

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТИПУ ЗМІШУВАЧА КОМБІКОРМОВИХ ДОБАВОК

*О.М. Ачкевич, здобувач**

Розроблена класифікаційна структура змішувачів сипучих матеріалів та проведена комплексна оцінка варіантів для вибору конструкції змішувача кормових добавок у складі фермського комбікормового агрегату.

Комбікормовий агрегат, кормові добавки, змішувачі, системний підхід, комплексна оцінка, оптимальний варіант.

Постановка проблеми. Виробничий процес приготування комбікормових сумішок в умовах ферм передбачає подрібнення, дозування і змішування зерна власного виробництва та підготовку кормових добавок. За станом і консистенцією комбікорми та компоненти, що до них входять, належать до сухих сипких матеріалів. Вітчизняною та зарубіжною промисловістю різних галузей для одержання сипучих сумішок серійно випускається значна номенклатура змішувачів.

Аналіз останніх досліджень. Як одну з передумов раціонального вибору технології та засобів механізації одержання сипучих сумішок ряд авторів проводили аналіз об'єктів на основі розробленої структурної класифікації типів змішуючого обладнання [5, 15, 16]. В основу різних варіантів класифікації були покладені наступні ознаки: фізичний стан робочого середовища; протікання процесу змішування в функції часу; природа силової дії на часточки матеріалу; механізм перемішування часточок; конструкція технічного засобу і спосіб управління процесом. При виборі перспективного технічного рішення для проведення змішування використовувались як абстрактні підходи, побудовані на логічному аналізі відповідності альтернативних варіантів технологічним вимогам до процесів ведення виробництва та властивостям одержаної сумішки, так і застосовувались системні методи аналізу [3, 9, 13].

Мета досліджень: проаналізувати відповідність конструктивно-функціональних схем змішувачів сипучих матеріалів умовам застосування їх для приготування сумішок комбікормових добавок, обґрунтувати методи проведення їх техніко-економічної оцінки та визначити перспективний варіант для розробки конструкції машини.

*Науковий керівник – доктор технічних наук І.І. Ревенко

© О.М. Ачкевич, 2012

Зважаючи на вказані умови, деякі автори проводили визначення економічності вибору змішувача шляхом порівняння між собою питомих показників роботи різних типів змішувачів [6, 8, 17]. Причому досліджень, в яких хоча б основні типи змішувачів випробовувались на декількох композиціях одного і того ж матеріалу, в літературних джерелах не виявлено. Тому для техніко-економічного порівняння використовувались дані проспектів та каталогів, а для в'яснення якісних показників проводились співставлення змін однорідності сумішки за різних величин технологічних та кінематичних факторів роботи машин.

При такій недостатній насиченості інформаційними даними, проведення порівняльного аналізу різних типів змішувачів, з метою вибору перспективного з них для приготування сумішок комбікормових добавок, носить, в певній мірі, наближений характер. Тому розрахункові дані повинні підкріплюватись співставленням з необхідними технологічними вимогами до змішування компонентів добавок, обумовлених рекомендованою рецептурою.

Для проведення даних досліджень використовувались техніко-економічні показники різних типів змішувачів сипучих матеріалів, викладені в джерелах [1, 7, 8, 12] та технічні характеристики конкретних змішувачів кормів, приведені в збірниках та каталогах машин вітчизняного та зарубіжного виробництва.

Зважаючи на значну відмінність за продуктивністю різних конструкцій змішувачів, вхідні дані для проведення техніко-економічного аналізу були приведені до виду питомих показників з визначенням інтервалів їх змін (табл. 1).

1. Техніко-економічні показники змішувачів сипучих матеріалів.

Тип змішувача	Коефіцієнт заповнення, λ , %	Метало-місткість, m , $t/m^3/год$	Енерго-ємність, q , $kWt-год/t$	Рівномірність змішування, p , %	Показник сегрегації, s
1	2	3	4	5	6
Горизонтально-шнековий	0,3 – 0,5	0,4 – 0,55	3,5 – 4,0	85 – 86	3,0
Вертикально-шнековий	0,6 – 0,7	0,5 – 0,8	2,2 – 2,8	86 – 90	2,7
Лопатевий	0,5 – 0,6	0,9 – 1,3	4,0 – 6,0	85 – 88	3,0
Стрічково-шнековий	0,55 – 0,65	1,0 – 1,2	5,5 – 7,5	88 – 90	2,5
Турбінний	0,2 – 0,3	0,7 – 0,9	2,0 – 2,7	94,97	2,0
Пересипний з зовнішнім шнеком	0,2 – 0,25	2,5 – 3,0	4,0 – 7,0	92 – 94	2,5

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
Гравітаційний	0,1	1,4 – 1,6	1,0	95 – 97	2,0
Вібраційний	0,9	0,6 – 0,8	2,0 – 2,7	93 – 97	2,7
Відцентровий	0,25	1,6 – 1,8	1,0 – 1,2	95 – 97	1,5
Біконічний	0,6	0,6 – 1,0	2,5 – 5,0	88 – 94	1,5
Біциліндричний	0,6	0,68– 1,36	2,7 – 5,5	85 – 90	1,5
Барабанний горизонтальний	0,3 - 0,5	1,2 – 1,6	3,0 – 4,0	90 – 92	1,8
Барабанний з нахилою віссю обертання	0,25 - 0,4	1,0 – 1,3	1,5 – 2,2	86 – 88	1,8
Барабанний із зміщеною віссю камери	0,2 – 0,4	0,35– 0,45	1,8 – 2,0	93 – 96	1,0
Барабанний з регульованою віссю камери	0,45 – 0,65	0,3 – 0,35	1,8 – 2,0	95 – 97	1,0
Ідеалізований варіант	0,9	0,325	1,0	96	1,0

Крім того, до аналізу включені якісні показники, що залежать, в основному, від принципу змішування, закладеному в конструкції, а також способу дозування компонентів у камеру, поєднання з обладнанням для подачі сировини і вивантаження сумішки, рівнем механізації та автоматизації потокової технологічної лінії. Таким чином, за базові критерії оцінки змішувачів були прийняті:

- коефіцієнт заповнення камери λ , %;
- питома металомісткість змішувача m , т/м³/год;
- енергоємність процесу змішування q , кВт-год/т;
- рівномірність змішування p , %
- показник сегрегації компонентів.

Щодо явища сегрегації сумішки, що визначається як «взаємне переміщення зерен неоднорідного сипучого матеріалу під впливом зовнішніх сил з саморозподілом за висотою та периферією шару матеріалу в залежності від їх розмірів, форми та густини», то прояви вказаного явища в різних типах змішувачів проявляється на значному діапазоні [7, 14]. В літературних джерелах описується фізична суть явища сегрегації для конкретного типу змішувача та пропонуються шляхи до зменшення впливу сегрегації на однорідність одержаної сумішки. Але конкретного показника, за яким можна було б визначати величину сегрегації та порівнювати за нею процеси змішування, не приводиться. В основному сегрегація, інтенсивність якої відповідає конкретній конструкції машини, вводиться як складова факторів, що впливають на показник

однорідності сумішки. Оскільки в даних дослідженнях мають місце різні рівні прояву сегрегації, то зроблена спроба врахувати в аналізі цю величину безрозмірним показником, що відповідає порівнюванню площ зон, в яких накопичуються дрібні та важкі частинки компонентів, стосовно різних типів змішувачів. Аналіз прояву сегрегації показав, що в змішувачах досліджуваного класу він може коливатись в інтервалі від 1 (організація інтенсивного руху потоків в радіальному та осьовому напрямках з обертанням камери) до 3 (перемішування активними робочими органами при нерухомій камері).

Порівняння питомих показників та показників якості технологічного процесу змішування дозволяє констатувати, що кращими є: за величиною коефіцієнта заповнення - вібраційний та вертикально-шнековий змішувач; за металомісткістю – барабанні із зміщеною віссю камери та горизонтально-шнековий; за енергоємністю – відцентровий; за рівномірністю змішування – турбінний, гравітаційний, відцентровий та барабанний з регульованою віссю камери; за показником сегрегації – відцентровий, біконічний, біциліндричний та барабанні із зміщеним розташуванням осі камери.

Разом з тим, вказані за певними критеріями оцінки процесу, як кращі, типи змішувачів мають значно гірші величини по інших критеріях. Тому однокритеріальні оцінки не дають можливості вибрати перспективні технічні та технологічні рішення конструкцій машин і вимагають проведення оцінки множини альтернативних варіантів за основними критеріями вибору. Методи застосування багатокритеріального підходу викладені в роботах [3, 10, 17]. Більш відпрацьованим з них при проведенні досліджень сільськогосподарських процесів є метод оцінки інтегрального критерію відстані до цілі з обґрунтуванням ідеалу та оцінкою міри наближення до нього кожного із можливих варіантів технічних рішень [2, 11, 13]. Ідеалізований варіант приймається як поєднання найкращих величин показників із наявних альтернативних рішень по кожному із типів змішувачів, що розглядаються. В порівнянні з ідеалізованим визначається нормоване значення оцінюваного показника для різних типів змішувачів за співвідношенням:

$$u_{ij}^H = U_{ij} / u_{i0} \quad (1)$$

де u_{ij}^H - нормоване значення і-го критерію j-го варіанту;

U_{ij} - натуральне значення і-го критерію за j-тим варіантом;

u_{i0} - величина і-го критерію в ідеалізованому варіанті.

В ідеалізованому варіанті нормоване значення кожного з оцінюваних критеріїв $u_{i0}^H = 1$, а їх сума дорівнює числу критеріїв n оцінки системи:

$$\sum u_{i0}^H = n. \quad (2)$$

При $n = 5$ цільова функція для кожного конкретного альтернативного варіанту типу змішувача визначається за формулою:

$$\mu_i = 0,2 (\lambda^H + m^H + q^H + p^H + s^H) - 1. \quad (3)$$

Розраховані величини нормованих показників альтернативних варіантів типів змішувачів, їх сума та відносна відстань до цілі приведені в табл. 2.

2. Порівняльна оцінка техніко-економічних показників змішувачів сипучих матеріалів.

Тип змішувача	Нормовані показники					$\sum u_i$	μ_i
	λ^H	m^H	q^H	p^H	s^H		
Горизонтально-шнековий	2,25	1,46	3,75	1,12	3,0	11,58	1,316
Вертикально-шнековий	1,29	2,0	2,5	1,09	2,7	9,58	0,916
Лопатевий	1,63	3,38	5,0	1,11	3,0	14,12	1,824
Стрічково-шнековий	1,5	3,38	6,5	1,08	2,5	14,96	1,992
Турбінний	3,6	2,46	2,35	1,01	2,0	11,42	1,284
Пересипний з зовнішнім шнеком	4,0	8,46	4,25	1,03	2,5	20,34	3,048
Гравітаційний	9,0	4,62	1,0	1,0	2,0	176,62	2,524
Вібраційний	1,0	2,15	2,25	1,02	2,7	9,12	0,824
Біконічний	3,6	5,23	1,1	1,0	1,5	12,43	1,49
Біциліндричний	1,5	2,46	3,75	1,05	1,5	10,26	1,052
Барабанний горизонтальний	1,5	3,14	4,1	1,1	1,5	11,34	1,268
Барабанний горизонтальний	2,25	4,31	3,5	1,05	1,8	12,91	1,582
Барабанний з нахилною віссю обертання	2,4	3,54	1,85	1,1	1,0	9,89	0,978
Барабанний із зміщеною віссю камери	3,0	1,23	1,9	1,02	1,0	8,15	0,63
Барабанний з регульованою віссю камери	1,64	1,0	1,9	1,0	1,0	6,54	0,308
Ідеалізований варіант	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,0	0

Так як цільова функція для ідеалізованого варіанту $\mu^H = 0$, то ознакою досконалості альтернативного варіанту є умова:

$$\mu_0 \rightarrow 0. \quad (4)$$

Приймаючи до уваги значення показників цільової функції та умову (4) можна прослідкувати перспективність вибору типу змішувача для приготування комбікормових добавок. Так за комплексною оцінкою першочергову перевагу слід надати застосуванню барабанного змішувача з регульованим зміщенням осі нахилу циліндричної камери до горизонтальної осі її обертання, оскільки цільова функція за розглянутими критеріями є мінімальною серед розглянутих варіантів (0,308). Близьким до неї є показник барабанної камери з нерухомим розташуванням вісі камери циліндра

до осі обертання (0,63). Разом з тим слід відмітити, що відсутність регулювання зміщення вісі обумовлює встановлення її положення під кутом, що не перевищує коефіцієнта зовнішнього тертя компонента з найменш вираженими фрикційними властивостями. Це, в свою чергу, знижує інтенсивність встановлених потоків в осьовому напрямі, подовжуючи необхідний період змішування і знижуючи продуктивність обладнання.

Далі за рейтингом розташовуються вібраційний змішувач (0,824), вертикально-шнековий (0,916) та барабанний неперервної дії з нахилою віссю обертання (0,978). Однак ці типи змішувачів з точки зору можливості їх удосконалення з метою зменшення відносної відстані до цілі, не мають суттєвих перспектив, так як за використаними конструктивно-функціональними схемами в них має місце значний прояв сегрегації. Інші типи із проаналізованих змішувачів мають показник цільової функції значно гірший (у 3,4 – 9,9 рази) в порівнянні з вибраним зразком.

Незважаючи на те, що барабанний змішувач з регульованим зміщенням осі нахилу циліндричної камери до горизонтальної осі її обертання є найкращим з розглянутих варіантів, він також має обмеження в застосуванні. Цей змішувач, навіть при максимально допустимому коефіцієнті заповнення, не може бути високопродуктивним, так як згідно прийнятої у ньому технології процесу його робота обмежена величиною допустимого кінематичного режиму, а також при великих об'ємах камери зростають динамічні навантаження від падаючих потоків, тим більше, що відносно центру робочого об'єму камери навантаження має знакоперемінний характер. Потенційними напрямками підвищення комплексного показника ефективності цього змішувача є зменшення енергоємності та металомісткості.

Висновки

Розробка структури класифікації та проведення комплексної оцінки альтернативних типів змішувачів сипучих матеріалів показали, що для приготування сумішок кормових добавок, як складового об'єкту потокової технологічної лінії виробництва комбікормів в умовах тваринницьких ферм, перспективним є застосування барабанного змішувача з регульованим зміщенням осі нахилу циліндричної камери до горизонтальної осі її обертання.

Визначення параметрів типорозмірного ряду цього змішувача є предметом подальших досліджень.

Список літератури

1. *Агрегат* для приготовления комбикормов на малых фермах из зерновых материалов собственного производства. ВНИИживмаш. Архив ВНИИживмаш [Рукопись]. – К.: 1991. – 94 с.

2. *Войтюк Д.Г.* Дослідження історії розвитку засобів приготування кормосумішок в контексті системного підходу до вивчення еволюції годівлі тварин / *Д.Г. Войтюк, О.М. Ачкевич* // Питання історії науки і техніки. – 2010. – №3. – С. 23–31.
3. *Кафаров В.В.* Системный анализ процессов химической технологии. Процессы измельчения и смешения сыпучих материалов / *В.В. Кафаров, И.Н. Дорохов, С.Ю. Арутюнов.* – М.: Наука, 1985. – 427 с.
4. *Керпухин М.Г.* Функционально-стоимостный анализ в инженерной деятельности / *М.Г. Керпухин, А.М. Кузьмин, С.В. Шалденков.* – М.: Информэлитро. 1974. – 77 с.
5. *Конструирование* и расчет машин химических производств / Под. ред. *Э.Э. Кольман-Иванова.* – М.: Машиностроение. 1985. – 406 с.
6. *Ластовцев А.М.* Усреднители сыпучих тел / *А.М. Ластовцев, А.М. Хвальнов, Ю.И. Макаров* // Химическое машиностроение. – 1963. – №1. – С. 24–29.
7. *Макаров Ю.И.* Аппараты для смешения сыпучих материалов / *Ю.И. Макаров.* – М.: Машиностроение, 1973. – 216 с.
8. *Макаров Ю.И.* Отечественное и зарубежное оборудование для смешения сыпучих материалов / *Ю.И. Макаров, Б.М. Ломакин, В.В. Харакос.* – М.: ЦИНТИАМ, 1964. – 148 с.
9. *Макаров Ю.И.* Процессы и аппараты химической техники. Системно-информационный подход / *Ю.И. Макаров.* – М.: Моск. ин-т хим. машиностроения, 1977. – С.143–148.
10. *Мартино Д.* Технологическое прогнозирование / *Д. Мартино.* – М.: Прогресс, 1977. – 590 с.
11. *Нагірний Ю.П.* Обґрунтування інженерних рішень / *Ю.П. Нагірний.* – К.: Урожай, 1994. – 214 с.
12. *Разработка* типоразмерного ряда смесителей кормов порционного и непрерывного действия. ВНИИживмаш. Архив ВНИИживмаш [Рукопись]. – К., 1989. – 80 с.
13. *Ревенко Ю.І.* Удосконалення технологічного процесу і агрегату для приготування комбікормів в умовах господарств : дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн... наук : 05.05.11 / *Ревенко Юлій Іванович.* – К., 2007. – 116 с.
14. *Селиванов Ю.Т.* Расчет и проектирование циркуляционных смесителей сыпучих материалов без внутренних перемешивающих устройств / *Ю.Т. Селиванов, В.Ф. Першин.* – М.: Машиностроение. 2004. – 120 с.
15. *Стренк Ф.В.* Перемешивание и аппараты с мешалками / *Ф.В. Стренк.* – Л.: Химия, 1975. – 384 с.
16. *Сыроватка В.И.* Производство комбикормов в колхозах и совхозах / *В.И. Сыроватка.* – М.: Россельхозиздат, 1976. – 61 с.
17. *Штербачек З.* Перемешивание в химической промышленности / *З. Штербачек, П. Тауск.* – Л.: Гос. издат. хим. литературы, 1963. – 410 с.

Разработана класифікація смесителів сыпучих матеріалів і виконана комплексна оцінка варіантів з метою вибору конструкції смесителя кормових добавок в складі фермського комбікормового агрегата.

Комбікормовий агрегат, кормові добавки, смесителі, сравнительные характеристики, комплексная оцінка, оптимальний варіант.

Classification of amalgamators of loose materials is developed and complex estimation of alternatives for purpose of sampling of design of amalgamator of fodder additives in composition farms multyforeges assembly is executed.

Multyforege assembly, fodder additives, amalgamators, comparative characteristics, complex estimation, optimum alternative.

УДК 631.1

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ПОТРЕБИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ДЛЯ ТОРГОВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

V.I. Рубльов, доктор технічних наук

В системі забезпечення сільськогосподарського виробництва значну роль виконує технічний сервіс і в його складі постачання сільськогосподарських машин. Стадія постачання також визначає витрати на реалізацію техніки. Тому важливе значення має оптимізація розрахунку потреби сільськогосподарських машин для їх реалізації за допомогою торговельних підприємств.

Сільськогосподарські машини, технічний сервіс, постачання, розрахунок потреби, торговельні підприємства.

Постановка проблеми. Значення матеріально-технічного сервісу для забезпечення сільськогосподарського виробництва вказується в законодавчих актах і спеціальної літературі [1-6]. В той же час, не розглядаються заході щодо технічного забезпечення торговельних підприємств матеріально-технічними засобами і відповідними заходами якісного обслуговування покупців сільськогосподарських машин. Вказане визначає проблему. Проблема: необхідне своєчасне забезпечення споживачів сільськогосподарськими машинами, але відсутні правила розрахунку їх потреби торговельними підприємствами для оперативного постачання споживачам.

Аналіз останніх досліджень вказує, що у загальному види постачальники виходять з замовлень споживачів. Замовлення базуються зі наявності машин в господарстві, або і їх необхідної кількості для виконання сільськогосподарських технологічних процесів щодо вирощування сільськогосподарської продукції. Для

© V.I. Рубльов, 2012