

УДК 631.22.014:636.084.74

## МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИСКОВОГО ДОЗАТОРА СИПКИХ КОРМІВ

*В. Банга, к. т. н., Ю. Банга  
Львівський національний аграрний університет*

**Постановка проблеми.** Одним із важливих показників дозаторів сипких кормів є продуктивність, рівномірність і точність дозування, відповідність їх зоотехнічним вимогам. У технологічному обладнанні, яке застосовується для дозування сипких кормів, використовуються енерго- і металомісткі дозувальні пристрої, в яких відхилення нерівномірності й точності дозування перевищують встановлені зоотехнічні вимоги на технологічний процес. Тому розробка методики для дослідження дискового дозатора сипких кормів конусного типу з радіально встановленими лопатками, який здатний забезпечити зоотехнічні вимоги індивідуальної годівлі, є актуальним і перспективним завданням. Сучасні дозатори повинні бути адаптовані до використання їх в автоматизованій системі управління технологічним процесом (АСУ ТП) виробництва молока.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Огляд та аналіз типів робочих органів для дозування сипких кормів [1–3] показали, що існуючі об'ємні дозатори типу ДТК, МТД-3А, ДТ, ДД, універсальний дозатор сипких кормів у вигляді спіралі Архімеда не забезпечують відповідної рівномірності й точності дозування з незначними витратами потужності на процес дозування. Відсутня методика експериментальних досліджень дискового дозатора сипких кормів конусного типу з радіально встановленими лопатками [4].

**Постановка завдання.** Наше завдання – розробити методику дослідження технологічного процесу дозування сипких кормів дисковим дозатором конусного типу з радіально встановленими лопатками.

**Виклад основного матеріалу.** Для дослідження технологічного процесу дискового дозатора сипких кормів у лабораторних умовах ми використали експериментальну установку, що розроблена на кафедрі механізації і автоматизації тваринництва Львівського НАУ, блок-схема якої подана на рисунку.

Дослідження проводили у такій послідовності. У бункер дозатора 1 (див. рис.) завантажували максимальну кількість сипкого корму масою 220 кг. Дозувальний робочий орган приводили в

обертювий рух електродвигуном постійного струму 6 з регульованою частотою обертання, що призводило до висипання сипкого корму у пристрій зміни напрямку руху потоку 11, клапан якого може змінювати своє положення залежно від необхідності напрямку потоку (на тензовимірювальну площину вимірювача потоку сипких матеріалів 12 або в окрему місткість для збору необхідних порцій 18). Живлення вимірювача частоти обертання та електродвигуна приводу дискового робочого органа здійснювали джерелами постійного струму ВИП–0,09 та ВСА–10А. Для зчитування сигналів частоти струму використано електронний частотомір ЧЗ-54.

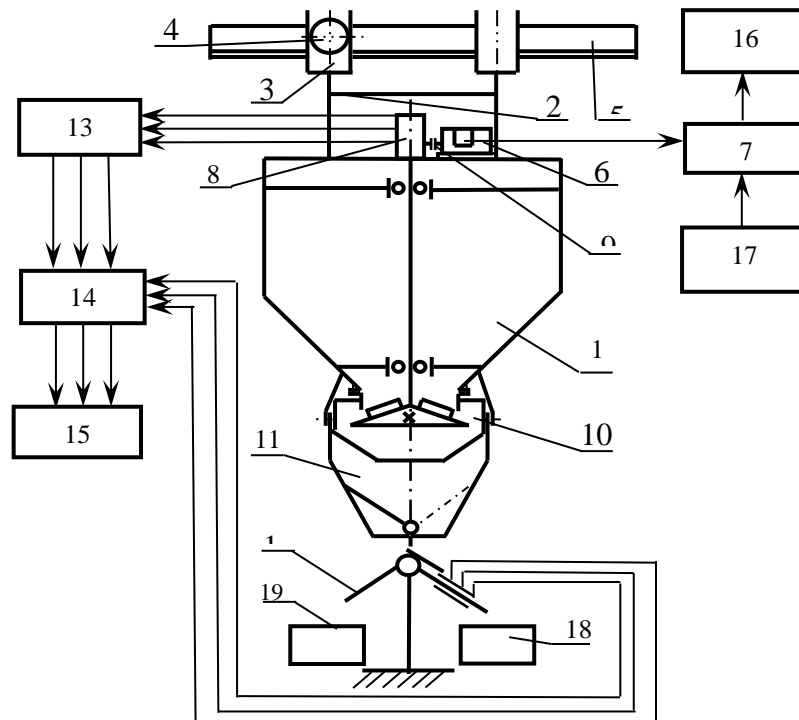


Рис. Блок-схема для дослідження робочих органів дискового дозатора сипких кормів: 1 – бункер; 2 – підвісна рама; 3 – каретка; 4 – привід на переміщення роздавача-дозатора; 5 – нерухома балка; 6 – електродвигун на привід дозатора; 7 – вимірювач частоти обертання дозувального робочого органа; 8 – редуктор; 9 – муфта; 10 – захисний кожух; 11 – пристрій зміни напрямку руху потоку; 12 – вимірювач потоку сипких матеріалів; 13 – вимірювач крутного моменту; 14 – тензопідсилювач 8АНЧ–7М; 15 – ПЕОМ; 16 – електронний частотомір ЧЗ–54; 17 – блоки живлення ВИП–0,09 та ВСА–10А; 18, 19 – місткості для збору необхідних і непотрібних порцій комбікорму.

Потужність процесу дозування сипкого корму вимірювали за допомогою вимірювача крутного моменту, змонтованого в редукторі 8 дозатора. Для збільшення пропускної здатності вимірювача потоку вимірювальну площину розширено до 0,2 м.

Потік сипкого корму до моменту встановлення необхідного режиму дослідження дискового робочого органа подавався пристроєм зміни напрямку руху потоку в окрему місткість для збору непотрібних порцій 19.

При встановленні досліджуваного режиму перекидним клапаном пристрою 11 змінювали напрям потоку на тензовимірювальну площину вимірювача потоку сипких матеріалів, де відбувалось зважування частинок комбікорму за масою, яка подавалася в окрему місткість 18. З місткості 18 порції комбікорму зважували стандартною вагою, дані заносили в журнал досліджень. Експеримент проводили в триразовому повторенні.

Для обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи дискового дозатора проводили повний двофакторний 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.

За критерії оптимізації прийнято продуктивність та потужність процесу дозування робочим органом. Факторами, які впливають на критерій оптимізації індивідуального дозатора, були частота обертання дискового дозувального робочого органа та його діаметр.

Перед початком експерименту вибирали межі зміни факторів та провели їх кодування.

Кодування факторів проводили за формулою [5; 6]:

$$x_i = \frac{x_i - x_{oi}}{\varepsilon}, \quad (1)$$

де  $x_i$  – кодоване значення фактору (безрозмірна величина), верхній рівень позначається +1, нижній – -1 (у центрі експерименту нульовий рівень);  $X_i$  – натуральне значення фактору;  $X_{i0}$  – натуральне значення фактору на нульовому рівні;  $\varepsilon$  – інтервал варіювання.

Інтервал варіювання визначали за формулою [5]

$$\varepsilon = \frac{x^g - x^h}{2}, \quad (2)$$

де  $x^g, x^h$  – значення  $i$ -го фактору на верхньому і нижньому рівнях.

Таблиця 1

## Інтервали і рівні варіювання факторів

Рівень варіювання факторів	Кодовані значення	Частота обертання дискового робочого органа $n, \text{с}^{-1}$	Діаметр дискового робочого органа $D_{\text{кл}}, \text{м}$
Верхній	+	3,5	0,21
Основний	0	3,0	0,165
Нижній	-	2,5	0,12
Інтервал варіювання	$\varepsilon$	0,75	0,045

Таблиця 2

## Матриця плану експерименту

№ експерименту	Варіювання факторами		Критерій оптимізації
	$x_1$	$x_2$	$y$
1	+	+	$y_1$
2	+	-	$y_2$
3	-	+	$y_3$
4	-	-	$y_4$
5	0	+	$y_5$
6	0	-	$y_6$
7	+	0	$y_7$
8	-	0	$y_8$
9	0	0	$y_9$

Рівняння регресії для двофакторної моделі доцільно шукати у такій формі [5]:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_1x_1^2 + b_2x_2^2 + b_{12}x_1x_2. \quad (3)$$

Коефіцієнти регресії визначали з використанням ПЕОМ.

Перевіряли математичні моделі на однорідність дисперсій або на відтворення дослідів за виконання умови [5; 6]:

$$G_{роз} > G_{табл}, \quad (4)$$

де  $G_{роз}$ ,  $G_{табл}$  – розрахункове і табличне значення критерію Кохрена, яке вибирають із таблиці дод. 2 для рівня значущості 0,05 [5].

$G_{роз}$  – критерій Кохрена [5] з числом степенів вільності: для чисельника  $f_4 = c - 1$ , знаменника –  $f_3 = N_p$ , (5)

де  $c$  – число повторностей дослідів;  $N_p$  – число рядків плану.

Розрахункове значення критерію Кохрена  $G_{роз}$  визначаємо зі співвідношення [5]:

$$G_{роз} = \frac{S_n^2 \max}{\sum_{n=1}^{N_p} S_n^2} \quad (6)$$

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 [5]:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{u=1}^{N_p} \sum_{i=1}^m (y_{iu} - \bar{y})^2}{N_p \cdot (m - 1)}, \quad (7)$$

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

Перевірку на адекватність моделі проводили за критерієм Фішера  $F_{роз}$ . Модель є адекватною, якщо виконується умова:  $F_{роз} < F_{табл}$ , де  $F_{роз}$ ,  $F_{табл}$  – розрахункове і табличне значення критерію Фішера, яке вибирають з табл. дод. 3 [5] для рівня значущості 0,05 з числом степенів вільності чисельника  $f_4 = N_p - d$ , знаменника –  $f_3 = N_p \cdot (m - 1)$  [5; 6].

де  $d$  – кількість значущих коефіцієнтів.

Розрахункове значення критерію Фішера визначаємо з відношення [5]:

$$F_{роз} = \frac{S_{ад}^2}{S_y^2}, \quad (8)$$

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

дисперсію адекватності  $S_{ad}^2$  визначають за формулою [5]:

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum_{u=1}^{N_p} (\hat{y} - \bar{y})^2}{N_p - d}, \quad (9)$$

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

**Висновки.** Запропонована методика експериментальних досліджень дискового дозатора сипких кормів конусного типу з радіально встановленими лопатками з використанням теорії планованого експерименту дає змогу встановити оптимальні значення досліджуваних факторів (частота обертання дискового органа та його діаметр), підвищити достовірність результатів експерименту.

#### **Бібліографічний список**

1. Кулаковский И. В. Машины и оборудование для приготовления кормов : справочник / И. В. Кулаковский, Ф. С. Кирпичников, Е. И. Резник. – М. : Росагропромиздат, 1988. – 286 с.
2. Лобанов В. И. Анализ дозаторов сыпучих кормов / В. И. Лобанов //Механизация производственных процессов в животноводстве. – Новосибирск, 1985. – 39 с.
3. Степук Л. Я. Механизация дозирования в кормоприготовлении / Л. Я. Степук. – Минск : Ураджай, 1986. – 152 с.
4. Пат. Україна МПК А01К 5/02. Дозатор сипучих кормів / [В. Банга, Я. Жінчин, В. Дмитрів та ін.]. – № 2000127505, опубл. 15.08.2001, Бюл. № 7.
5. Мельников С. В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Роцин. – Л. : Колос, 1980. – 163 с.
6. Львович Я. Е. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности РЭА / Я. Е. Львович, В. Н. Фролов. – М. : Радио и связь, 1986. – 192 с.

#### **Банга В., Банга Ю. Методика експериментальних досліджень дискового дозатора сипких кормів**

У статті наведено огляд і аналіз існуючих дозаторів сипких кормів, подано методику експериментальних досліджень індивідуального процесу дозування дисковим дозатором конусного типу з радіально встановленими лопатками з використанням теорії багатфакторного планованого експерименту, запропоновано експериментальну установку, наведено рівні варіювання факторів та запропоновано рівняння регресії.

**Ключові слова:** дисковий дозатор, сипкий корм, експериментальна установка, продуктивність процесу дозування, критерій оптимізації.

**Banha V., Banha Y. Methodology of experimental studies of the disk dispenser bulk feed**

The article provides an overview and analysis of existing dispensers bulk feed, presents a methodology of experimental studies of individual dosing process dosing disc conical type with radially mounted blades with the use of the theory of multifactor planning of the experiment, the experimental setup, the variation levels of the factors and proposed the regression equation.

**Key words:** disc dispenser, bulk food, the experimental setup, the performance of the dosing process, the optimization criterion.

**Банга В., Банга Ю. Методика экспериментальных исследований дискового дозатора сыпучих кормов.**

В статье проведен обзор и анализ существующих дозаторов сыпучих кормов, представлена методика экспериментальных исследований индивидуального процесса дозирования дисковым дозатором конусного типа с радиально установленными лопатками с использованием теории многофакторного планируемого эксперимента, предложена экспериментальная установка, приведены уровни варьирования факторов и предложены уравнения регрессии.

**Ключевые слова:** дисковый дозатор, сыпучий корм, экспериментальная установка, производительность процесса дозирования, критерий оптимизации.