

УДК 631:362.7

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СМЕСИТЕЛЯ КОРМОВ

Дадаев В.А., магистрант,

тел. +79279842587, sergeysut@mail.ru

Агеев П.С., кандидат технических наук, старший преподаватель,

тел. +79279842587, sergeysut@mail.ru

Сутягин С.А., кандидат технических наук, доцент,

тел. +79279842587, sergeysut@mail.ru

Павлушин А.А., доктор технических наук, профессор,

тел. +79050359200, andrejpavlu@yandex.ru

Курдюмов В.И., доктор технических наук, профессор

тел. +79279842587, sergeysut@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

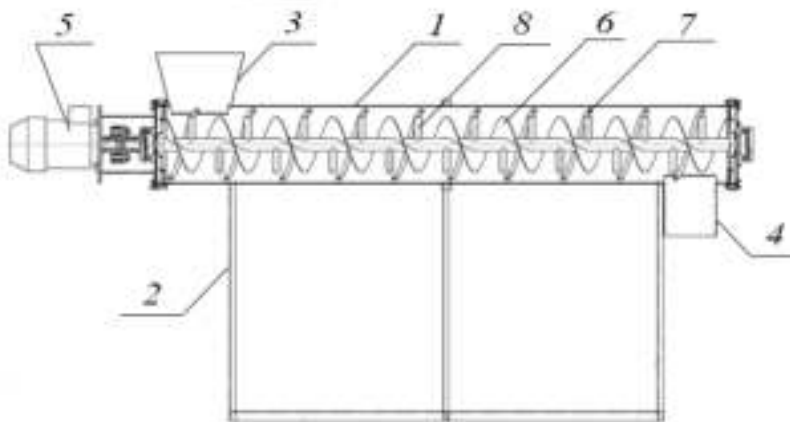
Ключевые слова: смешивание кормов, перемешивание компонентов корма, энергосбережение смешивания кормов, качество смешивания кормов.

В статье описана конструктивно-технологическая схема смесителя кормов с модернизированным рабочим органом. Также получены уравнения для оптимизации пропускной способности и мощности предложенного смесителя кормов.

Введение. Смешивание ингредиентов в технологии приготовления кормов для животных это один из энергозатратных процессов. Смешивание ингредиентов кормовой массы направлено на равномерное перераспределение всех частиц по объему готовой смеси [2, 3]. В каждой пробе, произвольно выбранной из кормовой массы, должно быть одинаковое количество компонентов, которые указаны в рецепте. В настоящее время для смешивания кормов применяют смесители с разными рабочими органами: шнековые, лопастные, спирально-винтовые, барабанные и пр [1, 4, 5]. Существующие смесители кормов не всегда могут обеспечить требуемое качество кормовой смеси, так как их режимы работы не оптимизированы. Из-за

этого смесители могут расходовать лишнюю энергию, в некоторых устройствах цикл смешивания необходимо выполнять повторно и как следствие снижается пропускная способность и значительно повышаются затраты энергии на процесс. Поэтому, разработка смесителя кормов и обоснование его режимов работы, обеспечивающих требуемое качество при заданной пропускной способности, является актуальной и важной научно-технической задачей.

Материалы и методы исследований. Для повышения качества смешивания кормов нами разработана установка с модернизированным рабочим органом (рисунок 1) [3 - 8]



1 – рабочая камера; 2 – рама установки; 3 – загрузочный бункер; 4 – выгрузное окно; 5 – электропривод рабочего органа; 6 – шнек; 7 – спиральный винт; 8 – стрелы

Рис. 1 – Конструктивно-технологическая схема предложенного смесителя кормов с модернизированным рабочим органом

Предложенный смеситель включает в себя следующие основные элементы. Рабочая камера 1 выполнена в виде горизонтально цилиндра, расположенного на раме 2. В начале рабочей камеры на верхней части вырезано окно и над ним размещён загрузочный бункер 3. С противоположной стороны рабочей камеры 1 на нижней поверхности выполнено выгрузное окно 4. С торца рабочей камеры 1 установлен электропривод 5, который соединён с модернизированным рабочим

органом. Модернизированный рабочий орган состоит из шнека 6, на его валу, между витками закреплены стержни 7. Шнек 6 установлен внутри спирального винта 8.

Предложенный смеситель работает следующим образом. Включают электропривод 5, который начинает вращать шнек 5 и спиральный винт 8. После этого подают компоненты корма в отдельные секции загрузочного бункера 3. Вращающиеся шнек 6 и спиральный винт 8 захватывают частицы корма и проталкивают их выгрузному окну 4 перемешивая между собой. При вращении шнека стержни 7 смещают часть компонентов корма в плоскости перпендикулярной оси вращения шнека. За счёт этого происходит разделение слоёв кормовой массы и улучшается качество перемешивания компонентов между собой. Готовый продукт шнек 6 и спиральный винт 8 удаляют из установки через выгрузное окно 4.

Результаты исследований и их обсуждение. При смешивании кормов в предложенной установке необходимо чтобы режимы ее работы были оптимизированы так, чтобы качество готового продукта соответствовало агротехническим требованиям, чтобы смеситель обеспечивал заданную пропускную способность при минимальном расходе электроэнергии.

В результате анализа установлено, что пропускная способность предложенного смесителя кормов зависит от диаметра шнека, диаметра спирального винта, частоты их вращения, а также от физико-механических свойств смешиваемых материалов [9].

$$Q = 3600D_{ш}^2D_{св}n(a_1 - a_2)\rho\psi, \quad (1)$$

где: $D_{ш}$ – диаметра шнека, м; $D_{св}$ – диаметр спирального винта, м; n – частота вращения модернизированного рабочего органа, c^{-1} ; a_1 – отношение шага межвиткового расстояния к диаметру шнека; a_2 – отношение шага спирального винта к его диаметру; ρ – насыпная плотность компонентов корма, $кг/м^3$; ψ - коэффициент заполнения рабочей камеры.

Для определения мощности, требуемой для бесперебойной работы предложенного смесителя кормов, можно использовать уравнение 2.

$$N = 0,142 \cdot 10^3 AL_{po}k_c/t + 0,2m_{ш}L_{po}v_kF, \quad (2)$$

где: A – работа, совершаемая на перемещение корма через установку, Дж; L_{po} – длина модернизированного рабочего органа, м; k_c – коэффициент сопротивления движению частиц корма о материал рабочей камеры; t – время движения частицы корма в установке, с; m_{np} – погонная масса модернизированного рабочего органа, кг/м; v_k – скорость перемещения частиц корма от загрузочного бункера до выгрузного окна, м/с; F – сила трения компонентов корма о материал рабочего органа, Н.

Заключение. Таким образом, применяя полученные уравнения можно определить оптимальные конструктивные параметры модернизированного рабочего органа, определить оптимальную частоту его вращения, рассчитать время движения частицы корма в установке. Работая на оптимальных режимах предложенный смеситель позволяет получить качественно смешанную кормовую массу при заданной пропускной способности и минимальных затратах энергии.

Библиографический список:

1. Pavlushin, A. Research of a machine with a belt conveyor for drying grain / A. Pavlushin, S. Sutyagin, G. Karpenko, V. Artemiev // E3S Web of Conferences. International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2020). 2020. P. 01071.
2. Фомина, М.В. Моделирование длительности смешения компонентов с учетом доли меньшего компонента / М.В. Фомина, А.В. Чупшев, В.П. Терюшков, В.В. Коновалов / Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. № 4. – С. 57-61.
3. Фомина, М.В. Влияние конструктивных и режимных параметров мешалки смесителя на качество смеси / М.В. Фомина, А.В. Чупшев, В.П. Терюшков, В.В. Коновалов // Нива Поволжья. 2018. – № 4 (49). – С. 175-180.
4. Патент 198591 Российской Федерации, МПК А23В 7/00, А23В 7/02, F26В 11/04. Устройство для сушки свекловичного жома / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский

государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина». - № 2020109627; заявл. 04.03.2020; опубл. 17.07.2020.

5. Патент 198806 Российской Федерации, МПК А23N 17/00, F26B 17/28. Устройство для сушки свекловичного жома / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина». - № 2020109632; заявл. 04.03.2020; опубл. 29.07.2020.

6. Патент 2728598 Российской Федерации, МПК А23В 9/08, F26B 17/02. Устройство для сушки свекловичного жома / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина». - № 2020109157; заявл. 28.02.2020; опубл. 30.07.2020.

7. Патент 199358 Российской Федерации, МПК А23В 9/08. Устройство для сушки свекловичного жома / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина». - № 2020109633; заявл. 04.03.2020; опубл. 28.08.2020.

8. Патент 2734949 Российской Федерации, МПК А23В 7/00, F26B 11/00. Устройство для сушки свекловичного жома / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин, В.В. Артемьев; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина». - № 2020108723; заявл. 27.02.2020; опубл. 26.10.2020.

9. Sutyagin, S. Determination of the capacity of a contact type machine for drying grain / S. Sutyagin, A. Pavlushin, G. Karpenko, V. Kurdyumov // AIP Conference Proceedings: International conference on modern trends in manufacturing technologies and equipment 2021. – Sevastopol: American Institute of Physics Inc., 2022. – P. 030029.

OPTIMIZATION OF FEED MIXER OPERATION MODES

Dadaev V.A., Ageev P.S., Sutyagin S.A., Pavlushin A.A., Kurdyumov V.I.

Key words: *feed mixing, feed component mixing, feed mixing energy saving, feed mixing quality.*

The article describes the structural and technological scheme of the feed mixer with a modernized working body. Equations are also obtained for optimizing the throughput and power of the proposed feed mixer.