

УДК 631. 3.631.243.32

## УДОСКОНАЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРИГОТУВАННЯ КОМБІКОРМІВ

Гвоздєв В.О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-06

**Анотація** – стаття присвячена визначенню напрямків удосконалювання технологічного процесу приготування комбікормів з використанням швидкохідного гвинтового змішувача.

**Ключові слова** – технологічний процес, комбікорм, гвинтовий змішувач, тонкі шари, надгвинтовий простір, швидкохідність гвинта.

**Постановка проблеми.** Змішування сипучих компонентів комбікормів в умовах сільськогосподарського виробництва є складним процесом, механізм дії якого головним чином залежить від конструкції робочих органів, реологічних властивостей компонентів змішування, і може бути достовірно описаний лише на підставі системного підходу з використанням теорій подібності, моделювання та імовірності. Тому виникла необхідність розробки науково-технічних засад, пов'язаних із змішуванням сипучих компонентів в процесі виробництва комбікормів за умови технологічного забезпечення високої якості змішування сипучих компонентів та зменшення тривалості циклу змішування.

**Аналіз останніх досліджень.** Існуюча система комбікормових підприємств має досить чітку структуру, яка передбачає розподіл технологічного обладнання для всіх рівнів виробництва, починаючи з державних заводів і до ліній для виробництва комбікормів в умовах господарств, причому домінуючим обладнанням в усіх підприємствах є змішувачі від яких залежить кінцевий стан комбікормів.

Промисловістю багатьох країн випускається досить широкий спектр малогабаритних комбікормових установок, як серійних, так і експериментальних [1,2,3,4,5]. Нами розглянуто технічні характеристики 38 комбікормових установок та агрегатів з 12 країн світу та відмічено, що стабілізація продуктивності будь якого комбікормового підприємства пов'язана із забезпеченням безперервного й безперебійного дозування й змішування компонентів

[2,3].

Тому, однією з найважливіших проблем ефективної експлуатації комбікормових підприємств є вибір технологічної лінії дозування й змішування кормів з максимальним ступенем комплексного рішення автоматизації її роботи. При цьому варто забезпечити високу якість комбікорму, що виробляється, підвищення продуктивності й зниження енергоємності процесу.

Таким чином, удосконалення технологічного процесу змішування комбікормів з використанням швидкохідних гвинтових змішувачів із тонкошаровим динамічним змішуванням компонентів, які більшою мірою ніж існуючі змішувачі відповідають вимогам ресурсозберігаючих технологій, є актуальною задачею, вирішенню якої присвячена дана робота.

**Постановка завдання.** Метою статті є розробка напрямків удосконалювання технологічного процесу приготування комбікормів.

**Основна частина.** Аналіз літературних даних [6,7,8,9,10,11,12] показав, що є усі підстави визначити процес змішування важливим етапом отримання якісних комбікормів. Високоєфективне використання змішувача сумісно з дозатором дозволить отримати високоякісні комбікорми, які відповідають зоотехнічним вимогам рецептурного складу й однорідності суміші.

Для вирішення цього питання було розглянуто та проаналізовано понад 25 різних конструкцій змішувачів сипучих матеріалів та визначений напрямок удосконалення процесу змішування компонентів комбікормів [13,14].

В сучасних кормовиробничих підприємствах використовуються в основному потоково-технологічні лінії, які припускають застосування змішувачів безперервної дії. Дані змішувачі при простоті конструкції і малій металоемності могли б забезпечити як необхідну кількість суміші, так і досить високу продуктивність при мінімальних енерговитратах.

Для з'ясування напрямків подальшого удосконалювання технологічних процесів змішування сипучих компонентів при виробництві комбікормів проведено аналіз класифікації змішувачів [13]. Якість одержуваних комбікормів, приготовлених у змішувачах періодичної дії, звичайно вище, однак змішувачі безперервної дії більш продуктивні і краще відповідають умовам сучасного потокового виробництва [7,8]. Тому для удосконалення ми обрали змішувач безперервної дії [14,15].

По розташуванню робочих органів змішувачі можуть бути горизонтальними, похилими і вертикальними. За простотою конструктивного виконання і меншою енергоємністю ми обрали змішувач з горизонтально розташованим робочим органом.

Різноманітність виконання органів змішувачів можна звести до наступних видів: гвинтові, лопатеві, вібраційні, комбіновані, валкові, відцентрові, барабанні і ін.

У залежності від властивостей основних компонентів, що підлягають змішуванню, робочий орган змішувачів безперервної дії виконується по-різному. Так для готування комбікорму із сухих подрібнених кормів краще застосовувати робочий орган із гвинтовою поверхнею. Тому ми обрали змішувач з гвинтовим робочим органом.

Саломатін Г. [16] визначає швидкість робочого органу як визначальну величину якості змішування сипучих компонентів. При збільшенні швидкості обертання ефективність процесу змішування зростає, а час, необхідний для одержання однорідної суміші скорочується. Тому, він вважає, необхідно досягати максимальної швидкості руху часток сипучих компонентів, що змішуються.

Застосування швидкохідних гвинтових змішувачів сипучих кормів дозволяє збільшити продуктивність виробництва комбікормів без зниження їхньої якості. Об'єктом подальших досліджень тут є визначення кроку гвинта: постійний, перемінний або комбінований, а також обґрунтування форми корпусу гвинта з кришкою (кожухом), тобто зони змішування компонентів у надгвинтовому просторі (радіус або діаметр кожуха надгвинтового простору) та довжини зони дозування. Ми обрали швидкохідний гвинтовий змішувач з постійним кроком гвинта (простота конструктивного виконання) та змішуванням компонентів у надгвинтовому просторі [14,17].

Перевага змішувачів безперервної дії полягає в можливості забезпечення ефективного використання такого прийому, як попереднє сполучення потоків сипучих компонентів, які подаються у зону змішування [18]. Використовуючи попереднє сполучення потоків, можна значно збільшити продуктивність процесу. У ряді технологічних схем змішувачів безперервної дії особливої уваги заслуговують конструктивні рішення, у яких сипучі компоненти рухаються тонкими шарами.

Копейкін В.А. підкреслює [19], що змішувачі безперервної дії, які працюють за схемою подавання сипучого матеріалу тонкими шарами, володіють рядом істотних переваг у порівнянні з іншими технологічними схемами змішувачів. Основна перевага полягає в тім, що протікання процесу змішування у тонких шарах сипучого матеріалу відбувається з великою поверхнею контакту фаз. Не менш важливо, з огляду на сучасний дефіцит енергії, є те що в таких апаратах можна переробляти більші об'єми матеріалів при низьких енергетичних витратах, причому формування тонкошарового руху, організація контактування потоків порівняно просто оформляється конструктивно.

Нами розроблена схема подавання сипучого матеріалу тонкими шарами в швидкохідному гвинтовому змішувачі, яка включає гравітаційне пошарове введення компонентів тонкими шарами по дотичній в потік суміші, яка швидко обертається, причому зона введення шарів компонентів перебуває нижче центра мас потоку суміші, що обертається [20].

На рис.1 представлена схема спільної роботи шнекового змішувача й бункерного дозатора. У даній конструкції передбачена надгвинтова зона 4 з кожухом швидкохідного гвинтового змішувача, яка забезпечує створення псевдозріджених шарів сипучих компонентів і їхній швидкохідний рух зі швидкістю  $v_{cm}$  в зоні надходження тонкого шару суміші із бункера-дозатора 3 зі швидкістю  $v_b$ .

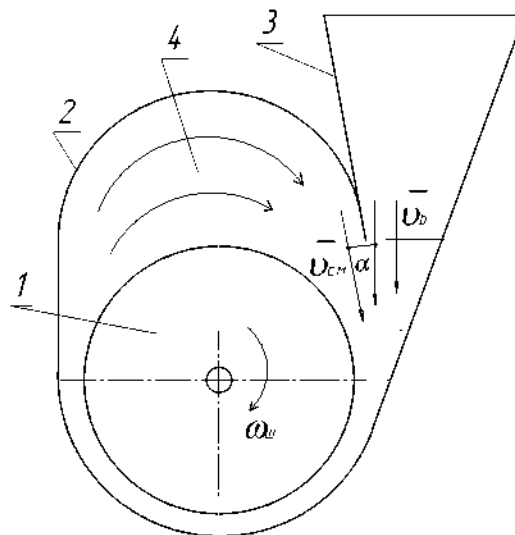


Рис.1. Схема спільної роботи шнекового змішувача й бункерного дозатора: 1 – гвинт, 2 – кожух, 3 – бункер-дозатор, 4 – надгвинтова зона.

При тонкошаровому введенні компонентів, які дозовано подаються у потік суміші, що швидко обертається, потрібно менше витрат енергії, особливо, якщо потоки мають напрямком швидкостей потоків під гострим кутом. Ще одна перевага такої конструкції шнекового змішувача при спільній роботі з дозатором є простота конструктивного виконання.

Головна умова рівномірного введення дозувальної суміші в шар, що рухається, – це створення як можна меншого кута  $\alpha$ , між напрямком швидкостей  $v_b$  і  $v_{cm}$  (рис. 1). А це можливо при спрямованому русі суміші після сходу її з робочої поверхні надгвинтового кожуха. Наприклад, щоб вектор швидкості суміші  $v_{cm}$

був спрямований під кутом  $\beta$  до горизонту, тобто як би сковзав по бічній поверхні бункера-дозатора. Причому кут  $\beta$  повинен наближатися до значення кута  $\alpha_b$  (рис. 2).

Нами визначена форма робочої поверхні надгвинтового кожуха змішувача на ділянці  $CD$  (рис. 2) в зоні завантаження у вигляді параболи, формула (1) при  $X = a$  і  $Y = b$ .

$$Y = \frac{2R_k - R_k \cos \beta}{R_k^2 \sin 2\beta} X^2. \quad (1)$$

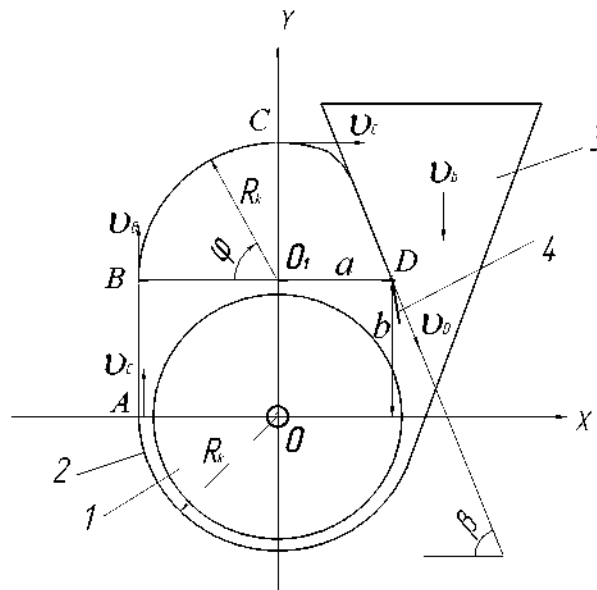


Рис. 2. Схема до визначення форми робочої поверхні кожуха змішувача у зоні завантаження: 1 – гвинт; 2 – кожух; 3 – бункер-дозатор; 4 – шторка.

З метою зменшення кута  $\alpha_b$  (рис.2) між швидкостями  $v_{cm}$  та  $v_b$  в точці  $D$ , пропонується встановити регульовальну шторку 4. Змінюючи положення шторки, можна домогтися мінімального кута  $\alpha_b \rightarrow \theta$ . Тоді частки будуть ніби проникати тонкими шарами під обертові шари суміші, що вже перебувають в зоні завантаження гвинтового змішувача. Причому такий тонкошаровий рух буде сприяти витіканню сипучих компонентів через вивантажувальне вікно бункера-дозатора без утворення склепінь, чим буде досягтися більш рівномірне й дозоване перемішування компонентів суміші вже в зоні завантаження шнекового змішувача.

Для визначення координат точки  $D$  (рис. 2) кріплення шторки, яка повинна знаходитися нижче центру мас обертання суміші у надгвинтовому просторі змішувача [20], проведено геометричне моделювання для різних типорозмірів змішувачів за допомогою програмного забезпечення Maple та виявлено рівняння центру мас

$$y = -x^2 + R_k(1 + \sin \beta). \quad (2)$$

Дане рівняння дозволяє визначати координати  $x = a$  і  $y = b$  місця розташування вісі кріплення шторки для змішувачів з різним діаметром (радіусом  $R_k$ ) кожуха.

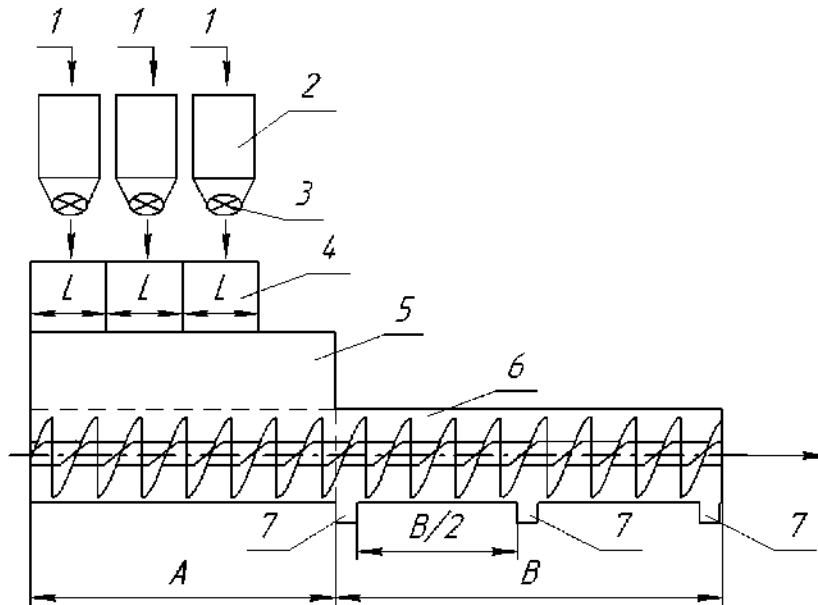


Рис. 3. Удосконалена схема технологічного процесу виробництва комбікормів: 1 – подрібнені компоненти від дробарки, добавки; 2 – бункер; 3 – дозатор; 4 – бункер-дозатор змішувача; 5 – надгвинтова зона змішування; 6 – зона транспортування; 7 – точки відбору проб;  $L$  – довжина зони дозування компоненту;  $A$  – зона дозування та змішування;  $B$  – зона транспортування.

Нами пропонується наступна удосконалена схема технологічного процесу виробництва комбікормів (рис. 3), відмінністю якою є те що операція дозування переноситься на після операції подрібнення, перед операцією змішування, яка суміщена з операцією транспортування.

**Висновки.** З вище наведеного можна відзначити наступний напрямок удосконалювання технологічного процесу приготування комбікормів:

- для змішування застосовувати гвинтові змішувачі безперервної дії;
- подавати сипучі компоненти комбікормів у зону змішування тонкими шарами;
- забезпечити основне змішування компонентів комбікормів у надгвинтовому просторі змішувача;
- забезпечити подачу тонких шарів сипучих компонентів на змішування нижче центру мас обертання суміші;
- інтенсифікувати динамічність змішування за рахунок

швидкохідності гвинта.

Література.

1. *Егоров Б.В.* Комбикормовый комплект – завод на модульной основе / Б.В. Егоров и др. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1990. – №4. – С. 28 – 29.
2. *Демский А.Б.* Комплектные зерноперерабатывающие установки малой мощности / Демский А.Б. – М. : Дели принт, 2004. – 264 с.
3. *Бутковский В.А.* Технологии зерноперерабатывающих производств / Бутковский В.А., Мерко А.И., Мельников Е.М. – М. : Интерграф сервис, – 1999. – 472 с.
4. *Погорілий Л.А.* Малогабаритні комбикормові агрегати за рубежом / Л.А. Погорілий, В.Х. Ясенецький // Техніка АПК. – 1997. – №4. – С. 6 – 7.
5. *Сыроватка В.И.* Производство комбикормов в хозяйствах / В.И. Сыроватка, С.Г. Карташов. – М. : Росагропромиздат, 1991. – 39 с.
6. *Эшдавлатов Э.У.* Обоснование параметров и режимов работы смесителя непрерывного действия с тепловой обработкой кормов : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук спец. / Эшдавлатов Э.У. – Балашиха, 1990. – 17 с.
7. *Иванова А.П.* Интенсификация и оптимизация процесса смешивания компонентов при приготовлении сыпучих кормов : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук. / А.П. Иванова. – Оренбург, 2000. – 20 с.
8. *Пахомов В.И.* Обоснование и технологическое проектирование блочно-модульных внутрихозяйственных комбикормовых предприятий: дис. ... доктора техн. наук : / В.И. Пахомов. – зерноград, 2000. – 440 с.
9. *Дмитрів Д.В.* Розробка конструкції та обґрунтування параметрів малогабаритних кормозмішувачів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. / Д.В. Дмитрів. – Тернопіль, 2001. – 20 с.
10. *Гурик О.Я.* Обґрунтування параметрів транспортерів-змішувачів сипких матеріалів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. / О.Я. Гурик. – Тернопіль, 2003. – 17 с.
11. *Ревенко І.* Комплексна оцінка варіантів приготування комбінованих кормів / І. Ревенко, Ю. Ревенко // Техніка АПК. – 2000. – № 11-12. – С. 26 – 27.
12. Построение и анализ моделей смесителей комбикормов / И.С. Нагорский, А.Д. Селезнев, А.В. Гришков, В.В. Романюк // Техника в сельском хозяйстве. – 2001. – № 1. – С. 9 – 12.
13. *Гвоздев В.О.* Класифікація змішувачів сипучих кормів, їх аналіз та вибір об'єкта модернізації / Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Вип.18. Мелітополь: ТДАТА, 2004. С. 63-67.

14. Ялпачик Ф.Ю. Швидкохідний гвинтовий змішувач із тонкошаровим динамічним змішуванням компонентів, що дозуються / Ялпачик Ф.Ю., Гвоздев В.О. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип.2(41). Миколаївський ДАУ. Миколаїв – 2007. – С.217-219.
15. Деклараційний патент України на корисну модель №3325 “Змішувач” / Ялпачик Ф.Ю., Гвоздев В.О. Бюл. №11 від 15.11.2004 р.
16. Саломатин Г. Каким должен быть смеситель / Г. Саломатин // Комбикорма. – 2000. – № 8. – С. 27 – 28.
17. Гвоздев В.А. Обоснование конструкции шнекового смесителя при его совместной работе с дозатором./ Гвоздев В.А. Технология и механизация животноводства. Меж вуз. сб. н. тр. Вып.3. Черноград. 2005. – С. 107- 110.
18. Фомичев А.Г. Исследование и разработка аппарата для приготовления сыпучих смесей методом псевдооживления : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук : / А.Г. Фомичев. – Калинин, 1975. – 18 с.
19. Копейкин В.А. Разработка, создание методов расчета и внедрение смесителя с тонкослойным движением сыпучего материала : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук / В.А. Копейкин. – Ярославль, 1984. – 16 с.
20. Патент України на корисну модель №21392 “Спосіб змішування сипучих компонентів” / Ялпачик Ф.Ю., Гвоздев В.О. Бюл. №3 від 15.03.2007 р.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИГОТАВЛИВАНИЯ КОМБИКОРМОВ

Гвоздев В.О.

**Аннотация** - статья посвящена определению направлений усовершенствования технологического процесса приготавливания комбикормов с использованием быстроходного винтового смесителя.

## PERFECTION OF TECHNOLOGICAL PROCESS of PREPARATION OF THE MIXED FODDERS

V. Gvozdev

### Summary

The article is devoted to the direction finding improvement of technological process of preparation of the mixed fodders with the use of high-speed spiral mixer.