УДК 631.363: 636.085.55

ОБҐРУНТУВАННЯКОНСТРУКТИВНОГО ВИКОНАННЯ ЗМІШУВАЧА КОМПОНЕНТІВ КОМБІКОРМІВ НА ОСНОВІ ПОБУДОВИ ЙОГО МОРФОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ

Болтянський Б.В., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет
Тел. (0619) 42–05–70
Гвоздєв О.В., к.т.н.,
ПП Науково–виробнича компанія «Роста»
Дереза С.В., ст. викладач
Таврійський державний агротехнологічний університет
Тел. (0619) 43–60–28

Анотація **– робота присвячена методології досліджень обґрунтування конструктивного виконання змішувача компонентів комбікормів на основі побудови його морфологічної моделі. Застосовувані в даний час методики вибору і розрахунку конструктивного виконання змішувачів базуються на дотриманні відповідності конструктивних особливостей змішувачів і мішалок фізико–механічним властивостям середовища, що змішуються, яке дозволяє відмежувати ряд перемішуючих пристроїв. Подальший вибір здійснюється на основі інженерного досвіду, інтуїції або після проведення експериментальних досліджень. У першому випадку відсутня гарантія вибору оптимального рішення, у другому – потрібні тривалі дослідження, що дорого коштують. Одним з найбільш перспективних, з точки зору усунення зазначених недоліків існуючих підходів, є морфологічний підхід до синтезу. В результаті проведених досліджень виявлено, що в плані перспективного напряму для змішування сипучих компонентів комбікормів переважаючими є пристрої, які оснащені гвинтовими робочими органами з горизонтальним розташуванням робочого органу і працюючими при швидкохідному швидкісному режимі.**

Ключові слова **– методологія, конструкція, змішувач, морфологія, модель.**

©Болтянський Б. В., Гвоздєв О. В., Дереза С. В.
DOI: 10.31388/2078-0877-18-2-154-162

Постановка проблеми. Вибір змішувача компонентів комбікормів є складним багатопараметричним завданням, що пов'язано з різноманіттям типів і конструкцій змішувачів сипких компонентів, розходженням у властивостях середовищ, що змішуються, завданням різного ступеня досягнення рівня концентраційного градієнта в змішуваній системі тощо [1].

Аналіз останніх досліджень. Застосовувані в даний час методики вибору і розрахунку конструктивного виконання змішувачів [1] базуються на дотриманні відповідності конструктивних особливостей змішувачів і мішалок фізико–механічним властивостям середовища, що змішуються, що дозволяє відмежувати ряд перемішуючих пристроїв (наприклад, для малов'язких рідин – швидкохідні мішалки, для сипучих середовищ – шнекові та лопатеві змішувачі). Подальший вибір здійснюється на основі інженерного досвіду, інтуїції або після проведення експериментальних досліджень. У першому випадку відсутня гарантія вибору оптимального рішення, у другому – потрібні тривалі дослідження, що дорого коштують.

Одним з найбільш перспективних, з точки зору усунення зазначених недоліків існуючих підходів, є морфологічний підхід до синтезу, викладений швейцарським астрономом Ф. Цвикки (F. Zwicky) у 30–ті роки минулого сторіччя [2] і відомий як «метод морфологічної скрині». Надалі він був розвинений рядом дослідників, зокрема, В.М. Одріним [3] і широко застосовується для аналізу та синтезу технічних систем [4, 5].

Простір пошуку описується морфологічною безліччю, процес визначення цього простору називається морфологічним аналізом. Процес пошуку рішення називається морфологічним синтезом [6].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою даної роботи є розробка методологічної бази обґрунтування конструктивного виконання змішувача компонентів комбікормів на основі побудови його морфологічної моделі.

Основна частина. В результаті виконання морфологічного аналізу визначається морфологічний безліч, тобто узагальнений безліч альтернативних рішень, що складається з усіх можливих структур і наборів параметрів.

Для вирішення цього завдання виконують класифікацію об'єктів, що входять в цій безліч, виділяючи класифікаційні ознаки, за набором значень яких можна однозначно ідентифікувати структуру і параметри об'єкта. Морфологічний безліч, що задовольняє цим вимогам, не буде моделями в традиційному розумінні математичного моделювання, а буде універсальними моделями цілого класу пристроїв.

Морфологічний безліч представляють у вигляді морфологічних І–АБО дерев, графіків і таблиць.

Процедура знаходження всіх можливих варіантів системи шляхом комбінованого виділення структурних елементів та їх ознак включає наступні етапи:

- формулювання визначення об'єкта;
- обмеження параметрів об'єкта;
- зіставлення кожному з параметрів об'єкта набір ідентифікуючих ознак;
- знаходження можливих варіантів значень ідентифікуючих ознак;
- складання морфологічної моделі–матриці;
- вибір варіантів вирішення проблеми.

Аналіз науково–технічної літератури і патентних досліджень дозволив виявити визначення об'єкта у вигляді: змішувач – це пристрій, що здійснює вплив підключеним до приводу робочим органом на компоненти середовища.

Застосувавши декомпозицію опису об'єкта, визначимо морфологічні параметри у вигляді:

А – організація впливу на середовище, що змішується;

Б – привод робочого органу;

В – вигляд робочого органу;

Г – швидкісний режим робочого органу.

Отриманим морфологічними параметрами можна порівняти набори ідентифікуючих ознак:

- для А: А1 – тимчасова організація впливу; А2 – принцип впливу;
- для Б: Б1 – тип приводу; Б2 – організація з'єднання привода з робочим органом;
- для В: В1 – тип робочого органу; В2 – розташування робочого органу;
- для Г: Г1 – нерухомий, Г2 – тихохідний, Г3 – швидкохідний.

Шляхом переходу до окремих значень сформульованих ознак була отримана морфологічна модель об'єкта (табл.1).

Морфологічна модель об'єкта задає комбінаторний безліч можливих варіантів структури об'єктів. Кількість варіантів визначається кількістю ідентифікованих параметрів. Зокрема, на основі отриманої моделі може бути побудована наступна кількість варіантів структури об'єкта

$$N = 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 3 = 2916 \qquad (1)$$

Розглянемо вибір варіанту структури пристрою для перемішування сипучих компонентів комбікормів у поточному виробництві. Для потокового виробництва характерно безперервний вплив на продукт $А^2_1$. З аналізу науково–технічної літератури і

патентних досліджень з урахуванням енерговитрат вибираємо механічне перемішування $А_2^2$ з електричним приводом робочого органу $Б^3_1$ через редуктор і муфту $Б^2_2$ або гравітаційне перемішування $А_2^1$ безприводним $Б^1_1$, площинним $В^3_1$, похилим $В^3_2$ і нерухомим $Г^1_1$ робочим органом.

Таблиця 1 – Морфологічна модель об'єкта

А	$А^1_1$– періодична	$А^2_1$ – безперервна	$А^3_1$ – циклічна	
	$А_2^1$ – гравітаційне змішування	$А_2^2$ – механічне змішування	$А_2^3$ – повітряне змішування	
Б	$Б^1_1$– безприводний	$Б^2_1$ – ручний	$Б^3_1$ – електричний	
	$Б^1_2$ – напряму через муфту	$Б^2_2$ – через редуктор і муфту	$Б^3_2$– безконтактно	
В	$В^1_1$ – лопатевий	$В^2_1$ – гвинтовий	$В^3_1$ – стрічковий (площинний)	$В^4_1$ – комбінований
	$В^1_2$– горизонтальне	$В^2_2$– вертикальне	$В^3_2$– похиле	
Г	$Г^1_1$– нерухомий	$Г^2_1$ – тихохідний	$Г^3_1$ – швидкохідний	

При механічному перемішуванні $А_2^2$з електричним приводом робочого органу $Б^3_1$ може бути застосований лопатевий робочий орган $В^1_1$, гвинтовий $В^2_1$, або комбінований $В^4_1$ будь–якого розташування ($В^1_2$, $В^2_2$, $В^3_2$) з тихохідним $Г^2_1$ або швидкохідним $Г^3_1$ режимами. Тоді, виходячи з обраних морфологічних параметрів пристроїв, що перемішують, отримуємо граф–функцію варіантів структури конструктивного виконання змішувача компонентів комбікормів (рис. 1).

Для виділених дев'ятнадцяти варіантів структури об'єкта з науково–технічної та патентної літератури визначаємо технічні характеристики і вибираємо оптимальний варіант, або виходячи з техніко–економічної оцінки, або залучаючи положення теорії прийняття рішень [6].

Однак, це дуже довгий і трудомісткий прийом. Тому, застосовуючи морфологічний похід по обмеженню параметрів об'єкта, будемо враховувати наступне:

– розглядати тільки ті морфологічні параметри граф–функції варіантів структури конструктивного виконання змішувача компонентів комбікормів, які мають кілька ідентифікуючих ознак;

– у переліку конструктивних ознак враховувати лише ті, які притаманні до пристроїв для виконання даної операції (змішування сипучих компонентів).

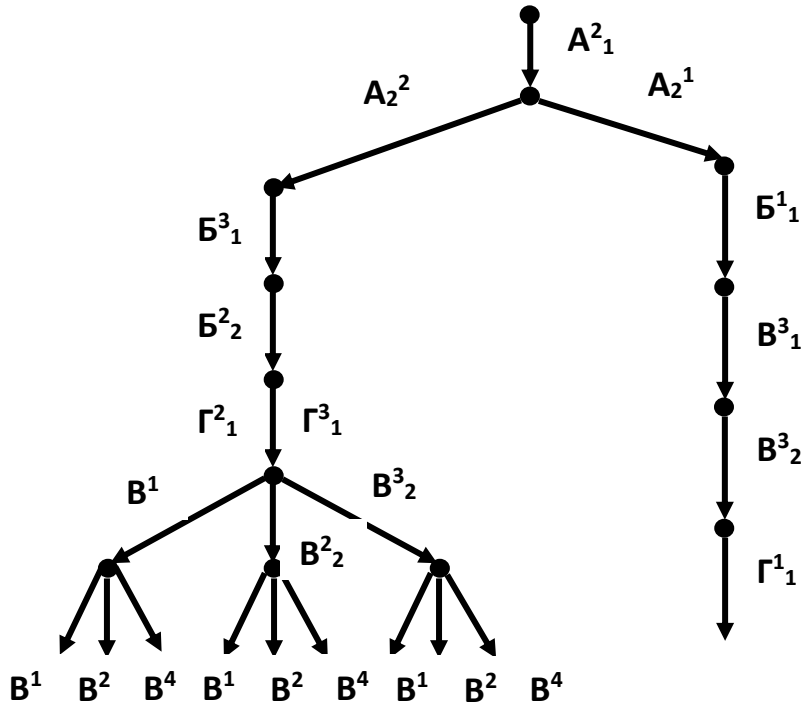

Рис. 1. Граф–функція варіантів структури конструктивного виконання змішувача компонентів комбікормів

Таким чином, основними морфологічними ознаками обрані три ознаки: тип робочого органу, розташування робочого органу і швидкісний режим робочого органу. Типи і описи ознак представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Типи ознак та їх опис для морфологічного аналізу

Ознака	Види ознак	Умовні позначення
X. Тип робочого органу	Лопатевий	X1
	Гвинтовий	X2
	Стрічковий	X3
	Комбінований	X4
Y. Розташування робочого органу	Горизонтальне	Y 1
	Вертикальне	Y 2
	Похиле	Y 3
	Комбіноване	Y4
Z. Швидкісний режим робочого органу	Нерухомий	Z 1
	Тихохідний	Z 2
	Швидкохідний	Z 3
	Вібраційний	Z 4

Для подальшого синтезу об'єкта досліджень складена морфологічна матриця на основі вибраних основних ознак (табл. 3).

Далі проводимо патентний пошук для змішувачів компонентів комбікормів з такими прийнятими загальними морфологічними ознаками як безперервний вплив на продукт $А^2_1$, механічне перемішування $А_2{}^2$ з електричним приводом робочого органу $Б^3_1$ через редуктор і муфту $Б^2_2$. Вибрані патенти змішувачів сипких компонентів заносимо в таблицю 4 і складаємо, згідно таблиці 3 їх морфологічні формули конструкцій.

Таблиця 3 – Морфологічна матриця змішувачів компонентів комбікормів

		Z1	Z2	Z3	Z4
X1	Y1	**X**1 Y1 Z1	**X**1 Y1 Z2	**X**1 Y1 Z3	**X**1 Y1 Z4
	Y 2	**X**1 Y2 Z1	**X**1 Y2 Z2	**X**1 Y2 Z3	**X**1 Y2 Z4
	Y 3	**X**1 Y3 Z1	**X**1 Y3 Z2	**X**1 Y3 Z3	**X**1 Y3 Z4
	Y 4	**X**1 Y4 Z1	**X**1 Y4 Z2	**X**1 Y4 Z3	**X**1 Y4 Z4
X2	Y 1	**X**2 Y1 Z1	**X**2 Y1 Z 2	**X**2 Y1 Z3	**X**2 Y1 Z4
	Y 2	**X**2 Y2 Z1	**X**2 Y2 Z 2	**X**2 Y2 Z3	**X**2 Y2 Z4
	Y 3	**X**2 Y3 Z1	**X**2 Y3 Z 2	**X**2 Y3 Z3	**X**2 Y3 Z4
	Y 4	**X**2 Y4 Z1	**X**2 Y4 Z 2	**X**2 Y4 Z3	**X**2 Y4 Z4
X3	Y 1	**X**3 Y1 Z1	**X**3 Y1 Z 2	**X**3 Y1 Z3	**X**3 Y1 Z4
	Y 2	**X**3 Y2 Z1	**X**3 Y2 Z 2	**X**3 Y2 Z3	**X**3 Y2 Z4
	Y 3	**X**3 Y3 Z1	**X**3 Y3 Z 2	**X**3 Y3 Z3	**X**3 Y3 Z4
	Y 4	**X**3 Y4 Z1	**X**3 Y4 Z 2	**X**3 Y4 Z3	**X**3 Y4 Z4
X4	Y 1	**X**4 Y1 Z1	**X**4 Y1 Z 2	**X**4 Y1 Z3	**X**4 Y1 Z4
	Y 2	**X**4 Y2 Z1	**X**4 Y2 Z 2	**X**4 Y2 Z3	**X**4 Y2 Z4
	Y 3	**X**4 Y3 Z1	**X**4 Y3 Z 2	**X**4 Y3 Z3	**X**4 Y3 Z4
	Y 4	**X**4 Y4 Z1	**X**4 Y4 Z 2	**X**4 Y4 Z3	**X**4 Y4 Z4

Аналізуючи таблицю 4, можна зробити висновок, що в плані перспективного напряму по дослідженню пристроїв для змішування сипучих компонентів комбікормів переважними є пристрої, які оснащені гвинтовими робочими органами (варіант X2), з горизонтальним розташуванням робочого органу (варіант Y1) і працюючими при швидкохідному швидкісному режимі (варіант Z3).

На рисунку 2 надано загальний вид гвинтового горизонтального змішувача сипучих компонентів, що працює у швидкохідному швидкісному режимі, розробленого на підставі результатів виконаного морфологічного аналізу.

Таблиця 4 – Морфологічні формули конструкцій змішувачів сипучих компонентів комбікормів

№ з/п	№ патенту	Морфологічна формула
1	2299759 RU	X1Y1Z2
2	2117525 RU	X4Y2Z3
3	55238 UA	**X2Y1Z3**
4	75928 UA	**X2Y1Z3**
5	31570 UA	X4Y1Z2
6	84408 UA	**X2Y1Z3**
7	1565436 SU	X3Y1Z3
8	1421387 SU	X4Y2Z3

Рис. 2. Загальний вид гвинтового горизонтального змішувача сипучих компонентів

Висновки. В результаті виконаного морфологічного аналізу по обґрунтуванню конструктивного виконання змішувача компонентів комбікормів виявлено, що в плані перспективного напряму по дослідженню пристроїв для змішування сипучих компонентів комбікормів переважаючими є пристрої, які оснащені гвинтовими робочими органами з горизонтальним розташуванням робочого органу і працюючими при швидкохідному швидкісному режимі.

Література:

1. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками / *Ф. Стренк*; пер. с польск. под ред. И. А. Шупляке. – Л.: Химия, 1975. – 384с.

2. *Zwicky,F*. (1969). *Discovery, Invention, Research throught he Morphological Approach*. New York: McMillan.

3. Одрин В. М. Метод морфологического анализа технологических систем / *В. М. Одрин*. – М.: ВНИПИ, 1989. – 310с.

4. Чугунов Д. С. Инверсно–морфологический подход к синтезу технических решений: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.13.12 / *Д. С. Чугунов*. – Волгоград, 2007. – 21с.

5. Дорофеев С. Ю. Структурно–параметрический синтез широкополосных согласующе–корректирующих цепей свч устройств на основе морфологического и–или дерева и генетического алгоритма: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.12.07 / *С. Ю. Дорофеев*. – Томск, 2011. – 20 с.

6. Мушик Э. Методы принятия технических решений / *Э. Мушик, П. Мюллер* ; пер. с нем. Н. В. Васильченко, В. А. Думского. – М.: Мир, 1990. – 204 с.

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ СМЕСИТЕЛЯ КОМПОНЕНТОВ КОМБИКОРМОВ НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ ЕГО МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Болтянский Б. В., Гвоздев А. В., Дереза С. В.

Аннотация **– работа посвящена методологии исследований обоснования конструктивного исполнения смесителя компонентов комбикормов на основе построения его морфологической модели. Применяемые в настоящее время методики выбора и расчета конструктивного исполнения смесителей базируются на соблюдении соответствия конструктивных особенностей смесителей и мешалок физико–механическим свойствам среды, которое позволяет отграничить ряд перемешивающих устройств. Дальнейший выбор осуществляется на основе инженерного опыта, интуиции или после проведения экспериментальных исследований. В первом случае отсутствует гарантия выбора оптимального решения, во втором – нужны длительные дорогостоящие исследования. Одним**

из наиболее перспективных, с точки зрения устранения указанных недостатков существующих подходов, является морфологический подход к синтезу. В результате проведенных исследований выявлено, что в плане перспективного направления для смешивания сыпучих компонентов комбикормов преобладающими являются устройства, оснащенные винтовыми рабочими органами с горизонтальным расположением рабочего органа и работающими при быстроходном скоростном режиме.

SUBSTANTIATION OF CONSTRUCTIVE PERFORMANCE OF MIXER COMPONENTS OF COMBICERS ON THE BASIS OF BUILDING ITS MORPHOLOGICAL MODEL

B. Boltianskyi, A. Gvozdev, S. Dereza

Summary

The work is devoted to the methodology of studies of the substantiation of the design of a mixer of feed components based on the construction of its morphological model. The currently used methods for selecting and calculating the design of the mixers are based on the compliance of the design features of the mixers and mixers with the physico–mechanical properties of the medium, which mixes, which makes it possible to distinguish a number of mixing devices. Further selection is made on the basis of engineering experience, intuition, or after conducting experimental research. In the first case, there is no guarantee of choosing the optimal solution; in the second, long–term, costly research is needed. One of the most promising, from the point of view of eliminating these shortcomings of the existing approaches, is the morphological approach to the synthesis. As a result of the conducted researches, it was revealed that in the perspective direction for mixing loose components of mixed fodders the devices that are equipped with screw working bodies with a horizontal arrangement of the working body and working at high–speed high–speed mode are prevailing.