

УДК631.363.001.5

УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Гвоздєв О.В., к.т.н.,

Петриченко С.В., к.т.н.,

Мирошніченко О.О., студент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(0619) 42-13-06

Анотація – Робота присвячена розробці установки для дослідження процесу змішування сипучих матеріалів з метою підвищення ефективності її використання при дослідженні процесу змішування сипучих матеріалів шляхом постійного візуального й аналітичного контролю забору проб суміші і їхнього подальшого аналізу.

Ключові слова – змішувач, сипучий матеріал, дослідження, контроль, проби, якість суміші.

Постановка проблеми. Змішування сипучих компонентів – механічний процес, що забезпечує рівномірний розподіл усіх компонентів за усім об'ємом суміші. У сільськогосподарському виробництві змішують зернові компоненти, насіння, різні сорти борошна, компоненти комбікормів. Тому від ефективності роботи змішувача залежить, у більшому ступені, якість одержуваної суміші [1].

Аналіз останніх досліджень. Технологічна ефективність процесу змішування сипучих компонентів, наприклад, комбікормів у значній мірі визначає показники роботи всього комбікормового підприємства. Вона залежить від багатьох факторів, які можуть бути розбиті на дві групи: фактори, що обумовлені технологічними властивостями зерна, а також фактори, що залежать від режиму роботи та параметрів обладнання для змішування та умов його експлуатації [1,2,3].

Фактори, що обумовлені технологічними якостями зерна, мають значний вплив на виробництво якісних комбікормів, але у комбікормовому виробництві використовують зернові матеріали, які мають кондиційну якість. Для досягнення високої технологічної ефективності змішування сипучих компонентів необхідно встановити режим процесу змішування з урахуванням властивостей партії зерна.

Проведений аналіз останніх досліджень дозволив доробити класифікацію змішувачів сипучих компонентів у частині застосування швидкохідних гвинтових змішувачів при виробництві кормової суміші (комбікормів). Для підвищення ефективності змішування сипучих компонентів необхідно застосовувати швидкохідні гвинтові змішувачі, що мають камеру змішування у надгвинтовому просторі, під бункером-дозатором [2].

Нами визначено [4], що змішувачі безперервної дії забезпечують ефективно використання такого прийому, як попереднє сполучення потоків компонентів, що подаються. Використовуючи попереднє сполучення потоків, можна значно збільшити продуктивність процесу. При цьому дозатор повинен забезпечувати рівномірну подачу компонентів тонкими шарами. Перевага такого способу полягає в тому, що протікання процесів перемішування у тонких шарах сипучого матеріалу відбувається з більшою поверхнею контакту [5]. До того ж важливо враховувати сучасний дефіцит енергії. При тонкошаровому введенні компонентів, які дозуються у потік суміші, що швидко обертається, потрібно менших витрат енергії, якщо потоки мають напрямок швидкостей під гострим кутом. Ще одна перевага такої конструкції шнекового змішувача при спільній роботі з дозатором є простота конструктивного виконання [2].

Постановка завдання. Дана стаття присвячена розробці установки для дослідження процесу змішування сипучих матеріалів з метою підвищення ефективності її використання при дослідженні процесу змішування сипучих матеріалів шляхом постійного візуального й аналітичного контролю забору проб суміші і їхнього подальшого аналізу.

Основна частина. Виходячи з проведеного аналізу літературних і патентних джерел і результатів теоретичних досліджень був розроблений спосіб тонкошарового динамічного змішування сипучих компонентів при виробництві комбікормів [6]. Для здійснення даного способу нами розроблена експериментальна установка швидкохідного гвинтового змішувача (рис. 1) [7].

Експериментальні дослідження було проведено з метою оцінки якості змішування сипучих компонентів комбікормів, визначення технологічних та конструктивних параметрів процесу змішування у швидкохідному гвинтовому змішувачі, а також з метою перевірки виконаних нами теоретичних досліджень.

Дослідження проводилися у лабораторії кафедри «Обладнання переробних і харчових виробництв» Таврійського державного агротехнологічного університету на базі розробленої експериментальної установки для дослідження процесу змішування сипучих матеріалів швидкохідним гвинтовим змішувачем з

тонкошаровим динамічним змішуванням компонентів комбикормів за прийнятими та розробленими методиками (рис. 1).

Установка для дослідження процесу змішування сипучих матеріалів (рис. 2) містить горизонтально розташований гвинтовий робочий орган 1, що швидко обертається, розміщений у корпусі 2, що має завантажувальне вікно 3, виконане по дотичним до корпусу 2 і встановлене над ним, секційний бункер 4, розділений рухомими вертикальними перегородками на декілька секцій з зонами дозування компонентів (зона L).



Рис.1. Загальний вид експериментальної установки.

Корпус 2 установки виконано із прозорого матеріалу і у верхній частині, у зоні дозування, має надгвинтову зону змішування 5. Гвинтовий робочий орган 1 виконаний із довжиною, що дозволяє забезпечувати крім зони змішування (зона А) й зону транспортування (зона В) суміші сипучих матеріалів. Корпус 2 в нижній частині обладнаний пробовідбірниками 6 для постійного відбору проб й контролю якості суміші як у зоні змішування А, так і в зоні транспортування В. Для регулювання швидкості обертання гвинтового робочого органу 1 установка обладнана варіатором 7, а для визначення швидкості обертання робочого органу 1- тахометром 8. Привод гвинтового робочого органу 1 здійснюється від електродвигуна 9.

При визначенні якості змішування комбікормів проби відбиралися за ГОСТ 13586.3-83 «Метод отбора проб» [8].

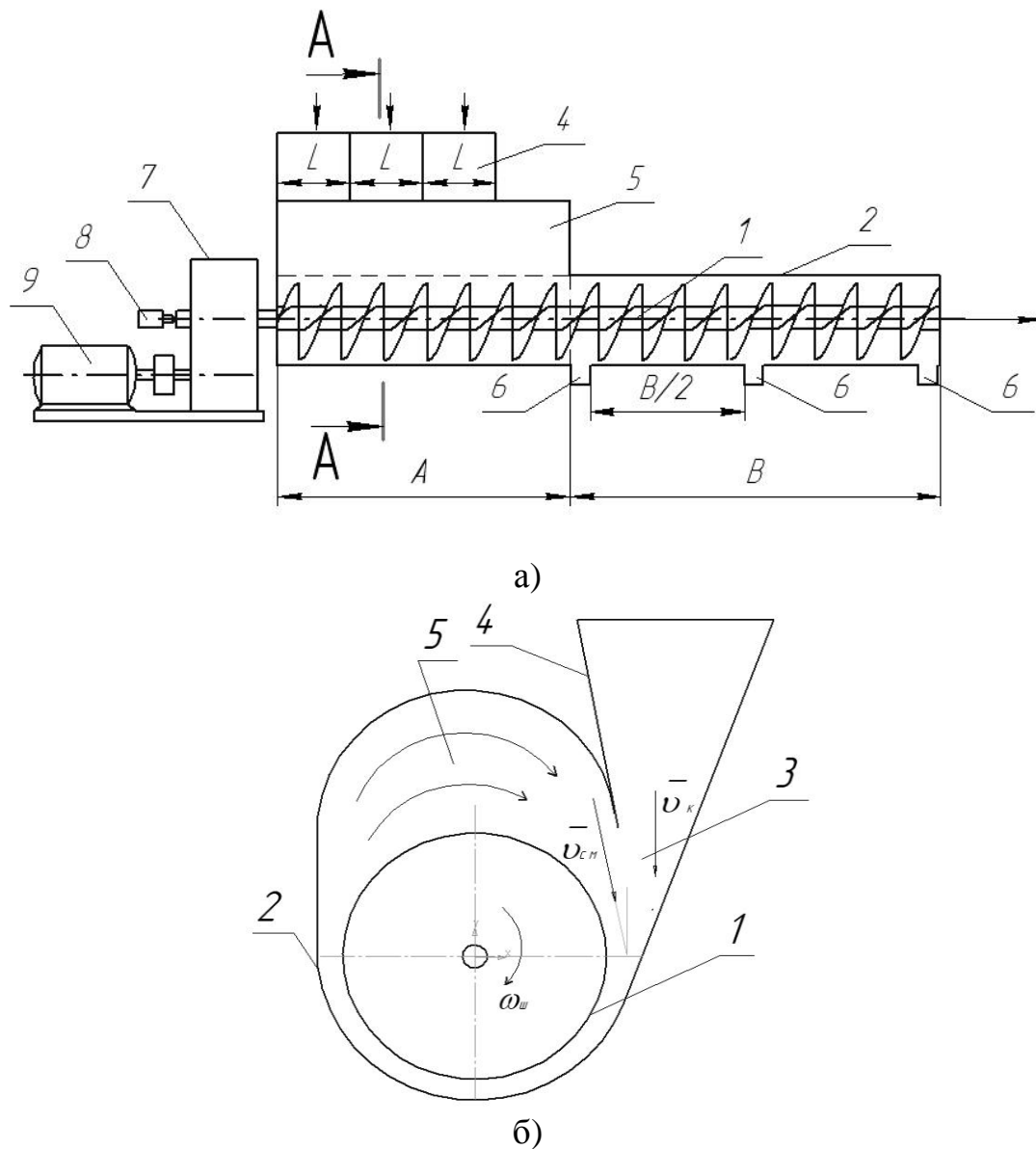


Рис. 2. Установка для дослідження процесу змішування сипучих матеріалів: а) - схема установки, вид збоку; б) - перетин А-А в зоні дозування (пояснення у тексті).

Показники якості отриманої суміші комбікормів визначали за ГОСТ 9267-68. «Комбікорма – концентрати для свиней» та ГОСТ 9268-70. «Комбікорма – концентрати для крупного рогатого скота».

Для змішування використовували подрібнену масу пшениці з розміром часток не менш ніж 3 мм очищену, від сміття за ГОСТ 134986.8-72 «Комбікорма. Методы определения крупности

размола и содержания не размолотых семян культурных и дикорастущих растений» [9] і вологістю за ГОСТ 13586.5-85 «Зерно. Метод определения влажности.» [10].

Дослідження процесу змішування сипучих матеріалів проводили наступним чином:

Перед початком досліджень готуються фракційні складові кормової суміші з імітаторів часток відповідного діаметра й різного кольору. У відповідності зі структурним складом суміші (відповідно до рецептури комбікорму) фракції завантажують у секційний бункер 4 (рис. 2). Після цього варіатор 7 змішувача встановлюється на відповідну частоту обертання, привод якого здійснюється від електродвигуна 9. Частоту обертання робочого органу 1 визначають тахометром 8. Далі попередньо підготовлені фракційні складові кормової суміші безперервним потоком надходять із секційного бункера 4 у змішувач через завантажувальне вікно 3, яке виконано дотичним до корпусу 2, що забезпечує введення компонентів тонкими шарами дотичною в потік суміші, яка швидко обертається за допомогою гвинтового робочого органу 1. Розрідження, що утворюється у зоні завантажувального вікна 3, сприяє надходженню сипучих компонентів у зону змішування і перешкоджає утворенню склепінь сипучого компонента при його виході з бункера 4.

Далі кормові компоненти потрапляють на витки гвинтового робочого органу 1. Гвинтовий робочий орган 1, переміщуючи кормові компоненти уздовж нижньої частини корпусу 2 змішувача, вивантажує їх зі змішувача через вивантажувальне вікно.

Корпус 2 установки виконано із прозорого матеріалу й у верхній частині, у зоні дозування, має надгвинтову зону змішування 5, що дозволяє здійснювати постійний візуальний контроль якості змішування.

За допомогою пробовідбірників 6 здійснюється постійний відбір проб для контролю якості змішування суміші як у зоні змішування А, так і в зоні транспортування В без зупинки змішувача.

Контроль якості змішування суміші оцінюється за фракційним складом візуально й аналітичним способом (наприклад, за допомогою класифікатора).

Як і в попередніх дослідженнях крім досягнення максимальної продуктивності гвинтового змішувача необхідно враховувати такий якісний показник роботи змішувача як коефіцієнт неоднорідності суміші. Тому експериментально також визначали залежність продуктивності гвинтового змішувача й коефіцієнта неоднорідності суміші при визначених параметрах частоти обертання гвинта ω , довжини зони дозування контрольного компоненту L , та внутрішнього радіуса кожуха надгвинтового простору R_k .

На рис. 3 показана залежність коефіцієнта неоднорідності суміші ν , % від частоти обертання гвинта ω , с^{-1} при довжині зони дозування контрольного компонента $L = 0,15$ м.

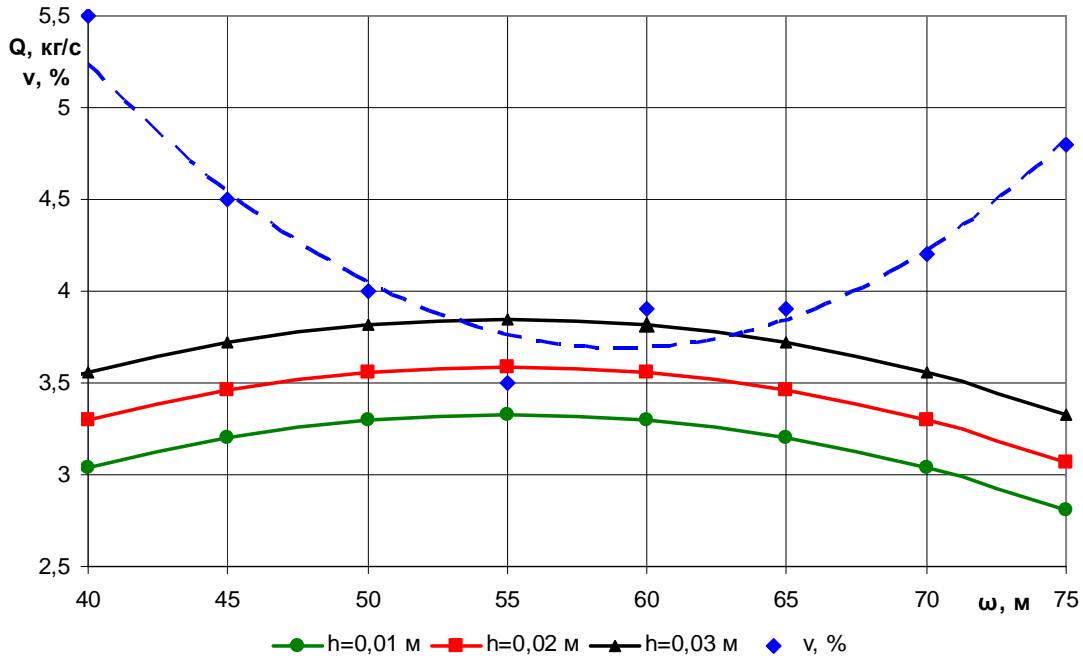


Рис. 3. Залежність продуктивності змішувача Q , кг/с та коефіцієнта неоднорідності суміші ν , % від частоти обертання гвинта змішувача ω .

Продуктивність змішувача визначали на пшениці, що подрібнена до часток розміром не менш 3 мм, у яку було додано 10 % пшона розміром до 2 мм. Коефіцієнт неоднорідності суміші ν визначали за формулою А.А. Лапшина (1) у трикратній повторності, час відбору проби – 5 сек.

$$\nu = 1 - 100 \sqrt{\sum (B_t - B_0)^2 / (n-1) / B_t}, \quad (1)$$

де n – число проб;

B_t – частка меншого компонента в пробі;

B_0 – частка меншого компонента в ідеальній (розрахунковій) суміші.

Для вивчення питання про можливості регулювання продуктивності змішувача аналізували зміну коефіцієнта неоднорідності суміші і продуктивності в залежності від частоти обертання гвинта.

Аналіз рис. 3 показав, що зі збільшенням продуктивності змішувача коефіцієнт неоднорідності суміші спочатку зменшується,

досягаючи мінімуму, потім зростає. Помітне збільшення її починається, коли залежність продуктивності змішувача наближається до максимального значення. Причому у даному випадку мінімум коефіцієнта неоднорідності суміші збігається з максимумом продуктивності. Мінімуму значенню коефіцієнта неоднорідності суміші $\nu = 3,7...3,8 \%$ відповідає режим обертання гвинта змішувача $55...60 \text{ с}^{-1}$, при цьому його максимальна продуктивність складає $3,8 \text{ кг/с}$ при товщині шарів сипучих компонентів, що дозуються на змішування, $h = 0,025 \text{ м}$.

Висновки. Розроблена установка для дослідження процесу змішування сипучих матеріалів дозволяє оцінювати фракційну структуру відібраних проб, виявляти якість змішування суміші не тільки в зоні змішування, але й у зоні транспортування при різних експлуатаційних режимах змішувача, а також визначати оптимальну частоту обертання робочого органу змішувача й можливу довжину транспортування суміші без зниження її якості.

На підставі аналізу проведених досліджень приймаємо, що найбільш оптимальним режимом роботи гвинтового змішувача є наступні параметри: частота обертання гвинта $\omega = 55...60 \text{ с}^{-1}$, довжина зони дозування контрольного компонента $L = 0,14...0,16 \text{ м}$, радіус кожуха надгвинтового простору $R_k = 0,11..0,12 \text{ м}$. При цьому продуктивність змішувача склала $Q = 3,3...3,8 \text{ кг/с}$ при коефіцієнті неоднорідності суміші $\nu = 3,7...3,8 \%$. Все це забезпечується внесенням сипучих компонентів, що дозуються на змішування тонкими шарами товщиною $h = 0,02...0,025 \text{ м}$.

Література:

1. *Макаров Ю.И.* Основы расчета процессов смешения сыпучих материалов, исследование и разработка смесительных аппаратов: автореф. дис. на соискание уч. степени докт. техн. наук./ Ю.И. Макаров. – М, 1975. – 42 с.
2. *Гвоздєв В.О.* Обґрунтування технологічного процесу та конструктивних параметрів швидкохідного гвинтового змішувача комбікормів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. / В.О. Гвоздєв. – Глеваха, 2009. – 20 с.
3. *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.
4. *Гвоздєв О.В.* Теоретичне визначення форми робочої поверхні завантажувальної камери дозатора-змішувача / О.В. Гвоздєв, В.О. Гвоздєв, О.О. Калиниченко/ Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь : ТДАТУ. Вип. 13, Т.1. – 2013. – С. 19 – 25.

5. Пат. 21392 Україна, МПК (2006) B65G 33/00 A01K 5/00. Спосіб змішування сипучих компонентів / Гвоздев В.О., Ялпачик Ф.Ю.; ТДАТА. – № u 2006 10098 ; заяв. 21.09.06 ; опублік. 15.03.07, Бюл. №3.

6. Пат. 84407 Україна, МПК B65G 33/00 A01K 5/00. Спосіб змішування сипучих компонентів / Гвоздев В.О., Гвоздев О.В.;Шпиганович Т.О., Калиниченко О.О. ТДАТУ. – Опублік. 25.10.2013, Бюл. № 20.

7. Пат. 84408 Україна, МПК B01 F 15/02, A01K 5/00. Установка для дослідження процесу змішування сипучих матеріалів / Гвоздев В.О., Гвоздев О.В.; Калиниченко О.О., Сухоруков С.В. ТДАТУ. – Опублік. 25.10.2013, Бюл. № 20.

8. Метод отбора проб : ГОСТ 13586.3-83. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 14 с.

9. Комбикорма. Методы определения крупности размола и содержания неразмолотых семян культурных и дикорастущих растений : ГОСТ 134986.8-72. – М. : Изд-во стандартов, 1972. – 21 с.

10. Зерно. Метод определения влажности : ГОСТ 13586.5-85. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 17 с.

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Гвоздев В.А., Петриченко С.В.,Мирошниченко А.А.

Аннотация – Работа посвящена разработке установки для исследования процесса смешивания сыпучих материалов с целью повышения эффективности ее использования при исследовании процесса смешивания сыпучих материалов путем постоянного визуального и аналитического контроля забора проб смеси и их дальнейшего анализа.

INSTALLATION FOR PROCESS RESEARCH MIXING OF BULKS

O. Gvozdev, S. Petrichenko, A Miroshnichenko

Summary

Work is devoted development of installation for research of process of mixing of bulks for the purpose of increase of efficiency of its use at research of process of mixing of bulks by continuous visual and analytical control of a fence of tests of a mix and their further analysis.