

УДК 631.316

**І.А. Шевченко, проф., д-р техн. наук, чл.-кор. НААН,**

*Інститут олійних культур НААН, м. Запоріжжя (Україна)*

**Е.Б. Алієв, канд. техн. наук, ст. наук. співр., С.О. Доруда<sup>1</sup>, наук. співр.**

*Відділ біоекотехнічних систем в тваринництві ННЦ «ІМЕСГ», м. Запоріжжя (Україна)*

## Результати моделювання процесу потокового змішування кормосумішей змішувачем-кормороздавачем

Приведено результати моделювання процесу потокового змішування кормосумішей змішувачем-кормороздавачем. Отримано математичну модель процесу потокового змішування кормових компонентів

**потокове змішування, моделювання, змішувач-кормороздавач, математична модель, конструктивно-технологічні параметри, однорідність кормо суміші**

**І.А. Шевченко**

*Інститут масляничних культур НААН, г. Запоріжжя (Україна)*

**Э.Б. Алиев, С.А. Доруда**

*Отдел биоекотехнических систем в животноводстве ННЦ «ИМЕСХ», г. Запоріжжя*

**Результаты моделирования процесса потокового смешивания кормосмесей смесителем-кормораздатчиком**

Приведены результаты моделирования процесса потокового смешивания кормосмесей смесителем-кормораздатчиком. Получена математическая модель процесса потокового смешивания кормовых компонентов.

**потоковое смешивание, моделирование, смеситель-кормораздатчик, математическая модель, конструктивно-технологические параметры, однородность кормосмеси**

**Постановка проблеми.** Потоковий спосіб змішування зустрічних потоків сипучих компонентів, який покладено в основу конструкції мобільного змішувача-кормороздавача потокового типу [1, 2, 3] (рис. 1), дозволяє одночасно виконувати змішування та видачу кормосуміші (концкорм, силос) тваринам, застосовуючи для цього лише один робочий орган. Потік сипучого концкорму створюється за рахунок гравітаційних сил, а зустрічний потік силосу – за допомогою обертального руху лопатевого змішувача. Для перевірки працездатності зазначеної конструкції і визначення діапазонів конструкційно-технологічних параметрів розробленого мобільного змішувача-кормороздавача необхідно провести моделювання процесу потокового змішування компонентів кормосуміші з використанням пакету програмного забезпечення Star CSM+.

**Мета досліджень.** Провести моделювання процесу потокового змішування кормосумішей змішувачем-кормороздавачем і визначити діапазон його конструкційно-технологічних параметрів.

© І.А. Шевченко, Е.Б. Алієв, С.О. Доруда, 2013

<sup>1</sup> Науковий керівник – Шевченко І.А., проф., д-р техн. наук, член-кореспондент НААН

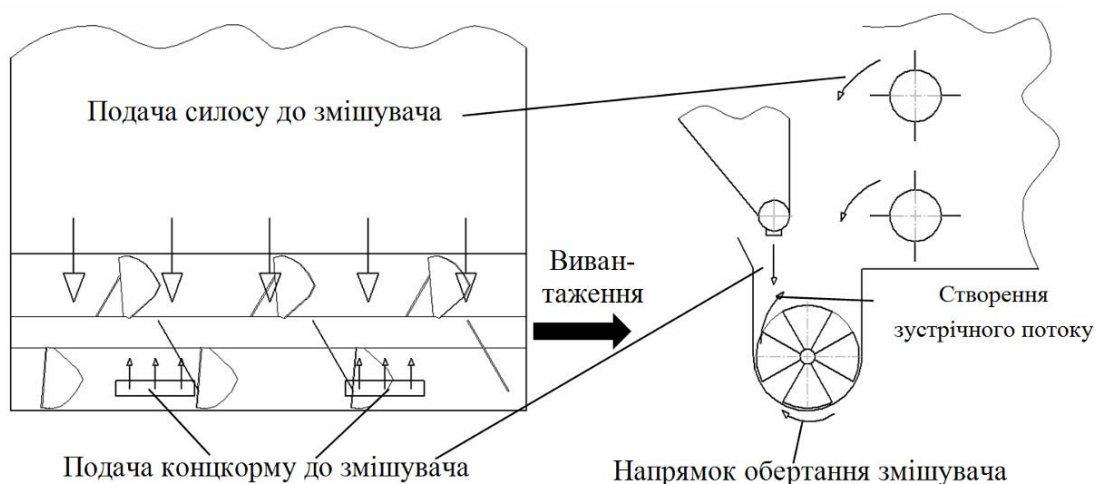


Рисунок 1 – Еквівалентна схема мобільного змішувача-кормороздавача

**Аналіз попередніх досліджень.** Для виконання поставленої задачі необхідно враховувати фізико-механічні властивості матеріалів, а саме силосу та комбікорму, що використовуються як вихідні дані при моделюванні. Проведені лабораторні дослідження дали змогу визначити фракційний склад силосу, який представлений в таблиці 1, а також його вихідну вологість, що становила 72%, та насипну щільність – 223 кг/м<sup>3</sup>.

Таблиця 1 – Фракційний склад силосу

Показник	Розміри часток силосу, мм						
	до 20	21-30	31-40	41-50	51-70	71-100	> 100
%	55,57	16,57	9,42	3,63	5,13	4,24	5,45
Середньозважений розмір часток	28,04						

Лабораторні дослідження комбікорму визначили його вологість, що становила 10,56 %, модуль помелу – 1,63, та насипну щільність – 700 кг/м<sup>3</sup>.

Також як вихідні дані при моделюванні використовувались кут природного укосу та коефіцієнти тертя спокою та руху по металу [4].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для проведення моделювання процесу потокового змішування кормосумішей з використанням пакету програмного забезпечення Star CCM+ було створено модель змішувача-кормороздавача потокового типу (рис. 2).

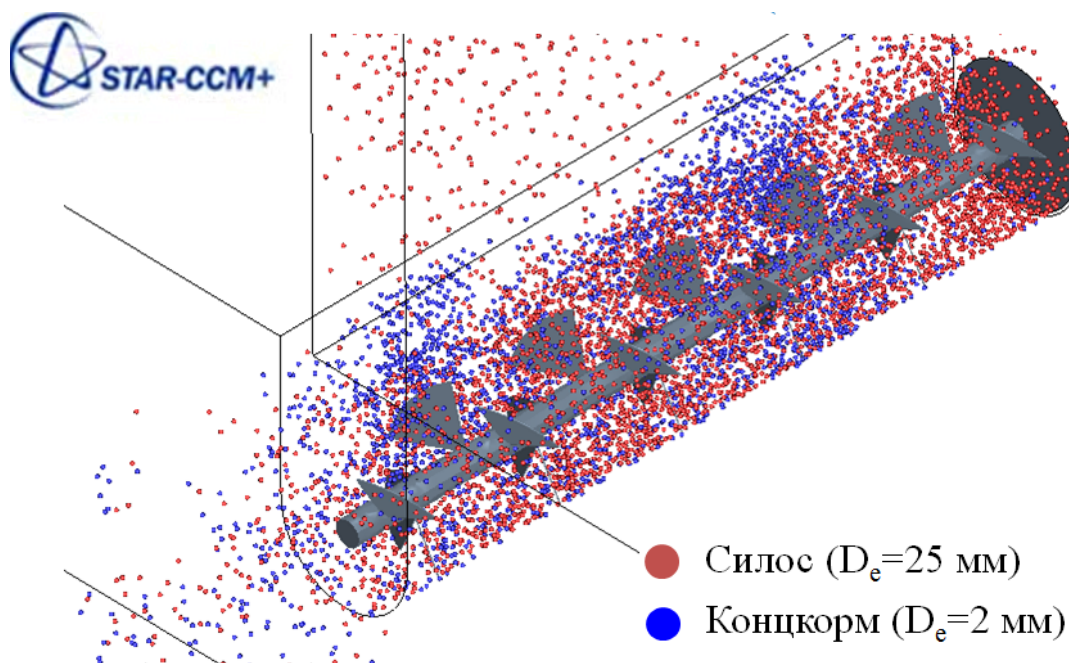


Рисунок 2 – 3D-модель мобільного змішувача-кормороздавача

Модельовання проводилося згідно з прийнятим повнофакторним планом експерименту (81 дослід). За фактори було прийнято частоту обертів змішувача ( $n$ ), кут атаки лопатей змішувача ( $\alpha$ ), продуктивність подачі стеблового корму ( $Q_C$ ), продуктивність подачі комбікорму ( $Q_K$ ). Рівні та значення факторів теоретичних досліджень приведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Фактори теоретичних досліджень

Рівень варіації фактора	Фактор			
	Частота обертів змішувача, об/хв	Кут атаки лопатей змішувача, град	Продуктивність подачі стеблового корму, т/год	Продуктивність подачі концентратів, т/год
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
Верхній рівень (+)	250	65	24	4,8
Основний рівень (0)	175	45	18	4,2
Нижній рівень (-)	100	25	12	3,6
Інтервал варіації	75	20	6	0,6

За критерії оптимізації прийнято однорідність кормосуміші ( $\theta$ ) та концентрацію силосу в кормосуміші ( $C_C$ ).

Слід зазначити, що змішувач був поділений на 10 зон (рис. 3), в кожній з яких визначались вищезазначені критерії оптимізації. Це дало змогу спостерігати динаміку процесу змішування компонентів.

Так як для дотримання певного раціону годівлі необхідно отримати певне співвідношення кормових компонентів в суміші на виході зі змішувача, нами запропоновано визначати однорідність кормосуміші за виразом:

$$\theta = 1 - \frac{100}{C_3} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_3)^2}{n-1}}, \% \quad (1)$$

де  $C_3$  – задана концентрація силосу в кормосуміші;

$C_i$  – концентрація силосу в  $i$ -тій зоні змішувача;

$n$  – кількість зон змішувача.

Для кожного з дослідів згідно плану експерименту, було отримано залежності однорідності кормосуміші ( $\theta$ ) та концентрації силосу в кормосуміші ( $C_C$ ) для кожної зони змішувача. Результати одного з дослідів (для рівнів факторів 0,0,0,0) представлений на рис. 3-5.

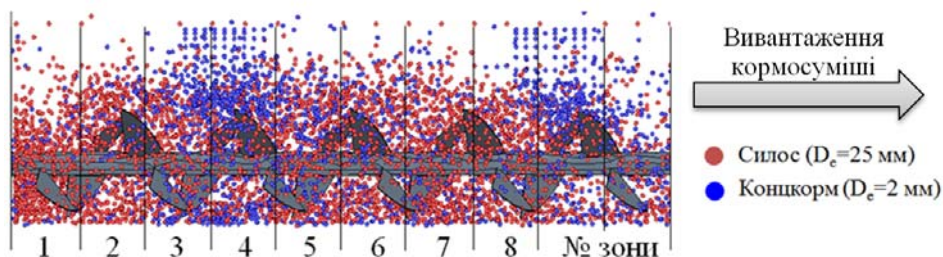


Рисунок 3 – Графічне зображення процесу змішування кормосумішей

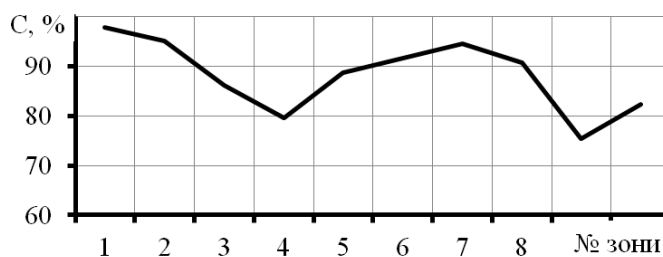


Рисунок 4 – Залежність концентрації силосу від зони лопатевого змішувача

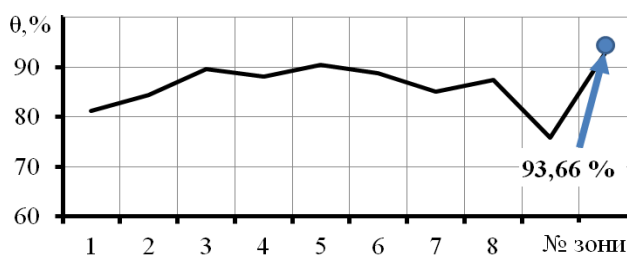


Рисунок 5 – Залежність однорідності кормосуміші від зони лопатевого змішувача

За результатами моделювання було отримано математичну модель процесу потокового змішування кормових компонентів змішувачем-кормороздавачем, яка має вигляд:

$$\theta = -8,62329 + 0,14057m - 0,000374653m^2 + 1,34766Q_C - 0,0311957Q_C^2 + 29,9269Q_K - 3,4718Q_K^2 + 0,414694x - 0,00400284x^2 \quad (2)$$

Вплив деяких з досліджуваних факторів на однорідність змішування кормових компонентів представлено на рис. 6-7.

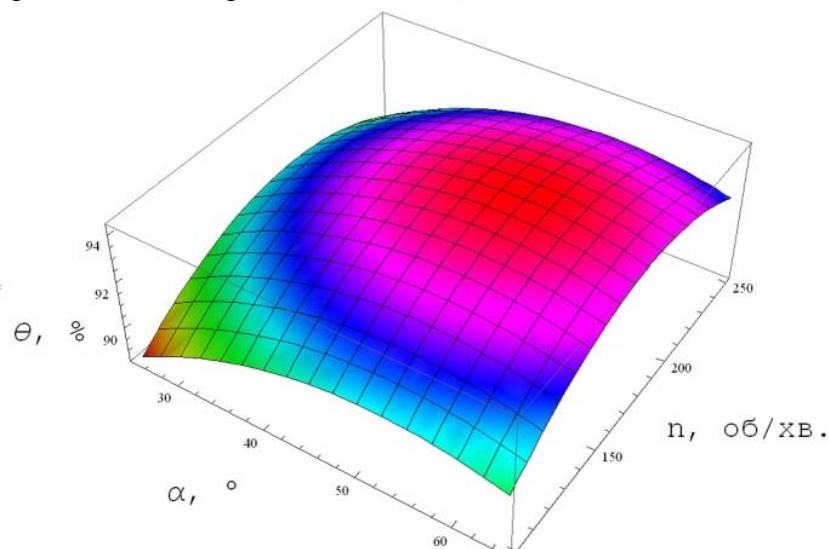


Рисунок 6 – Вплив кута атаки лопатевого змішувача та частоти його обертів на однорідність кормосуміші

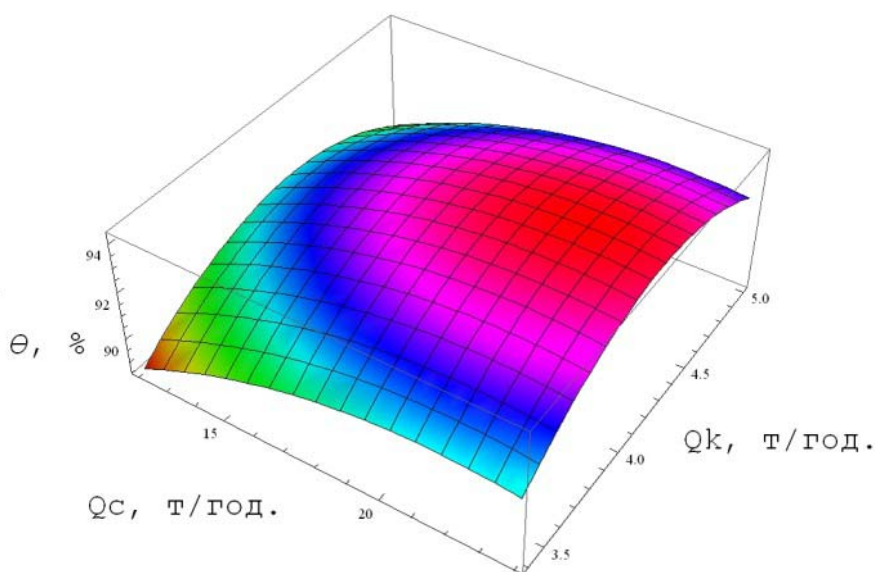


Рисунок 7 – Вплив продуктивності подачі силосу та продуктивності подачі комбікорму на однорідність кормосуміші

Так як з підвищенням однорідності кормосуміші підвищується і добовий надій молока та прирости живої ваги худоби, бажано отримувати її найвищий показник. Відповідно, для максимального значення однорідності кормосуміші, яке становило 94,35%, було отримано оптимальні параметри досліджуваних факторів, а саме: частоти обертів змішувача – 187,6 об/хв.; кута атаки лопатей змішувача –  $51,8^{\circ}$ ; продуктивності подачі стеблового корму – 21,6 т/год; продуктивності подачі концкорму – 4,31 т/год.

Співвідношення кормових компонентів в кормосуміші повинне змінюватись відповідно до обраного раціону годівлі тварин, тому змішувач-кормороздавач повинен забезпечувати якісне виконання процесу змішування при будь яких значеннях факторів продуктивності подачі стеблового корму та продуктивності подачі концкорму. Для підтвердження цього було проведено моделювання процесу потокового змішування з постійними оптимальними значеннями частоти обертів змішувача та кута атаки

лопатеї змішувача. В результаті моделювання було визначено, що при встановленні факторів продуктивності подачі стеблового корму та продуктивності подачі концкорму на будь яких рівнях варіювання однорідність кормосуміші знаходиться на значно вищому за зоотехнічні норми рівні (мінімальна однорідність кормосуміші становила 88,6%). Отже, запропонований мобільний змішувач-кормороздавач потокового типу забезпечує якісне виконання поставленої задачі.

**Висновки.** 1. Використовуючи метод дискретних елементів, який покладено в основу програми Star CCM+, побудовано фізико-математичну модель процесу потокового змішування кормосумішей. Отримані залежності концентрації силосу в кормосуміші та однорідності кормосуміші від зон потокового змішувача, які дозволяють визначити розташування вивантажувальних вікон бункера-дозатора концкормів.

2. Визначені оптимальні конструктивно-технологічні параметри мобільного змішувача-кормороздавача при яких однорідність кормосуміші є максимальною (94,35%), а саме: частота обертів змішувача – 187,6 об/хв.; кут атаки лопатеї змішувача – 51,8<sup>0</sup>; продуктивність подачі стеблового корму – 21,6 т/год; продуктивність подачі концкорму – 4,31 т/год.

3. Визначені діапазони параметрів продуктивності подачі на змішування стеблового корму (12-24 т/год) та концкорму (3,6-4,8 т/год), при яких спостерігається достатня, згідно зоотехнічних норм (не менше 80%), однорідність суміші. Отримані діапазони були взяті за основу для подальших експериментальних досліджень змішувача-кормороздавача потокового типу.

## Список літератури

1. Доруда С. О. “Дослідження кормороздавача-змішувача вологих кормосумішей для ферм ВРХ”. Львівська аграрна фундація «Аграрна наука та освіта на сучасному етапі розвитку народногосподарського комплексу: досвід, проблеми та шляхи їх вирішення» М. Львів.– С. 62-65.
2. Доруда С. О. “Результати експериментальних досліджень бункера-дозатора концкормів для кормороздавача змішувача потокового типу”. Вісник наукових праць ХНТУСГ ім. П. Василенка. 2012 р.- С 87- 93.
3. Патент України на корисну модель МПК (2011.01) А01К 5/00. Кормороздавач-змішувач / І. А. Шевченко, Л. С. Воронін, С. О. Доруда; Заявник і патентовласник Інститут механізації тваринництва Національної академії аграрних наук України. - № 60062; заявл. 18.11.2010; опублік. 10.06.2011, Бюл. №11, 2011р..
4. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Под ред. А.В. Красниченко. Том 2. М., Машгиз, 1961г.

### Igor Shevchenko

*Institute of oilseeds of the National Academy of Agricultural Sciences*

### Elchin Aliev, Sergey Doruda

*National Scientific Center "Institute of Agricultural Engineering and Electrification" of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Department Bioecotechnical systems in animal husbandry, Zaporozhye*

### **The results of simulation of stream mixing fodder blends mixer feeders**

Presented results of simulation of stream mixing fodder blends mixer-feeders. Received a mathematical model of the process stream mixing feed components.

The optimum constructive and technological parameters of the mobile mixer-feeders was been determined. Specifically: frequency of rotation is 187,6 rpm; angle of attack blades of mixer is 51,8<sup>0</sup>; performance of supply corn forage is 21,6 t/h; performance of supply concentrated feed is 4,31 t/h. Under these terms homogeneity of fodder blends was 94,35%.

**stream mixing, simulation, mixer-feeder, mathematical model, constructive and technological parameters, homogeneity of fodder blends**

Одержано 09.09.13