Технические особенности кормосмесителей для приготовления полнормешанного рациона

Дмитрий Андреевич Благов, Сергей Владимирович Митрофанов,
Николай Сергеевич Панферов, Дмитрий Сергеевич Мельничук

Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»
(ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ), г. Рязань, Россия
aspirantya2013@gmail.com

Аннотация. Рассматривается вопрос по приготовлению полнормешанного рациона при помощи кормосмесителей. Данные машины можно классифицировать по следующим признакам: способ перемещения, по типу и способу движения рабочего органа, размещению раздатчика по отношению к кормушкам и т.д. По способу перемещения кормовые миксеры можно разделить на три вида: прицепные, самоходные, стационарные. Достоинствами прицепных кормосмесителей являются относительная низкая цена, габаритные размеры подходящие как для ферм старого, так и нового типа. Прицепные миксеры опционально могут оснащаться агрегатами, которые повышают функциональность машины: рейферные и фрезерные устройства самопогрузки и т.д. Кроме оснащения кормомиксеров различными агрегатами для загрузки кормов все чаще для безопасности здоровья животных устанавливаются магнитные уловители, которые позволяют фильтровать металлический мусор, попавший во время заготовки корма кормовые миксеры оборудуются электронной системой взвешивания компонентов, управляемой бортовым компьютером, точность, которой колеблется в пределах $\pm 2,0$ %.

Ключевые слова: кормомиксер; модернизация; контроль дозирования компонентов рациона; магнитный уловитель металлического мусора; бортовой компьютер.

Для цитирования: Благов Д. А., Митрофанов С. В., Панферов Н. С., Мельничук Д. С. Технические особенности кормосмесителей для приготовления полнормешанного рациона // Аграрный научный журнал. 2021. № 12. С. 107–111. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i12pp107-111>.

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Technical features of feed mixers for the preparation of a fully mixed diet

Dmitry A. Blagov, Sergey V. Mitrofanov, Nikolay S. Panfyorov, Dmitry S. Mel'nychuk

Institute of Technical Support of Agriculture – branch of Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Agroengineering Center VIM” (ITSA – branch of FSAC VIM), Ryazan, Russia
aspirantya2013@gmail.com

Abstract. In the presented work, the question of preparing a fully mixed diet with the help of feed mixers is considered. These machines can be classified according to the following characteristics: the method of movement, the type and method of movement of the working body, the placement of the distributor in relation to the feeders, etc. According to the method of movement, feed mixers can be divided into three types: trailed, self-propelled, stationary. The advantages of trailed feed mixers are the relative low price, the overall dimensions are suitable for both old and new type farms. Trailed mixers can optionally be equipped with units that increase the functionality of the machine: grab and milling self-loading devices, etc. In addition to equipping feed mixers with various feed loading units, magnetic catchers are increasingly being installed for the safety of animal health, which allow filtering metallic debris that has fallen during feed preparation, feed mixers are equipped with an electronic component weighing system controlled by an on-board computer, the accuracy of which varies within ± 2.0 %.

Keywords: feed mixer; modernization; control of dosing of ration components; magnetic metal debris catcher; on-board computer.

For citation: Blagov D. A., Mitrofanov S. V., Panfyorov N. S., Mel'nychuk D. S. Technical features of feed mixers for the preparation of a fully mixed diet. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2021;(12): 107–111. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i12pp107-111>.

Введение. Современные тенденции кормления сельскохозяйственных животных, в частности крупного рогатого скота, основываются на применении полнормешанных рационов, которые исключают выборочное поедание входящих в состав кормовой смеси. Это дает возможность обеспечить организм животных необходимыми питательными веществами и включать в рацион менее привлекательные корма по вкусовым качествам, но обладающие необходимыми питательными элементами. В настоящее время содержание скота на промышленных комплексах является круглогодичным, что в свою очередь предусматривает применение типового кормления, без его резкого изменения. Так же применение полнормешанного рациона позволяет поддерживать постоянный количественный и качественный состав симбиотической микрофлоры рубца жвачных, что тем самым позволяет при необходимости управлять переваримостью питательных веществ [1].

Приготовление полнормешанного рациона основано на применении специализированных машин – кормосмесителях или кормовых миксерах. Данный вид машин обеспечивает измельчение, перемешивание, доставку и раздачу

полученной кормовой смеси. Качественно смешанный рацион должен иметь однородное состояние. Кроме этого кормомиксеры должны обеспечивать точное дозирование кормов и кормовых добавок входящих в рацион. Применение кормосмесителей позволяет повысить молочную продуктивность у скота в среднем на 15 % за счет лучшей переваримости кормов и однородности полученной смеси, которую легче переработать микрофлоре рубца [2, 3]. Однако не стоит забывать, что слишком мелкая фракция кормовой смеси может

Для того чтобы получить от составленного рациона максимальную эффективность необходимо контролировать не только качество кормового сырья, расчет рациона по необходимым критериям питательности, но и правильно подобрать оборудование, которое поможет измельчить, смешать и раздать полученную смесь. При этом необходимо учитывать технические и технологические особенности смесительного оборудования, а так же габаритные размеры данной техники.

Цель исследования – изучить и классифицировать существующие виды кормосмесителей с учетом их технических особенностей, а также новые тенденции в модернизации данных машин.

*Прицепной кормомиксер
с вертикальным расположением шнека*

*Прицепной кормомиксер
с горизонтальным расположением
шнека*

Самоходный миксер

Стационарный миксер

Рис. 1. Внешний вид кормомиксеров различной конструкции

цепные машины делятся на две категории: с вертикальным размещением шнека и с горизонтальным [4, 5], рис. 1.

Достоинствами прицепных кормосмесителей являются относительная низкая цена, габаритные размеры подходящие как для ферм старого, так и нового типа. Прицепные миксеры опционально могут оснащаться агрегатами, которые повышают функциональность машины: грейферные и фрезерные устройства самопогрузки, измельчитель-разбрасыватель соломы (рис. 2).

Грейфер вильчатый

Фрезерный погрузчик

Измельчитель-разбрасыватель соломы

Рис. 2. Агрегаты для расширения функциональности кормосмесителя

Преимуществом в таком апгрейде машины заключается в отсутствии дополнительной машины, которая будет осуществлять погрузку или измельчение и разбрасывание соломы в качестве подстилки для животных. Кроме оснащения кормомиксеров различными агрегатами для загрузки кормов все чаще для безопасности здоровья животных устанавливаются магнитные уловители, которые позволяют фильтровать металлический мусор, попавший во время заготовки корма. Магнитные ловушки могут устанавливаться в следующих частях миксера: на лопастях шнека, на ленточном или цепном транспортере в виде стержней и на выгрузном желобе в виде магнитной полосы (рис. 3).

На лопастях шнека

Подвесные стержневые магниты

Магнитная полоса на желобе

Рис. 3. Магниты ловители металлического мусора

Такая система магнитов позволяет уберечь животных от травматического гастрита, который наносит значительный ущерб здоровью и продуктивности, а также снижает нагрузку на ветеринарных врачей.

Прицепные кормосмесители в зависимости от производительности могут агрегатироваться с тракторами 1,4–2,0 класса при помощи ВОМа. По размещению и количеству шнеков вертикальные миксеры могут иметь от 1 до 3 шт., а горизонтальные 2–3 (рис. 4).

Шнек с ножами вертикального кормомиксера

Схема смешивания корма

Шнек с ножами горизонтального кормомиксера

Схема смешивания корма

Рис. 4. Рабочие органы кормомиксера в зависимости от конструкции и схема смешивания загружаемых кормов с учётом особенностей конструкции

Смесители вертикального типа могут обрабатывать тюки и рулоны, что актуально на фоне увеличения доли заготовки кормов в такой упаковке. В горизонтальных кормораздатчиках есть риск заклинивания механизма, и загрузка рулонов нежелательна, особенно в 3-шнековых конструкциях. Преимущество вертикальных миксеров заключается в устойчивости к случайным попаданиям твёрдых предметов. Если в бункер с кормом попал твёрдый предмет, то в вертикальном шнеке потребуется только замена ножей, а если же такой предмет попадёт в горизонтальный агрегат, то он повредит сами шнеки, ремонт которых стоит дорого и вызовет вынужденный простой машины. Во время эксплуатации машины необходимо следить за износом ножей. Тупые лезвия приводят к неравномерному нарезанию грубого корма. Это исключает однородное перемешивание. Если лезвия затупились, следует менять набор не сразу целиком, а по частям, иначе структура рациона внезапно изменится, что, как правило, ведёт к снижению потребления корма [6, 7].

Интересное техническое решение измельчения вводимых кормов было предложено ирландской фирмой KEENAN. Кормомиксеры данной фирмы имеют уникальную двухкамерную систему, которая включает смесительную камеру и отдельную разгрузочную камеру (рис. 5). Двухкамерная система, вместе с расположенными под углом 6-ю лопастями и запатентованной системой фиксирования ножей, обеспечивают эффективное, а главное бережное перемешивание смеси, которое не оказывает давления на волокно и не разрушает его структуру. Лопасты, расположенные под углом, задействуют всю поверхность дна камеры смешивания всего при 8–10 мин⁻¹, поднимая ингредиенты до самого верха, и обеспечивают размеренное непрерывное перемешивание.

Рис. 5. Кормомиксер фирмы KEENAN с двухкамерной системой

щихся ножей, смещенных относительно друг друга. Во время вращения лопастей, материал нарезается ножами.

На однородность корма значительное влияние оказывает порядок добавления компонентов рациона. Загрузка в бункера смесителя осуществляется в следующем порядке: сено и солома; сухие и мелкие компоненты; концентраты и предварительно приготовленные смеси; люцерны или (сухой) травяной силос; кукурузный силос; влажные побочные продукты, затем жидкие компоненты. Если добавить жидкие компоненты раньше, то из мелких составляющих могут образоваться комочки. Если есть компоненты, которые добавляются лишь в небольших количествах, их следует добавлять перед люцерновым/травяным силосом. Не только соблюдение порядка загрузки, но и само заполнение имеет значение. Важно чтобы во время заполнения компоненты равномерно распределялись по смесителю. В вертикальный миксер с двумя смешивающими шнеками все компоненты корма следует загружать между шнеками. Компоненты, загружаемые с одной стороны машины, по большей части остаются именно на той стороне. Оптимальный уровень загрузки бункера кормомиксера составляет 75–90 % [8].

Однородность кормовой смеси должна быть на уровне 85 %. Если показатель будет меньше, то животные будут получать разное количество питательных веществ, так как у одних будет больше белковых составляющих, у других – углеводных и т.д. Время смешивания должно составлять от 5 до 8 мин после загрузки последнего компонента. Если рекомендуемое время смешивания будет превышено, то произойдет переизмельчение грубых кормов, что отрицательно скажется на кормовой смеси и её переваримости и соответственно на продуктивности животных.

Самоходные кормомиксеры являются более дорогостоящими машинами по сравнению с прицепными. Основное отличие самоходных миксеров от прицепных заключается в отсутствии трактора в качестве тягловой силы, а также наличие уже встроенных органов самозагрузки с высокой производительностью. Самоходные агрегаты, так же как и прицепные, имеют бункер с вертикальным и горизонтальным расположением рабочих органов [9].

Стационарные машины в основном применяют в птицеводческих и свиноводческих фермах, реже в скотоводстве. Они монтируются внутри помещения. Раздача корма осуществляется при помощи ленточных, скребковых, ленточно-цепочных и ленточно-планочных транспортёров. Применение данного вида машин является целесообразным, если: место для хранения кормов и коровник находятся на значительном расстоянии; в помещении имеются узкие кормовые проходы, не позволяющие пройти мобильной технике, или наоборот требуется максимально автоматизировать и оптимизировать подачу кормов.

Кормовые миксеры являются достаточно высокотехнологичными машинами, от которых зависит продуктивность и здоровье животных. Поэтому глубокая модернизация или улучшение отдельных узлов ведётся постоянно. Для данных машин одним из важных показателей является точность дозирования компонентов рациона. На данный момент многие зарубежные и отечественные фирмы занимаются не только модернизацией механики машины, но и электронной и программной составляющей. Сейчас современные кормовые миксеры оборудуются электронной системой взвешивания компонентов, управляемой бортовым компьютером, точность, которой колеблется в пределах $\pm 2\%$ (рис. 6).

В основе системы взвешивания компонентов рациона лежит применение тензодатчиков.

Применение бортового компьютера позволяет оператору точно дозировать необходимые корма и кормовые добав-

ки [10, 11]. Бортовой компьютер оснащается собственной памятью, что даёт возможность загрузки нескольких рационов для животных различной продуктивности и физиологического состояния, а также ведётся сбор информации по работе кормомиксера. Развитие цифровой системы весового контроля компонентов рациона с каждым годом упрощает эксплуатацию миксера. Хорошим примером усовершенствования бортового компьютера

Рис. 6. Бортовые компьютеры для контроля работы кормомиксера

является фирма JF-STOLL со своей системой Feed Manager. Данная разработка состоит из главного терминала, портативного терминала, который по беспроводной связи получает от кормосмесителя данные по загрузке компонентов рациона. Во время работы машины на главном терминале отображаются следующие данные: время, дата, текущий вес, план кормления, данные оператора. Если необходимо сменить план кормления, терминал подаёт уведомляющий звуковой сигнал. Помимо звукового сигнала процесс загрузки бункера можно отслеживать на дисплее. Наглядное представление данных об изменении веса вводимых компонентов смеси позволяет снизить количество ошибок при погрузке. Портативный терминал даёт возможность дистанционного управления миксером. Наличие беспроводной связи позволяет синхронизировать компьютер с терминалом смесителя и с её помощью передать необходимые данные по рациону кормления, провести сравнительный анализ планов с реальными расходами кормов.

Заключение. Таким образом, рассматривая кормовые миксеры, применяемые в животноводстве, были выявлены конструктивные различия и технологические особенности их применения. Качество получаемого корма в смесителях напрямую зависит от порядка загрузки компонентов рациона, остроты ножей. Контроль количества поступающих компонентов рациона осуществляется с применением цифровых технологий, которые обеспечивают точное дозирование, а также оперативное управление хозяйственным рационом при помощи беспроводных коммуникаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Благов Д. А., Миронова И. В., Торжков Н. И., Нигматьянов А. А. Учёт протеиновой питательности в рационах крупного рогатого скота // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 2. С. 29–34.
2. Благов Д. А., Миронова И. В., Торжков Н. И., Нигматьянов А. А. Влияние сырой клетчатки на переваримость органической части рациона // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2019. № 11. С. 3–10.
3. Дорохов А. С., Никитин Е. А. Проблемы эффективного смешивания сочных и концентрированных компонентов кормосмеси для крупного рогатого скота в условиях современного животноводства // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 1 (33). С. 53–56.
4. Кайдалов А. Ф., Бараников А. И., Кавардаков В. Я. Зоотехнические и экономические обоснование выбора смесителей-кормораздатчиков для молочных ферм и комплексов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 1. С. 136–140.
5. Разработка конструкции высокоэффективных кормораздатчиков для приготовления полнорационных кормов / С. Г. Карташов [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2019. № 1. С. 86–92.
6. Койнова А. Н. Накорми всех вовремя: как не ошибиться при выборе смесителя-раздатчика // Техника и оборудование для животноводства. 2019. № 6. С. 11–14.
7. Крючкова Л. Г. Обоснование способа и параметров процесса смешивания компонентов в шнековом смесителе // Вестник современных исследований. 2018. № 12.5 (27). С. 176–178.
8. Роботизированные системы в животноводстве / А. А. Науменко [и др.]. Харьков. 2015. 171 с.
9. Формирование кормовой базы сельскохозяйственного предприятия с использованием цифровых технологий / Н. Н. Новиков [и др.] // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2020. № 5. С. 61–71.
10. Христинин Н. М., Казанский Д. В. Сравнительный анализ измельчителей-смесителей кормораздатчиков зарубежного и Российского производства по результатам испытаний ФГБУ «Подольская МИС» // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2013. № 3 (1). С. 152–156.
11. Юсупов Р. Х., Юсупов В. Р., Еловик Р. Г. Экспериментальное исследование мобильного робота-кормораздатчика // Мехатроника, автоматика и робототехника. 2017. № 1. С. 21–25.

REFERENCES

1. Blagov D. A., Mironova I. V., Torzhkov N. I., Nigmatyanov A. A. Accounting for protein nutrition in cattle diets. *Dairy and meat cattle breeding*. 2020; 2: 29–34. (In Russ.).
2. Blagov D. A., Mironova I. V., Torzhkov N. I., Nigmatyanov A. A. Influence of crude fiber on the digestibility of the organic part of the diet. *Feeding agricultural animals and fodder production*. 2019; 11: 3–10. (In Russ.).
3. Dorokhov A. S., Nikitin E. A. Problems of effective mixing of juicy and concentrated feed mixture components for cattle in the conditions of modern animal husbandry. *Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Livestock Mechanization*. 2019; 1 (33): 53–56. (In Russ.).
4. Kaidalov A. F., Baranikov A. I., Kavardakov V. Ya. Zootechnical and economic substantiation of the choice of mixer-feed dispensers for dairy farms and complexes. *News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education*. 2016; 1: 136–140. (In Russ.).
5. Development of the design of highly efficient feed dispensers for the preparation of complete feeds / S. G. Kartashov et al. *Electrotechnology and electrical equipment in the agro-industrial complex*. 2019; 1: 86–92. (In Russ.).
6. Koinova A. N. Feed everyone on time: how not to make a mistake when choosing a mixer-distributor. *Technics and equipment for animal husbandry*. 2019; 6: 11–14. (In Russ.).
7. Kryuchkova L. G. Substantiation of the method and parameters of the mixing process of components in a screw mixer. *Bulletin of modern research*. 2018; 12.5 (27): 176–178. (In Russ.).
8. Robotic systems in animal husbandry / A. A. Naumenko et al. Kharkov; 2015. 171 p. (In Russ.).
9. Formation of the fodder base of an agricultural enterprise using digital technologies / N. N. Novikov et al. *Feeding of agricultural animals and fodder production*. 2020; 5: 61–71. (In Russ.).
10. Khristinin N. M., Kazansky D. V. Comparative analysis of grinders-mixers of fodder dispensers of foreign and Russian production according to the results of tests of the Federal State Budgetary Institution "Podolskaya MIS". *Bulletin of the All-Russian Research Institute of Livestock Mechanization*. 2013; 3 (1): 152–156. (In Russ.).
11. Yusupov R. Kh., Yusupov V. R., Elovik R. G. Experimental study of a mobile robotic feed dispenser. *Mechatronics, Automation and Robotics*. 2017; 1: 21–25. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 31.08.2021; одобрена после рецензирования 12.09.2021; принята к публикации 20.09.2021.
The article was submitted 31.08.2021; approved after reviewing 12.09.2021; accepted for publication 20.09.2021.