

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

УДК 636.085.55

Доктор технических наук Пахомов В.И.,
кандидат технических наук Брагинец С.В.,
кандидат технических наук Смоленский А.В.,
кандидат технических наук Бахчевников О.Н.
ФГБНУ СКНИИМЭСХ

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ

Введение. В настоящее время актуальной задачей является организация эффективного производства отвечающих современным требованиям полнорационных комбикормов на основе местного сырья в условиях небольших сельхозпредприятий (производительность до 3 т/ч). Такие производства существуют во многих малых сельхозпредприятиях, однако зачастую они работают по упрощенным технологическим схемам, не обеспечивающим производство комбикормов высокой питательной ценности, а доля зерновых компонентов в таких кормах нередко превышает 60%. Необходимо снижать долю зерна в кормах путём увеличения доли белковых компонентов, ввода дешевого незернового местного сырья (сухой жом, меласса, зеленая масса и др.). Этому препятствует то, что у сельхозпредприятий недостаточно средств для единовременного приобретения всего необходимого оборудования, а используемая прямоточная схема технологического процесса является негибкой, неспособной реагировать на изменение внешних условий [1]. Предлагаемые в качестве решения мобильные комбикормовые заводы ориентированы на использование зерна как основного компонента корма и также не решают проблему эффективного использования местных видов сырья, имеют неизменяемую структуру технологического процесса [2]. Все это требует разработки открытой адаптивной комплексной системы внутрихозяйственного производства комбикормов, способной к изменению структуры при различных режимах функционирования, переналадке на выпуск различных видов и объёмов продукции, наращиванию производительности.

Целью исследований является построение комплексной системы внутрихозяйственного производства комбикормов на основе открытой адаптивной архитектуры.

Методика исследований. Основой решения поставленной задачи является метод блочно-модульного построения технологического процесса производства комбикормов [3] с использованием методологического аппарата системного исследования [4, 5].

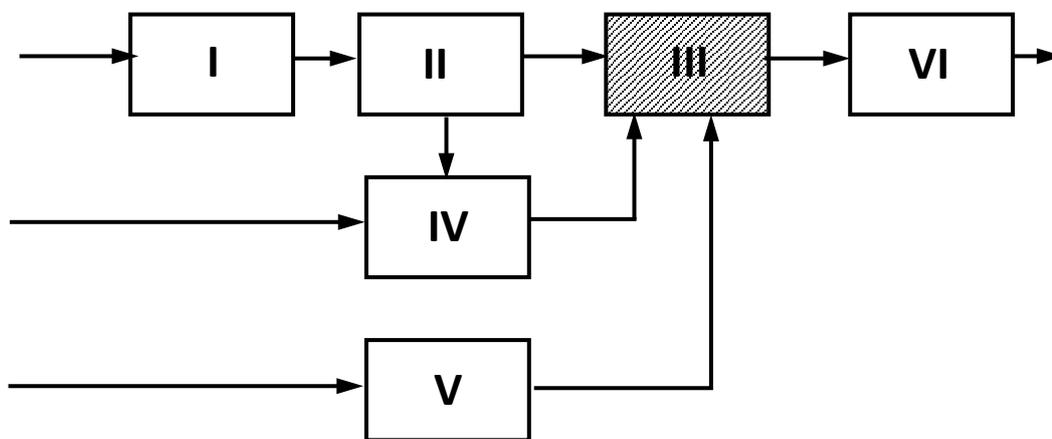
Результаты исследований. Ранее была разработана концепция формирования технического оснащения предприятия по производству комби-

кормов на основе оборудования, объединенного в технологические блоки, группируемого, в свою очередь, в функциональные модули, причем основным является модуль, включающий блоки измельчения, дозирования и смешивания компонентов [3]. Достоинством этой концепции является концентрирование разрозненных операций в едином технологическом комплексе, что повышает целостность и эффективность технологического процесса. Блочно-модульное построение наиболее подходит для создания системы внутрихозяйственного производства комбикормов, но его недостатком является то, что оборудование объединяется в блоки лишь по принципу общности выполняемых технологических операций без учета его физического размещения и компоновки, а сами блоки не унифицированы, что затрудняет проектирование новых и реконструкцию существующих предприятий.

Для устранения этого недостатка необходимо применять модульный принцип проектирования комбикормовых производств в виде комплекса автономных модулей, образующих при стыковке единое целое, что позволит осуществлять поэтапное изменение структуры технологического процесса без остановки предприятия, повышать или снижать производительность при изменении функциональных задач, удовлетворять специфические запросы потребителей. В качестве основной структурной единицы такого предприятия необходимо принять конструктивно законченный и функционально самостоятельный (автономный) технологический модуль, а сами модули унифицировать на основе единого несущего элемента (платформы) с универсальными соединительными элементами и несущими конструкциями. Такой подход позволит увеличить количество вариантов компоновки модульного предприятия, сократить сроки его проектирования и повысить удобство его монтажа и демонтажа. В качестве платформы для создания модулей нами принята конструкция из металлических рам с габаритами морского грузового контейнера, в которой устанавливается технологическое и транспортное оборудование, системы электроснабжения, аспирации и управления. Такие модули обладают жесткой конструкцией и могут выдерживать многократные перемещения. Достоинством данного способа построения производства является то, что потребитель получает модуль, собранный и подготовленный к работе на предприятии-изготовителе.

Для построения комбикормового производства наиболее рациональна централизованная структурная схема, включающая «жесткий» центр, связывающий периферийные элементы, относительно независимые друг от друга, и оказывающий на них координирующее воздействие [5]. Такая структура обеспечивает адаптируемость системы, возможность комбинирования периферийных элементов при сохранении централизованной координации параметров функционирования предприятия. В качестве основного центрального модуля, входящего в состав предприятия при любой его конфигурации, принят модуль, включающий технологические блоки измельчения и дозирования-смешивания. Он служит центром технологической системы, в котором сходятся потоки подготавливаемого сырья, т.е. является интегрирующим ядром этой системы и обуславливает ее функционирование как единого це-

лого. Проектирование внутрихозяйственного предприятия заключается в таком случае в анализе видов сырья, требований к его подготовке и последующей обработке рассыпного комбикорма, выявлении необходимых для их осуществления технологических операций и подбору соответствующего состава модулей из ранее разработанного типоразмерного ряда. Пример возможной структуры такого предприятия приведен на рис. 1.



Технологические модули: I – очистки; II – обеззараживания; III – измельчения, дозирования и смешивания (основной); IV – экструдирования; V – приготовления премикса; VI – гранулирования

Рисунок 1 – Блок-схема модульного построения внутрихозяйственного предприятия по производству комбикормов

Из приведенного примера видно, что благодаря модульному построению, применяемая на большинстве внутрихозяйственных предприятий малой мощности неэффективная прямоточная технологическая схема с последовательным потоком сырья преобразуется в схему с параллельными сходящимися его потоками. Происходящее при этом разделение общего потока обрабатываемого сырья на параллельные потоки повышает стабильность технологического процесса производства комбикормов [6].

На основе проведенного анализа определен типоразмерный ряд основных технологических модулей: 1, 2 и 3 т/ч, удовлетворяющих потребности в кормах большинства сельхозпредприятий России. Для определения производительности дополнительных технологических модулей необходимо производительность выбранного основного модуля умножить на коэффициент, соответствующий доле обрабатываемых в данном модуле компонентов в общем объеме производимых комбикормов.

Формирование технологического процесса модулей осуществляется путем выделения из общей технологической системы подсистем, осуществляющих завершённые циклы операций во взаимодействии с другими подсистемами. Функциональные свойства модульной структуры предприятия обуславливают периодический (непрерывно-дискретный) характер протекания его технологического процесса. При этом важным моментом является согласование циклов работы основного и дополнительных технологических моду-

лей на этапе их проектирования. Между собой модули внутрихозяйственного комбикормового производства должны быть связаны полужесткой связью, т.е. выполняемые в них операции должны иметь жесткие связи внутри модуля, а между собой эти группы должны иметь в большинстве случаев гибкие связи, представляющие собой операции промежуточного хранения подготовленного сырья, реализуемые в накопительных емкостях, что повышает стабильность производства [7].

Модульная структура предприятия позволяет постепенно усложнять ее, адаптируя к изменяющимся условиям функционирования. В частности, при необходимости ввода в состав комбикорма нового вида сырья производится формирование из соответствующего оборудования и включение в состав предприятия (присоединение к основному модулю) дополнительного автономного технологического модуля, обеспечивающего выполнение необходимых операций подготовки сырья, осуществляемое без остановки производства. Именно таким образом возможно организовать обработку и ввод в состав комбикорма новых видов сырья, например, зеленой массы растений. При добавлении нового модуля к действующему предприятию группа выполняемых в нем операций образует ответвление в общем технологическом потоке производства комбикорма и выполняется параллельно с операциями подготовки других компонентов, соединяясь затем вновь в единый поток в основном модуле дозирования и смешивания (рис. 1). Таким образом, при общем увеличении количества технологических операций сокращается число последовательно выполняемых операций, что положительно сказывается на стабильности функционирования предприятия и повышает его производительность.

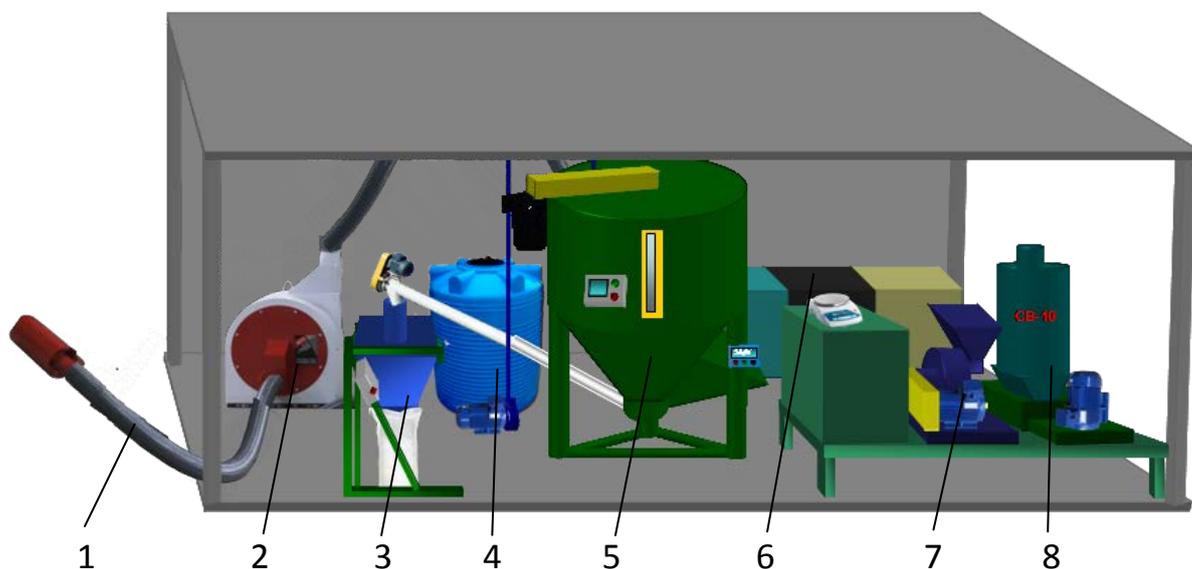
При необходимости дополнительные модули могут включаться в общий технологический поток последовательно с уже действующими. Примером может служить технологический модуль обеззараживания зернового и белкового сырья, размещаемый последовательно с модулями очистки и измельчения-дозирования.

Таким образом, будет происходить постепенное преобразование простой непрерывной технологической схемы, включающей последовательную подготовку компонентов и их последующее дозирование и смешивание, в сложную, предусматривающую образование из подготовленного сырья промежуточных полуфабрикатов, в частности, предварительных смесей белкового и минерального сырья, премиксов, а также экструдатов растительного сырья, реализуемое в соответствующих модулях параллельно основному потоку зернового сырья, с последующим дозированием и смешиванием полуфабрикатов и прочих компонентов, а также дальнейшую обработку рассыпного комбикорма, такую как экспандирование и гранулирование.

При принятии решения о включении в состав внутрихозяйственного предприятия дополнительного модуля следует оценить эффективность дополнительно включаемых в технологический процесс операций обработки компонентов по величине дополнительного дохода, получаемого за счет по-

вышения питательной ценности корма и улучшения показателей его качества. При этом следует учитывать, что применение дополнительных операций обработки компонентов или рассыпного корма зачастую увеличивает себестоимость приготовления комбикорма. Очевидно, что критерием эффективности включения дополнительного технологического модуля в состав предприятия является превышение дохода, получаемого за счет повышения качества и питательной ценности кормов, над величиной увеличения себестоимости их производства.

Для создания комплексной системы внутрихозяйственного производства комбикормов на основе открытой адаптивной архитектуры в СКНИИ-МЭСХ ведут разработку автономных технологических модулей, в ходе которой для использования в качестве базы производства разработан основной технологический модуль производительностью 1 т/ч, обеспечивающий выполнение операций измельчения, дозирования и смешивания компонентов [8], и включающий также блок приготовления предварительной смеси белково-минеральных компонентов (рис. 2).



1 – пневмукав для загрузки зерна; 2 – дробилка молотковая с центробежным вентилятором; 3 – затариватель АЗК-2; 4 – система ввода жидких компонентов; 5 – смеситель вертикальный УСК-1,5; 6 – емкости для хранения сырья; 7 – смеситель вертикальный СВ-40; 8 – молотковая дробилка МД-0,5

Рисунок 2 – Основной технологический модуль для производства комбикормов производительностью 1 т/ч (общий вид)

При совершенствовании структуры внутрихозяйственного производства комбикормов в дополнение к основному модулю, в первую очередь, необходимо включить в его состав модуль экструдирования, в котором выполняются технологические операции, позволяющие повысить усвояемость зерна, а также эффективно вводить в состав корма различные незерновые компоненты. В частности, разработан автономный технологический модуль экс-

трудирования, позволяющий вводить в состав комбикорма зеленую растительную массу [9].

Планируемое создание технологических модулей экспандирования и гранулирования позволит обеспечить эффективную обработку получаемого комбикорма на завершающем этапе производства.

Выводы. Реализация результатов исследований позволяет создать комплексную адаптивную систему внутрихозяйственного производства комбикормов на основе унифицированных автономных технологических модулей, обеспечивающую производство полнорационных кормов. Структура таких модульных предприятий адекватна наличию местных видов сырья, качеству и требованиям, предъявляемым к их обработке, создавая возможность поэтапного совершенствования путем присоединения дополнительных модулей с переходом к более сложным схемам организации технологического процесса, позволяющим производить качественный полнорационный комбикорм в условиях сельхозпредприятия.

Литература

1. Сыроватка В.И. Машинные технологии приготовления комбикормов в хозяйствах. М.: ГНУ ВНИИМЖ, 2010. 248 с.
2. Мобильные комбикормовые заводы для развития малых и средних фермерских хозяйств / В.А. Афанасьев, А.Н. Остриков, В.Н. Василенко, Л.Н. Фролова // Кормопроизводство. 2014. № 6. С. 39-42.
3. Пахомов В.И. Организационно-технологические основы создания блочно-модульных внутрихозяйственных комбикормовых предприятий. Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 2001. 259 с.
4. Винограй Э.Г. Учёт системных закономерностей в инженерном мышлении и проектировании // Социогуманитарный вестник. 2014. № 1 (13). С. 142-154.
5. Винограй Э.Г. Методологический аппарат системного исследования // Социогуманитарный вестник. 2013. № 1 (10). С. 144-159.
6. Егоров Б.В., Макарянская А.В. К вопросу об оптимизации структуры комбикормовых технологических систем // Зерновые продукты и комбикорма. 2009. № 3. С. 40-44.
7. Егоров Б.В., Чайка И.К., Браженко В.Е. Анализ компоновки оборудования и стабильности работы комбикормовых предприятий // Зерновые продукты и комбикорма. 2012. № 4. С. 42-45.
8. Эффективное внутрихозяйственное производство комбикормов на основе автономных технологических модулей / В.И. Пахомов, С.В. Брагинец, О.Н. Бахчевников, А.И. Рухляда // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2015. № 87. С. 26-35.
9. Braginetz S.V., Bakhchevnikov O. N. Organizational Features of Process Flow of Combined Feed Production with Disinfection of Raw Materials // Russian Agricultural Sciences, 2015, Vol. 41, No. 6, pp. 494-497. DOI: 10.3103/S106836741506004X.
10. Брагинец С.В., Алфёров А.С., Бахчевников О.Н. Эффективный спо-

УДК 631.22.018.001.57 + 636.2

Доктор технических наук,
заведующий лабораторией Текучев И.К.,
кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник Текучева М.С.,
аспирант Черновол Ю.Н.
ФГБНУ «Всероссийский
научно-исследовательский
институт механизации животноводства»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУТОЧНОГО ВЫХОДА ЭКСКРЕМЕНТОВ ОТ КОРОВ

Введение. Масса и продуктивность животных – два основных фактора, определяющих состав кормовых рационов по сухому веществу, питательным веществам и воде, а от этого, в свою очередь, зависит выход экскрементов, от которого в значительной степени зависят технологические параметры систем утилизации навоза. Потребность в сухом веществе для животных разной массы и продуктивности определена по рекомендациям "Норм и рационов кормления сельскохозяйственных животных" [1].

Согласно [1] увеличение массы молочных коров с 400 до 700 кг и средней продуктивности с 12-ти до 32-х кг в сутки приводит к росту потребления сухого вещества кормов в 2 раза (с 12 до 25 кг). Увеличение потребления кормов сопровождается ещё большим ростом потребности в воде и, следовательно, приводит к росту выхода экскрементов. Однако этот фактор в нормативных документах не учитывается. "Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета" [2] рекомендуют проектировать строительную часть систем утилизации навоза, включая оценку их эффективности, по усреднённым данным, без учёта массы и продуктивности животных, что приводит к значительным ошибкам в расчётах.

Методология проведения работ. Выход экскрементов (смесь кала и мочи), их состав зависят от вида, возраста, продуктивности и массы животных, рациона кормления. Выход экскрементов определяют несколькими способами [3].

1. По массе животных. Суточный выход экскрементов крупного рогатого скота принимают в размере от 8 до 10% живой массы скота. Тогда годовой выход навоза от одной коровы массой 475 кг будет: