

*Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine*

### **Comparative analysis of theoretical and experimental investigations of the functioning of heat exchanger for livestock buildings**

The paper conducted a visual and statistical comparison of theoretical and experimental data, which made it possible to argue about the adequacy of the mathematical model, developed as a result of theoretical research unit heat exchanger for livestock buildings and the possibility of its use for engineering calculations.

Одержано 07.10.15

**УДК 631.22.014:636.084.74**

**В.І. Банга, канд. техн. наук, Ю.В. Банга, магістр**

*Львівський національний аграрний університет, м.Львів, Україна, banga.v@yandex.ua*

## **Аналіз існуючих теорій процесу роздавання і дозування сипучих кормів**

В статті проведено огляд існуючих теорій процесу роздавання і дозування сипучих кормів залежно від конструктивно-технологічних і режимних параметрів роздавачів-дозаторів. Здійснивши огляд теорій процесу роздавання сипучих кормів, встановлено, що вони орієнтовані в основному на групову годівлю корів. Провівши аналіз теорій процесу дозування сипучих кормів, встановлено частковий вплив фізико-механічних характеристик сипучих кормів на продуктивність дозаторів та відсутність теорій дозування конусними та конусно-лопатевими робочими органами, що не дозволяє розробити оптимальну конструкцію дозаторів кормів, які здатні забезпечити дотримання відповідних зоотехнічних вимог.

**сипучий матеріал, продуктивність, рівномірність, точність дозування**

**В.И. Банга, канд. техн. наук, Ю.В. Банга, магистр**

*Львовский национальный аграрный университет, г.Львов, Украина*

**Анализ существующих теорий процесса раздачи и дозирования сыпучих кормов**

В статье проведен обзор существующих теорий процесса раздачи и дозирования сыпучих кормов в зависимости от конструктивно-технологических и режимных параметров раздатчиков-дозаторов. Осуществив обзор теорий процесса раздачи сыпучих кормов, установлено, что они ориентированы в основном на групповое кормление животных. Проведя анализ теорий процесса дозирования сыпучих кормов, установлено частичное влияние физико-механических характеристик сыпучих кормов на производительность дозаторов и отсутствие теорий дозирования конусными и конусно-лопастными рабочими органами, что не позволяет разработать оптимальную конструкцию дозаторов кормов, которые способны обеспечить соблюдение соответствующих зоотехнических требований.

**сыпучий материал, производительность, равномерность, точность дозирования**

**Постановка проблеми.** Технологічний процес роздавання і дозування сипучих кормів є складним, основними показниками якого є продуктивність, рівномірність, точність дозування та відповідність їх зоотехнічним вимогам. У технологічному обладнанні, яке застосовується для роздавання і дозування сипучих кормів, використовуються енерго- і металоємні дозувальні пристрої, в яких відхилення рівномірності й точності дозування перевищують встановлені зоотехнічні вимоги на технологічний процес. Сучасні роздавачі-дозатори повинні бути адаптовані до використання їх в автоматизованій системі управління технологічним процесом (АСУ ТП) виробництва молока. Тому розробка теорії роздавання і дозування сипучих кормів є актуальним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проведений нами аналіз літературних джерел [1-3] дозволяє зробити висновок, що відомі теорії процесу роздавання і дозування сипучих кормів орієнтовані в основному на групову годівлю корів. В даних теоріях частково врахований вплив фізико-механічних характеристик кормів на продуктивність дозаторів.

**Постановка завдання.** Метою дослідження є розробка теорії індивідуального процесу роздавання і дозування сипучих кормів індивідуальним роздавачем-дозатором.

**Виклад основного матеріалу.** Процес роздавання кормів складається із декількох послідовних операцій: заповнення бункера відповідною кількістю корму, необхідною для одноразової годівлі тварин, подача його до робочих органів, відокремлення і дозування [1]. Клоковим М. І. наведена формула для визначення кількості корму, що видається в годівницю за один прохід роздавача. Ця кількість залежить від швидкості стрічки і напрямку руху транспортера при заданій продуктивності живильника і визначається за формулою [2]

$$q_k = \frac{P}{\mathcal{G}_T} \pm \frac{P}{\mathcal{G}_л \pm \mathcal{G}_T}, \quad (1)$$

де  $q_k$  – кількості корму, що видається в годівницю за один прохід роздавача, кг/м;

$\mathcal{G}_л$  – швидкість руху стрічки транспортера, м/с;

$\mathcal{G}_T$  – швидкість переміщення транспортера, м/с;

$P$  – кількість корму, який подається на стрічку транспортера, кг/с. Знаки “–” між першим і другим членами рівняння (1) і “+” між швидкостями стрічки і транспортера в знаменнику відповідають роздаванню при однаковому напрямку руху, а обернені – коли напрям стрічки і транспортера протилежні.

Кузьмічем Я.А. [3] наведена математична модель процесу роздавання концентрованих кормів мобільними роздавачами з гвинтовим дозатором.

Основними параметрами роздавача концентрованих кормів є місткість його бункера та продуктивність, яка в свою чергу залежить від швидкості переміщення роздавача вздовж годівниць і продуктивності дозатора.

При визначенні місткості бункера роздавача слід враховувати кількість корму, яку потрібно видати за один цикл годівлі групі корів одним роздавачем без додаткового завантаження бункера. Враховуючи те, що маса разової даванки корму  $i$ - й корові є величиною змінною, для визначення місткості бункера її доцільно брати максимально допустимою зоотехнічними вимогами. Тоді місткість бункера роздавача визначається за формулою

$$V_{\delta} = \frac{m'_p \cdot N_{кор}}{\rho \cdot \varphi}, \quad (2)$$

де  $V_{\delta}$  – місткість бункера роздавача, м<sup>3</sup>;

$m'_p$  – максимально допустима зоотехнічними вимогами маса разової даванки одній корові, кг;

$N_{кор}$  – кількість корів, яку доцільно обслуговувати одним роздавачем, гол;

$\rho$  – густина сипучого корму кг/м<sup>3</sup>;

$\varphi$  – коефіцієнт заповнення бункера.

Продуктивність роздавача визначається за формулою

$$Q_p = \frac{m'_p \cdot N_{кор}}{t_p}, \quad (3)$$

де  $Q_p$  – продуктивність роздавача, кг/год.;

$t_p$  – тривалість циклу роздавання кормів, год.

Тривалість циклу роздавання корму повинна бути меншою або ж дорівнювати встановленій зоотехнічними вимогами, тобто:

$$t_p \leq t_d. \quad (4)$$

Тривалість циклу роздавання  $t_p$  (с) сипучих кормів визначається за виразом:

$$t_p \leq \left( \frac{L_\phi}{g_{роз}} + \frac{m'_p}{Q_d} \right) \cdot N_{кор} + \frac{L_\phi}{g_{роз}} \cdot N_{кор} + \frac{L_i}{g_{роз}}, \quad (5)$$

де  $L_\phi$  – фронт годівлі корів (ширина стійла), м;

$g_{роз}$  – швидкість переміщення роздавача вздовж годівниць, м/с;

$Q_d$  – продуктивність дозатора, кг/с;

$L_i$  – відстань переміщення роздавача, де відсутні годівниці, м.

Максимально допустима зоотехнічними вимогами маса разової даванки ( $m_p$ ) не повинна перевищувати 2,0 кг. Згідно з зоотехнічними вимогами тривалість одного циклу роздавання ( $t_p$ ) для групи зі 100 корів не повинна перевищувати 20 хв. тобто в розрахунку на 1 корову  $t_p = 12$  с. [3]. Згідно [3] фронт годівлі корів ( $L_\phi$ ) становить 1,2 м, а швидкість переміщення ( $g_{роз}$ ) існуючих мобільних роздавачів лежить у межах 0,1–0,5 м/с.

Ревенком І.І. [4] показаний технологічний процес роздавання кормів мобільними кормороздавачами, основними показниками якого є кількість корму, яку необхідно доставити за один рейс, продуктивність і погонна норма видачі кормороздавача. Кількість корму, яку необхідно доставити за один рейс, визначається за формулою

$$G_p = \frac{V_\phi \cdot \varphi}{\rho}, \quad (6)$$

де  $G_p$  – кількість корму, яку необхідно доставити за один рейс, кг.

Необхідна продуктивність кормороздавача визначається за формулою:

$$Q_p = q_n \cdot g_p, \quad (7)$$

де  $Q_p$  – продуктивність кормороздавача, кг/с;

$q_n$  – погонна норма видачі корму кормороздавачем, кг/м;

$g_p$  – швидкість руху агрегату під час роздавання кормів у годівниці, м/с;

Погонну норму видачі корму кормороздавачем визначали за формулою

$$q_n = \frac{q_p \cdot K}{L}, \quad (8)$$

де  $q_p$  – разова норма видачі на одну голову, кг;  
 $K$  – змінність годівлі з одного головомісця (при прив'язному способі утримання приймається  $K = 1$ );

$L$  – довжина фронту годівлі однієї тварини, м.

В загальному вигляді кількість мобільних кормозмішувачів-роздавачів визначають за формулою [5]

$$N_{зм} = \frac{(m_k + m_d) \cdot T_u}{T_{зв} \cdot V_B \cdot \rho \cdot K_3 \cdot n}, \quad (9)$$

де  $m_k, m_d$  – відповідно, маса кормосуміші та збагачувальної добавки, що видають тваринам, кг;

$T_u$  – час повного циклу роботи машини, год.;

$T_{зв}$  – час, що обумовлений зоотехнічними вимогами, год.;

$V_B$  – об'єм бункера кормозмішувача-роздавача, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – щільність кормосуміші, кг/м<sup>3</sup>;

$K_3$  – коефіцієнт заповнення бункера;

$n$  – кратність годування.

Процес дозування сипучих кормів поділяють на три фази: живлення, або заповнення дозатора матеріалом, формування його в рівномірний потік і випуск. Вирішальний вплив на рівномірність видачі корму із дозатора має друга фаза [6]. Проведемо огляд теорій дозування сипучих кормів. Формули для визначення продуктивності дозаторів сипучих кормів та їх технічна характеристика наведені в табл.1.

Таблиця 1 – Формули для визначення продуктивності дозаторів сипучих кормів та їх технічна характеристика

Автор	Формула	Продуктивність, т/год.	Різниця результатів експериментальних і теоретичних досліджень, %
Левченко В.И. [7]	$Q_m = V \cdot \rho \cdot \omega$	0,6-7,8	8
Степук Л.Я. [6]	$Q_c = \vartheta \cdot \rho \cdot S,$	0,18-3,6	10
Степук Л.Я. [6]	$Q_c = H \cdot B \cdot \vartheta_c \cdot \rho,$	2,0- 6,0	12
Степук Л.Я. [6]	$Q_{\delta} = k \cdot F \cdot m \cdot l_{\delta} \cdot \omega$	до 5,0	6
Нарушин В.Г. [8]	$Q_{\delta} = q_n \cdot \vartheta_n$	до 4,0	7
Лобанов В.И. [9]	$Q_{\delta} = \pi \cdot D_k \cdot b \cdot a \cdot \omega \cdot Sh \cdot \rho,$	1,0-3,0	5
Любін М.В. [10]	$Q = 0,785(D + 2\Delta)^2 \cdot S\psi \cdot n \cdot \rho$	0,18-144	8

Примітка. У формулах були прийняті наступні позначення:  $Q_m$  – продуктивність тарілчастого дозатора, кг/с;  $V$  – об'єм корму, який знімається скидачем з тарілки за один оберт, м<sup>3</sup>;  $\rho$  – густина корму, кг/м<sup>3</sup>;  $\omega$  – кутова швидкість обертання тарілки, рад/с;  $Q_c$  –

продуктивність гравітаційного дозатора, кг/с;  $\mathcal{G}$  – середня швидкість витікання матеріалу із отвору дозатора, м/с;  $S$  – площа отвору витікання, м<sup>2</sup>;  $Q_c$  – продуктивність стрічкового дозатора, кг/с;  $H$  – висота шару матеріалу, м;  $B$  – ширина шару, м;  $\mathcal{G}_c$  – швидкість руху стрічки, м/с;  $Q_b$  – продуктивність барабанного дозатора, м<sup>3</sup>/с;  $k$  – коефіцієнт заповнення секторів барабана;  $F$  – площа поперечного перерізу сектора, м<sup>2</sup>;  $m$  – число секторів у барабані, шт.;  $l_b$  – довжина барабана, м;  $\omega$  – кутова швидкість барабана, рад/с;  $Q_b$  – продуктивність барабанного дозатора, кг/с;  $q_l$  – лінійна норма видачі корму, кг/м;  $\mathcal{G}_l$  – лінійна швидкість барабана, м/с;  $q_p$  – кількість корму, яка видається одній тварині, кг;  $L$  – довжина фронту годівлі на одну тварину, м;  $Q_v$  – продуктивність вібраційного дозатора, кг/с;  $D_k$  – діаметр збуджувального конуса в нижній його частині, м;  $b$  – зазор між збуджувальним конусом і вібраційним днищем, м;  $a$  – амплітуда коливань вібраційного днища, м;  $Sh$  – число Струхалія, яке характеризує клас подібних коливань;  $\omega$  – частота вимушених коливань вібраційного днища, рад/с;  $Q$  – продуктивність шнекового дозатора, кг/с;  $D$  – діаметр шнека, м;  $\Delta$  – радіальний зазор, м;  $S$  – крок гвинтової лінії, м;  $\psi$  – коефіцієнт заповнення жолоба;  $n$  – частота обертання шнека, с<sup>-1</sup>;  $\rho$  – густина продукту, кг/м<sup>3</sup>.

**Висновки.** Здійснивши огляд і аналіз теорій технологічного процесу роздавання сипучих кормів, можна сказати, що вони орієнтовані в основному на групову годівлю тварин.

Проведений нами огляд теорій і аналіз процесу дозування сипучих кормів, дозволяє зробити висновок, що в даних теоріях частково врахований вплив фізико-механічних характеристик кормів на продуктивність дозаторів, що не дозволяє розробити оптимальну конструкцію дозаторів кормів, які здатні забезпечити дотримання відповідних зоотехнічних вимог. У теоріях дозування відсутні теоретичні положення процесу дозування конусними та конусно-лопатевими робочими органами.

## Список літератури

1. Лившиц Ю.Л. Влияние некоторых параметров на стабильность процесса раздачи корма [Текст] / Ю.Л. Лившиц //Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1972.- №4. –С.18-19.
2. Клоков Н.И. Раздача кормов перемещающимися транспортерами [Текст] / Клоков Н.И // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1976. – №12. – С.22–24.
3. Кузьміч Я. А. Дослідження процесу індивідуальної видачі концентрованих кормів коровам в умовах прив'язного утримання мобільними роздавачами з гвинтовим дозатором [Текст] / Кузьміч Я. А., Верніков Д. І., Ахмедов Е. І. //Механізація та електрифікація сільського господарства. – К.: Урожай, 1993.– С. 56–60.
4. Ревенко І. І. Конструктивно-функціональна схема та аналіз параметрів роботи дозатора для індивідуальної видачі кормів коровам [Текст] / І. І. Ревенко, В.Радчук. //Вісн. Львів. держ. аграр. ун-ту: Агроінженерні дослідження.– 2001. – №5.–С. 58–62.
5. Брагінець А.М. Сучасні енергозаощаджуючі технології приготування та роздавання кормів [Текст] /А.М. Брагінець, С.М. Брагінець // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: Наукове фахове видання. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – Вип.10, Т.5. – С. 18-27.
6. Степук Л. Я. Механизация дозирования в кормоприготовлении [Текст] / Л. Я. Степук – Минск.:Ураджай, 1986. – 152 с.
7. Левченко В.И. Тарельчатый дозатор с активным сбрасывателем [Текст] / В.И. Левченко // Техника в сельском хозяйстве. – 1980.– №8.– С.21–22.
8. Нарушин В.Г. Расчет производительности барабанного дозатора [Текст] / В.Г. Нарушин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. –1991. №3. – С.19–20.
9. Лобанов В.И. Методика инженерного расчета вибродозатора с криволинейной образующей виброднища [Текст] /В.И. Лобанов // Механизация технологических процессов в животноводстве: Сб. науч. тр. Алтайск. с.-х и-та. – Барнаул, 1989. – С.31–34.

10. Любін М.В. Обґрунтування параметрів робочого органу для автоматизованого процесу дозування концентрованих кормів [Текст] /М. В. Любін, . О. А.Токарчук, С. Д. Літинський // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету: Серія : Технічні науки. – Вінниця 2014. – №2 (85). – С.170-174.

**Vasily Banga, PhD tech. sci., Yuri Banga, Msc.**

*Lviv national agrarian University, Lviv, Ukraine*

#### **Analysis of existing theories of the process of distributing and dosing bulk feed**

Abstract: the aim of the study is to develop a theory of individual process of distributing and dosing bulk feed individual components distributor-dispenser.

The article presents the theory of the process of distributing and dosing bulk mobile feed dispensers-dispensers, depending on their constructive-technological parameters and operating conditions. The main parameters, the maximum permissible mass of a single DaVinci, the cycle of distribution, feeding and moving speed of existing mobile feeders.

By review theories of the process of distributing loose feed, it was found that they focused mainly on group feeding of cows. After analyzing the theories of the process of dispensing bulk feed is set to partial the effect of physical-mechanical properties of granular feed on the productivity of dosing and the absence of theories of the dosing cone and cone-blade working bodies, does not allow to develop optimum design of the feed dispensers which are able to meet the appropriate zootechnical requirements.

**granular material, performance, uniformity, accuracy of dosing**

Одержано 27.10.15

**УДК 631.361**

**Н.В. Брагинец, проф., д-р техн. наук, А.А. Вертий, инж.**

*Луганский национальный аграрный университет, м.Луганск, Украина, nsrose@mail.ru*

## **Экспериментальные исследования процесса измельчения грубых и стебельчатых кормов измельчителем с комбинированными ножами**

Предложена методика экспериментальных исследований процесса измельчения грубых и стебельчатых кормов измельчителем, рабочий орган которого оснащён свободно подвешенными комбинированными ножами, включающими вертикальные клиновидные и поперечные серповидные лезвия, позволяющие создавать необходимые упругие и пластические деформации измельчаемого материала.

**грубые, стебельные корма, измельчение, комбинированные ножи, лезвия**

**М.В. Брагинец, проф., д-р техн. наук, О.А. Вертий, инж.**

*Луганский национальный аграрный университет, г.Луганск, Украина*

#### **Експериментальні дослідження процесу подрібнення грубих і стеблинних кормів подрібнювачем з комбінованими ножами**

Запропоновано методику експериментальних досліджень процесу подрібнення грубих і стеблинних кормів подрібнювачем, робочий орган якого оснащений вільно підвішеними комбінованими ножами, що включають вертикальні клиновидні і поперечні серповидні леза, які дозволяють створювати необхідні пружні і пластичні деформації подрібнювального матеріалу.

**грубі, стеблові корми, подрібнення, комбіновані ножі, леза**