національний аграрний університет*

*У статті наведено методика експериментальних досліджень індивідуального процесу дозування комбікормів дозатором з конусним робочим органом із використанням теорії планованого експерименту, експериментальну установку, рівні варіювання факторів та запропоновано рівняння регресії*

**Постановка проблеми.** Використання технічних засобів для роздавання комбікормів з індивідуальним їх дозуванням зумовлене багатьма чинниками, і зокрема, такими як точність дозування, продуктивність, енергоємність процесу.

Досліджувати процес доцільно роздільно, за функціональним використанням окремих елементів. Одним із важливих функціонально закінчених елементів є дозатор, який безпосередньо впливає на процес індивідуального дозування комбікормів.

Існуючі дозатори комбікормів є енергоємними і споживають значну кількість електроенергії. Тому розробка методики для дослідження питомої енергоємності індивідуального дозатора комбікормів з конусним дозувальним робочим органом є актуальним і перспективним. Завданням досліджень є розробка методики для дослідження індивідуального дозатора комбікормів.

**Аналіз стану останніх досліджень і публікацій.** Аналіз робочого процесу дозувальних пристроїв для дозування комбікормів [1], показав, що існуючі об'ємні дозатори типу ДТК, МТД-3А, ДДТ, універсальний дозатор сипучих кормів у вигляді спіралі Архімеда з класичною схемою об'ємного дозування не забезпечують низької енергоємності процесу дозування.

Розглядаються дозатори типу ДТК, МТД-3А, ДДТ, універсальний дозатор сипучих кормів у вигляді спіралі Архімеда для дозування комбікормів зі значними показниками енергоємності, від 0,18 до 7,48 Вт•с/г [1]. На індивідуальний дозатор комбікормів [2] з конусним робочим органом, який розроблений нами, відсутня методика його експериментальних досліджень.

**Постановка завдання.** Мета – розробка методики дослідження технологічного процесу дозування комбікормів індивідуальним дозатором з конусним робочим органом.

**Виклад основного матеріалу.** Для дослідження технологічного процесу індивідуального дозування комбікормів в лабораторних умовах ми використали експериментальну установку, яка розроблена на кафедрі автоматизації тваринництва, якості та стандартизації Львівського НАУ, блок-схема якої подана на рис. 1.

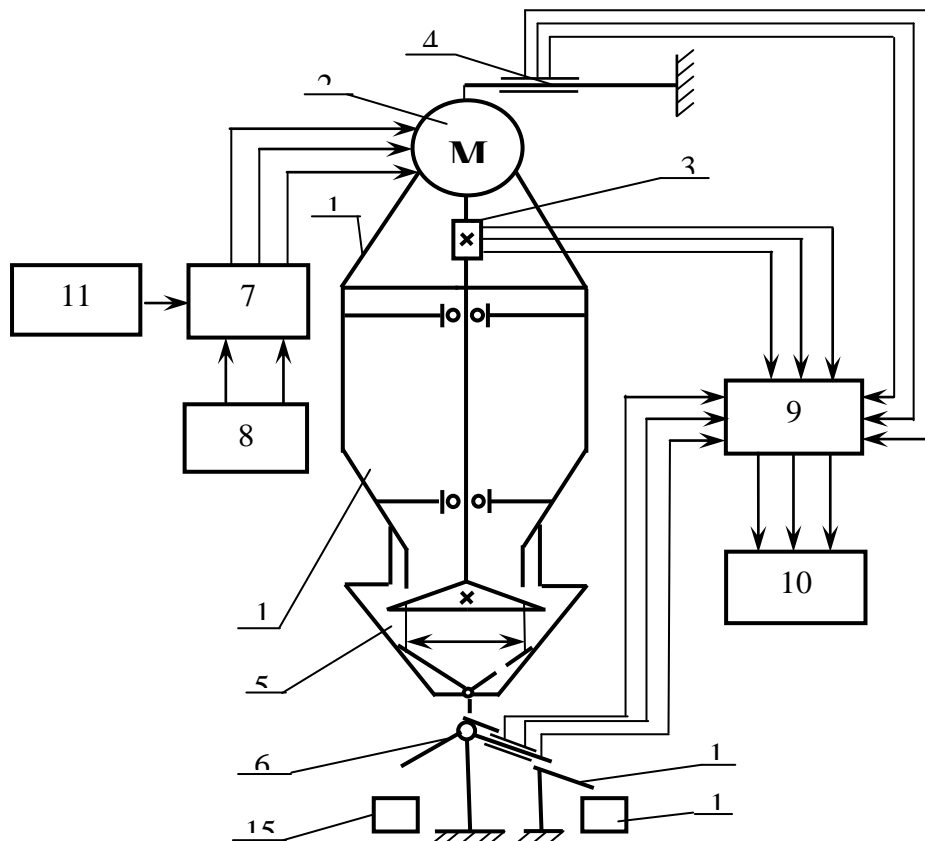


Рисунок 1 – Блок-схема експериментальної установки для дослідження індивідуального дозатора комбікормів із конусним робочим органом:

1 – індивідуальний дозатор; 2 – кроковий електродвигун; 3 – вимірювач крутного моменту; 4 – вимірювач маси комбікорму в бункері дозатора; 5 – пристрій зміни напрямку руху потоку; 6 – вимірювач потоку сипучих матеріалів; 7 – блок керування кроковим двигуном; 8 – блок живлення ВИП-009; 9 – тензопідсилювач 8АНЧ-7М; 10 – ПЕОМ; 11 – генератор частоти струму ГЗ-111; 12 – рама; 13 – відвідний лоток; 14, 15 – збірні місткості для необхідних і непотрібних порцій комбікорму

Дослідження проводились у наступній послідовності. У бункер індивідуального дозатора 1 завантажували максимальну кількість комбікорму масою 12 кг. Обертний рух конусного дозувального робочого органу, який приводився кроковим електродвигуном 2, призводив до висипання комбікорму у пристрій зміни напрямку руху потоку 5, клапан якого може змінювати своє положення залежно від необхідності напрямку потоку (на тензовимірвальну площину вимірювача потоку сипучих матеріалів 6 або в окрему місткість для збору необхідних порцій 16). Потік комбікорму до моменту встановлення необхідного режиму дослідження конусного робочого органу подавався пристроєм зміни напрямку руху потоку в окрему місткість для збору непотрібних порцій 17. При встановленні досліджуваного режиму перекидним клапаном пристрою 5 змінювався напрям потоку на тензовимірвальну площину вимірювача потоку сипучих матеріалів, де відбувалось зважування частинок комбікорму за масою, яка подавалася в окрему місткість 16 для збору маси. З місткості 16 порції комбікорму зважувались стандартною вагою, дані заносились в журнал досліджень. Експеримент проводився в триразовому повторенні.

Для обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи індивідуального дозатора з конусним робочим органом проводився повний трифакторний планований експеримент на трьох рівнях типу  $3^k$ , ( $k$  – число факторів) за відомою методикою [4]. Інтервали і рівні варіювання факторів наведені в табл. 1, а матриця плану у табл. 2.

Таблиця 1 – Інтервали і рівні варіювання факторів

Рівень варіювання факторів	Кодовані значення	Частота обертання конусного органу $n$ , $c^{-1}$	Кут твірної конуса при його основі $\alpha$ , град.	Кільцевий зазор між випускною горловиною бункера і конусним робочим органом $h$ , м
Верхній	+	1,39	20	0,008
Основний	0	0,835	10	0,006
Нижній	–	0,28	0	0,004
Інтервал варіювання	$\varepsilon$	0,555	10	0,002

Таблиця 2 – Матриця плану експерименту

№ експерименту	Варіювання факторами			Критерій оптимізації
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y$
1	+	+	0	$y_1$
2	–	–	0	$y_2$
3	+	–	0	$y_3$
4	–	+	0	$y_4$
5	+	0	+	$y_5$
6	–	0	–	$y_6$
7	–	0	+	$y_7$
8	+	0	–	$y_8$
9	0	+	+	$y_9$
10	0	–	–	$y_{10}$
11	0	–	+	$y_{11}$
12	0	+	–	$y_{12}$
13	0	0	0	$y_{13}$
14	0	0	0	$y_{14}$
15	0	0	0	$y_{15}$

За критерій оптимізації прийнято енергоємність процесу дозування конусним дозувальним робочим органом, яку оцінювали як

$$E_d = \frac{N_k}{Q_k}, \quad (1)$$

де  $E_d$  – енергоємність процесу дозування конусним робочим органом, Вт·с/кг;

$N_k$  – потужність процесу дозування конусним робочим органом, Вт;

$Q_k$  – продуктивність конусного робочого органу, кг/с.

Факторами, які впливають на енергоємність процесу дозування  $E_0$  індивідуального дозатора, були частота обертання конусного дозувального робочого органу  $n$ , кут твірної конуса  $\alpha$  при його основі, розмір кільцевого зазору  $h$  між випускною горловиною бункера і конусним робочим органом.

Проведення повного трифакторного експерименту є трудомістким, тому було вирішено зменшити кількість досліджень, використавши симетричний план Бокса-Бенкіна другого порядку. Перед початком експерименту вибирали межі зміни факторів та провели їх кодування.

Кодування факторів проводили за формулою [4, 5]

$$x_i = \frac{X_i - X_{0i}}{\varepsilon}, \quad (2)$$

де  $x_i$  – кодоване значення фактора (безрозмірна величина), верхній рівень позначається +1, нижній –1 (в центрі експерименту нульовий рівень);

$X_i$  – натуральне значення фактора;

$X_{i0}$  – натуральне значення фактора на нульовому рівні;

$\varepsilon$  – інтервал варіювання.

Інтервал варіювання визначали за формулою [4]

$$\varepsilon = \frac{x^6 - x^H}{2}, \quad (3)$$

де  $x^6, x^H$  – значення  $i$ -го фактора на верхньому і нижньому рівні.

Рівняння регресії для трифакторної моделі доцільно шукати у наступній формі [4]:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3. \quad (4)$$

Коефіцієнти регресії визначали з використанням ПЕОМ.

Перевіряли математичні моделі на однорідність дисперсій або на відтворення дослідів за виконання умови [4, 5]

$$G_{роз} \langle G_{таб}, \quad (5)$$

де  $G_{роз}, G_{таб}$  – розрахункове і табличне значення критерію Кохрена, яке вибирається з таблиці дод. 2 для рівня значущості 0,05 [4].

$G_{роз}$  – критерій Кохрена з числом степенів вільності для чисельника [4]:

$$f_4 = c - 1, \text{ знаменника } f_3 = N_p, \quad (6)$$

де  $c$  – число повторностей дослідів;

$N_p$  – число рядків плану.

Розрахункове значення критерію Кохрена  $G_{роз}$  визначаємо зі

співвідношення [4]:

$$G_{роз} = \frac{S_n^2 \max}{\sum_{n=1}^{N_p} S_n^2}, \quad (7)$$

де  $S_n^2 \max$  – максимальне значення рядкової дисперсії;  
 $\sum_{n=1}^{N_p} S_n^2$  – сумарне значення за рядковими дисперсіями.

Визначали дисперсію  $S_y^2$ , яка характеризує похибки дослідів у матриці плану за формулою [4]

$$S_y^2 = \frac{\sum_{u=1}^{N_p} \sum_{i=1}^m (y_{iu} - \bar{y})^2}{N_p \cdot (m-1)}, \quad (8)$$

де  $y_{iu}$  – значення критерію оптимізації в паралельних дослідах (в  $u$ -му рядку);  
 $\bar{y}$  – середнє значення критерію оптимізації в паралельних дослідах в  $u$ -му рядку матриці плану;  
 $m$  – кількість повторностей одного досліду (одного рядка матриці плану).

Перевірку на адекватність моделі проводили за критерієм Фішера  $F_{роз}$ . Модель є адекватною, якщо виконується умова:  $F_{роз} < F_{таб}$ , де  $F_{роз}, F_{таб}$  – розрахункове і табличне значення критерію Фішера, яке вибирається з табл. дод. 3 для рівня значущості 0,05 з числом степенів вільності чисельника  $f_1 = N_p - d$ , знаменника  $f_2 = N_p \cdot (m-1)$  [4, 5], де  $d$  – кількість значущих коефіцієнтів.

Розрахункове значення критерію Фішера визначаємо з відношення [4]:

$$F_{роз} = \frac{S_{ад}^2}{S_y^2}, \quad (9)$$

де  $S_{ад}^2$  – дисперсія адекватності.

Дисперсія адекватності  $S_{ад}^2$  визначається як [4]:

$$S_{ад}^2 = \frac{\sum_{u=1}^{N_p} (\hat{y}_u - \bar{y})^2}{N_p - d}, \quad (10)$$

де  $\hat{y}_u$  – розрахункове (за рівнянням регресії) значення параметра оптимізації.

**Висновки.** Запропонована методика експериментальних досліджень

індивідуального дозатора комбікормів з конусним робочим органом із використанням теорії планованого експерименту дає можливість встановити оптимальні значення досліджуваних факторів (частота обертання конусного органу, кут твірної конуса при його основі, кільцевий зазор між випускною горловиною бункера і конусним робочим органом ), підвищити достовірність результатів експерименту.

### Список використаних джерел

1. Степук Л.Я. Механизация дозирования в кормоприготовлении. / Л.Я. Степук – Минск: Ураджай, 1986. – с.152.
2. Пат. Україна МПК А01К 5/02. Дозатор сипучих кормів./ В.Банга, Я. Жінчин, В. Дмитрів і ін. №2000127505, Опубл.15.08.2001, Бюл. №7.
3. Брускин Д. Э., Зорохович А. Е., Хвостов В.С. Электрические машины и микромашины. / Д.Э. Брускин, А.Е. Зорохович, В.С. Хвостов – М.: Высшая школа, 1981.– 317с.
4. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Роцин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Роцин – Л.: Колос, 1980.- 163 с.
5. Львович Я.Е., Фролов В.Н. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности РЭА. /Я.Е. Львович, В.Н. Фролов– М.: Радио и связь, 1986. – 192 с.

### Аннотация

#### **МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ДОЗАТОРА КОМБИКОРМОВ С КОНУСНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ**

Банга В.И.

*В статье приведена методика экспериментальных исследований индивидуального процесса дозирования комбикормов дозатором с конусным рабочим органом с использованием теории планируемого эксперимента, экспериментальную установку, уровни варьирования факторов и предложены уравнения регрессии*

### Abstract

#### **METHODS OF RESEARCH EXPERIMENTALNYH INDIVIDUALLY KOMBYKORMOV DISPENSER WITH A WORKING BODY KONUSNM**

V. Bancha.

*In this article shows the method of research experimentalnyh individually process dozyrovanyya kombykormov dispenser with a working body konusnym Using the theory with experiment planyruemoho, eksperymentalnyyu setting Levels varyrovanyya factors and predlozheny rehressyy equation*