

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛОПАТЕВИХ КОРМОЗМІШУВАЧІВ

Савченко П. І., Хандола О. Ю., Серeda А. І.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

У статті проведено аналіз теоретичних та експериментальних досліджень щодо розрахунку основних параметрів лопатевих змішувачів, які можуть бути використані при проектуванні кормозмішувачів.

Постановка проблеми. Одним із найбільш трудомістких процесів приготування кормів являється змішування компонентів, що входять в раціон тварин та птахів. З цією метою сьогодні створено ряд дослідних зразків кормозмішувачів, які відрізняються не лише характером робочого процесу, а й конструкцією окремих параметрів (довжина змішувача, діаметр робочого органу, зазор між робочим органом та корпусом змішувача, крок лопаті, кут установки та ін.) від яких багато в чому залежить продуктивність та енергоємність змішувачів, а також якість кінцевого продукту.

Велика кількість різноманітних типів змішувачів пояснюється тим, що на сьогоднішній день немає однозначної методики розрахунку і проектування кормозмішувачів, яка поєднувала б у собі як розрахункові (теоретичні), так і експериментальні дані, отримані у результаті проведених досліджень та випробувань змішувачів кормів. У зв'язку з цим при проектуванні кормозмішувачів використовуються дані, отримані при дослідженні змішувачів, що застосовуються в інших галузях промисловості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Різноманітні характеристики, параметри та конструктивні особливості різних видів кормозмішувачів представлені в роботах В.В. Кирсанова, Р.Ф. Филанова, М.Б. Брагінця, Ю.І. Ревенка, С.В. Мельникова, М.А. Борискіна.[4, 5]. Одним з основних завдань промислового виробництва та сільського господарства в даний час є створення нових високоефективних машин і апаратів та вдосконалення вже існуючих у відповідності з сучасними вимогами до якості і енергозбереження в умовах жорсткої конкуренції з провідними країнами Європи та США.

Мета статті. Розробка нової методики розрахунку та проектування технологічного обладнання на основі результатів аналізу теоретичних та експериментальних досліджень процесів, що протікають у ньому.

Основний матеріал дослідження. На основі аналізу теоретичних й експериментальних досліджень пропонується наступна методика розрахунку основних конструктивних параметрів кормозмішувачів.

Вихідною величиною для розрахунку та проектування кормозмішувачів являється продуктивність, що визначається добовою необхідністю у приготованих кормах. При цьому необхідно враховувати, що концентровані корми можна готувати за добу і більше до годівлі, а соковиті корми не більш ніж за 1,5-2 години

до годівлі.

Нехай необхідно змішати за добу Q кг кормів. При n -разовому годуванні змішувач має змішувати при кожній подачі:

$$q_1 = \frac{Q}{n}. \quad (1)$$

Якщо прийняти, що приготування q_1 кг корму має тривати T годин, то годинна продуктивність змішувача буде виражена, як:

$$Q_1 = \frac{Q}{nT}, \quad (2)$$

де Q_1 – продуктивність змішувача за годину, кг/год;

Q – добова продуктивність змішувача, кг;

T – час, що витрачається на приготування однієї порції корму, год;

n – кількість годувань за добу.

Час приготування однієї порції корму змішувачем періодичної дії складається з:

$$T_1 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (4)$$

де t_1 – час завантаження змішувача компонентами;

t_2 – час змішування компонентів;

t_3 – час вивантаження компонентів;

t_4 – час між спорожненням та перезавантаженням змішувача.

Тоді продуктивність за годину можна виразити, як:

$$Q_1 = \frac{60QU}{\sum T_1 n}, \quad (4)$$

де U – показник ефективності;

$\sum T_1$ – час приготування суміші, що використовується за одне годування, хв.

Показник ефективності U являється змінною величиною і коливається у межах 0,8-1,0. Він характеризує оптимальний режим роботи змішувача при змішуванні кормів за мінімальний час з максимальною продуктивністю.

Одноразове завантаження змішувача періодичного змішування складає:

$$q_2 = \frac{Q_1 T_1}{60U}, \quad (5)$$

а для змішувача безперервної дії воно буде дорівнювати:

$$q_2 = \frac{Q_1 t_2}{60U}, \quad (6)$$

де q_2 – маса порції корму, що знаходиться в змішувачі при змішуванні.

Об'єм порції, що завантажується у змішувач визначиться з виразу:

$$V = \frac{q_2}{\gamma} = \frac{Q_1 T_1}{60U\gamma}, \quad (7)$$

де γ – об'ємна маса суміші, кг/м³.

Інтенсивність перерозподілу компонентів суміші залежить від величини заповнення змішувача. З ряду розглянутих експериментальних досліджень встановлено, що при заповненні змішувача безперервної дії більш ніж на половину його місткості, значно погіршується переміщення компонентів через неможливість інтенсивного розпушування всієї маси корму. При малому завантаженні ($\varphi = 0,35$) більша частина корму переміщується без аксіального переміщення, що впливає на продуктивність змішувача. Збільшення числа обертів робочого органу в останньому випадку позитивного ефекту не дає[5].

Таким чином, залежність, що пов'язує корисний об'єм кормозмішувача, зайнятий компонентами з повним об'ємом змішувача, буде мати вигляд:

$$V_c = \frac{V}{\varphi}, \quad (8)$$

де φ – коефіцієнт заповнення змішувача.

За даними фундаментальних джерел технічної літератури коефіцієнт φ має знаходитись у межах 0,35 – 0,45 для одновальних змішувачів безперервної дії та 0,65 – 0,8 – для двох вальних[1].

В залежності від коефіцієнта заповнення необхідна ємність кормозмішувача буде складати

$$V_c = \frac{Q_1 T_1}{60U\gamma\varphi}, \quad (9)$$

З другого боку, якщо корпус змішувача має циліндричну форму (для одновальних змішувачів), повний об'єм можна обчислити:

$$V_c = \frac{\pi D^2}{4} L, \quad (10)$$

де D – діаметр корпусу змішувача;

L – довжина змішувача.

Підставимо значення V_c з формули (9) у вираз (10) та, виконавши перетворення, знайдемо необхідний діаметр змішувача:

$$D = \sqrt{\frac{Q_1 T_1}{15\pi U \gamma \varphi L}}. \quad (11)$$

Довжину змішувача можна визначити з рівняння:

$$L = 2a + S(n_1 - 1) \quad (12)$$

де a – зазор між торцями корпусу змішувача і крайніми лопатями;

S – крок між лопатями;

n_1 – число лопатей на відстані одного кроку.

Зазор a має бути рівним зазору між лопаттю та корпусом змішувача як в одновальних змішувачах, так і в двохвальних, й знаходиться в межах 10-15 мм в одновальних змішувачах та 15-20 мм - в двохвальних.

В другому випадку, для одновальних змішувачів безперервної дії довжина їх залежить від часу перебування корму в кожуху змішувача й швидкості аксіального переміщення:

$$L = 60vt_2, \quad (13)$$

де v – швидкість аксіального переміщення кормосуміші, м/сек;

t_2 – час перебування корма у змішувачі.

У той же час v і t_2 залежать від виду і якостей компонентів, що перемішуються, кількостей лопатей у змішувачі й швидкості обертання робочого органу, коефіцієнта завантаження, коефіцієнта тертя та інших факторів.

Аналіз експериментальних досліджень [3] показав, що довжина одновальних змішувачів має знаходитись у межах 1,2-1,5 м, а у двохвальних вона має становити $3,6R$, де R – величина радіуса лопатей по зовнішньому контуру.

Розглянувши конструкції досліджуваних змішувачів та дані досліджень процесу змішування різних кормів, можна дійти висновку, що ідеальна форма робочих органів змішувачів ще не знайдена.

У зв'язку з різноманітним конструктивним виконанням робочих органів, форма і кількість лопатей може бути різною. Тому, на основі результатів досліджуваних даних, можна припустити, що лопаті мають бути розташовані відносно одне одного під кутом $2\pi/3$ в одновальних змішувачах та під кутом $\pi/3$ – в двохвальних.

В цьому випадку в одновальних змішувачах на кожному кроці робочого органу буде завжди знаходитись тільки одна максимально навантажена лопать, що забезпечить більш рівномірне навантаження по всій довжині вала протягом всього процесу змішування. Такий розподіл лопатей дає можливість зменшити їх кількість на одному кроці, а також зменшити

загальну довжину змішувача при проектуванні.

На основі експериментальних досліджень [1-3] пропонується крок розташування лопатей при проектуванні одновальних змішувачів, рівний $(0,5-0,6) D$, а для двохвальних – $(0,5-0,7) R$.

Для одновальних змішувачів загальна кількість лопатей становить величину:

$$k = 1 + m(k_1 - 1), \quad (14)$$

де m – число витків на валу;

k_1 – число лопатей на кожному витку (при розстановці лопатей під кутом $2\pi/3$ відносно одне одного $k_1 = 3$).

Міжцентрову відстань для лопатевих валів двохвальних змішувачів необхідно вибирати таким чином, щоб смуга перекриття лопатей була рівною $(0,8-0,1)D_{ш}$, де $D_{ш}$ – діаметр вивантажувального шнека (як правило, вивантаження двохвальних лопатевих змішувачів періодичної дії здійснюється шнековим транспортером, що розташовується у нижній частині корпусу змішувача).

Таким чином, кількість лопатей, що встановлюється на одному валу в двохвальних змішувачах періодичної дії можна визначити з наступної залежності:

$$k = \frac{(3,5-4)R}{S} \quad (15)$$

де k – кількість лопатей на одному валу.

Приведені дані теоретичних та експериментальних досліджень дозволяють встановити основні параметри лопатевих змішувачів та можуть бути використані для проектування кормозмішувачів.

Висновки. Запропонована методика обґрунтування параметрів лопатевих кормозмішувачів дає можливість більш повно оцінити процес приготування кормової суміші та отримати математичні моделі, які будуть залежати від технологічних та експлуатаційних параметрів.

Список використаних джерел

1. ГСТУ 46.007- 2000 року. Типова методика визначення якості змішування кормів. Загальні положення. – Ввід. 2000-01-01. – М.: Видавництво стандартів, 2000. - 45с.

2. Першин В. Ф. Моделирование движения пластины в сыпучем материале. / В. Ф. Першин, А. А. Пасько, О. В. Демин / Вестник ТГТУ. 2002. -Том 8, №3. - С. 444-449.

3. Терюшков В. П. Обоснование параметров лопастей быстроходных смесителей сухих кормов. / В. П. Терюшков, А. В. Чупшев, М. В. Коновалова / Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-практической конференции (Минск, 19-20 октября 2011 г.): в 3 т. / Национальная академия наук Беларуси, Республиканское унитарное предприятие "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства". -

Минск, 2011. - Т. 2. - С.180-185.

4. Ревенко І. Сучасний ринок засобів роздавання кормів рогатій худобі / І. Ревенко, Т. Лісовенко, В. Хмельовський // Пропозиція. – 2008. – № 9. – С. 106-114.

5. Кирсанов В. В., Механизация и автоматизация животноводства: учебник / В. В. Кирсанов, Ю. А. Симарев, Р. Ф. Филанов. – М.: Изд. центр "Академия", 2004. – 400с.

6. Хандола Ю. М. Зниження втрат електричної енергії при дозуванні кормових сумішей. / Ю. М. Хандола, А. І.Середа, М. Ю. Середин / Вісник ХНТУСГ. 2014. № 153.- С.

7. Коновалов В. В. Механизация технологических процессов животноводства / В. В. Коновалов, С. И. Щербаков, В. Д. Дмшриев. Пенза: РИО ПГСХА, 2006. - 272 с.

8. Пласкин Ю. М. Процессы и аппараты пищевых производств / Ю.М. Пласкин, Н. Н. Монахов, В. А. Ларин 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 2005. - 760 с.

9. Чупшев А. В. Лабораторный смеситель сухих кормов и методика его исследований/А. В. Чупшев // Инновации молодых ученых агропромышленному комплексу: Сб. материалов научно-практической конференции молодых ученых. Пенза: РИО ПГСХА, 2007. - С. 106.

10. Демин О. В. Изучение механизма движения частиц при смешении сыпучих материалов в лопастном смесителе: Информ. листок № 70-038-01 / Тамб. центр науч.-техн. информации. - Тамбов, 2001. - 4 с.

Анотація

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛОПАСТНЫХ КОРМОСМЕСИТЕЛЕЙ

Савченко П. И., Хандола О. Ю.,
Середа А. И.

В статье проведен анализ теоретических и экспериментальных исследований относительно основных параметров лопастных смесителей, которые могут быть использованы при проектировании кормосмесителей.

Abstract

METHOD OF CALCULATION OF KEY PARAMETERS BLADE FODDER

P. Savchenko, O. Handola,
A. Sereda

The analysis of theoretical and experimental researches of relatively basic parameters of blade mixers that can be used for planning of blade fodder is conducted in the article.