

УДК 631.363

Оборудование для приготовления полнорационных комбикормов в условиях хозяйств

В. И. Пахомов, А. В. Смоленский, А. С. Алфёров

(Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук)

Обоснованы организационно-технологические принципы создания эффективного внутрихозяйственного кормопроизводства на основе блочно-модульного принципа построения отдельных технологических линий и использования этих линий как самостоятельно, так и в составе целых комплексов комбикормовых предприятий. Описан разработанный комплекс машин и оборудования, его технические характеристики и режимы работы этого оборудования при переработке кормовых ингредиентов и приготовлении полнорационных комбикормов. Приведены результаты исследований опытных образцов технологического модуля подготовки и ввода в состав комбикормов жидких обогащающих и лекарственных (витаминных) эмульсий, технологической линии ввода ферментных и других биологически активных добавок (сухих). Разработана принципиальная схема автоматизированного комбикормового цеха на основе блочно-модульного принципа отдельных технологических линий и экономическая эффективность её применения в условиях хозяйств.

Ключевые слова: комбикорма, смесители, дробилки, блочно-модульная система.

Введение. Обеспечение продовольственной безопасности нашей страны во многом зависит от стабилизации и развития животноводства, так как доля импортируемого мяса в России составляет 41 %, молока — 27 %. Основным условием подъёма животноводства и птицеводства является совершенствование системы кормления на основе высокоточного балансирования кормовых смесей, с учётом потребности каждого вида и половозрастных групп животных и птиц.

Увеличение объёмов производства молока, мяса и яиц будет происходить преимущественно за счёт интенсификации, а значит, должна повыситься роль кормления, сбалансированного по всем элементам. При этом кормовые ингредиенты рациона должны быть высокого качества, беззараженные от вредных микроорганизмов и токсинов.

Только при сбалансированном кормлении животные и птица максимально проявляют свой генетический потенциал продуктивности. При этом резко снижаются затраты кормов на 1 кг прироста массы. Так, при откорме свиней, затраты кормов снижаются с 7,0—8,0 до 3,4—4,0 кормовых единиц (к. ед.).

В целом по хозяйствам России затраты кормов на 1 ц молока превышают нормативные в 1,4 раза и составляют 1,33 ц к. ед., а на привесы 1 ц говядины — превышают в 2,3 раза и составляют 14,5 ц к. ед., затраты на 10 шт. яиц составляют 2,1—2,2 к. ед., тогда как при скормливании высококачественных, точно сбалансированных комбикормов эти затраты не превышают 1,2—1,3 к. ед. Наиболее полно удовлетворяют потребностям животных и птицы в необходимых питательных веществах, аминокислотах, витаминах, микроэлементах, жирах и переваримом белке полностью сбалансированные комбикорма, в которые кроме вышеперечисленных веществ входят мультиэнзимные композиции, ароматизаторы, подкислители, ввод которых позволяет увеличить привесы животных, смягчить стресс при отъёме, улучшить сохранность и снизить расход кормов.

Основные принципы создания блочно-модульного внутрихозяйственного кормопроизводства. Одним из альтернативных путей решения проблемы получения полнорационных, высокопитательных и относительно дешёвых комбикормов, наряду с совершенствованием и реорганизацией промышленной комбикормовой отрасли, явилось развитие внутрихозяйственного сектора производства комбикормов.

Эффективность производства комбикормов в условиях хозяйств определяется множеством различных факторов. В Северо-Кавказском НИИМЭСХ Россельхозакадемии были определены и сформулированы основные организационно-технологические принципы создания наиболее эффективного внутрихозяйственного кормопроизводства, к которым, в частности, относятся:

- использование в хозяйствах в максимальной степени собственной сырьевой базы, существующей технологической оснащённости, капитальных строений;
- блочно-модульное формирование структуры комбикормовых предприятий, обеспечивающее возможность её адаптивной трансформации к индивидуальным особенностям сельхозпроизводителя;
- применение энергосберегающих технологий и оборудования, обеспечивающих снижение затрат и производство высокопитательных комбикормов;
- обеспечение тесной интеграционной связи между производством комбикормов и животноводством, предполагающей адекватность технологии производства потребностям животноводства, как в объёмах, так и в качественных показателях.

Блочно-модульный принцип построения отдельных технологических линий обеспечивает их использование как самостоятельно, так и в составе комплекса, что помогает строить комбикормовое предприятие поэтапно. Кроме того, можно использовать при этом многоуровневое автоматизированное управление технологическим процессом производства комбикормов — от уровня технологических линий до комплекса в целом, гарантируя соблюдение требуемого режима, а, следовательно, и качество комбикорма.

Для реализации на практике разработанной блочно-модульной схемы внутрихозяйственного комбикормового предприятия нового поколения был проведён широкий ряд исследований по разработке принципиально новых энергосберегающих процессов подготовки различных компонентов комбикормов и оптимизации конструктивно-технологических параметров оборудования. На их основе создан базовый комплект оборудования, включивший в себя автоматизированный комбикормовый агрегат для измельчения, электронного дозирования и смешивания компонентов АКА-3.322 (рис. 1) с мощностью электродвигателей, равной 45,1 кВт.

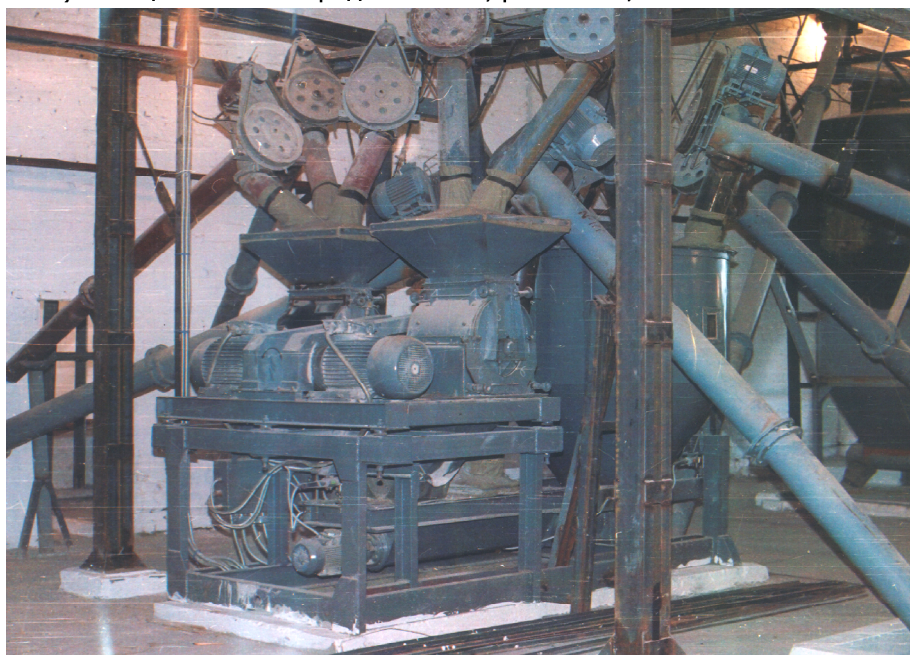


Рис. 1. Автоматизированный агрегат АКА-3.322 в линии подготовки зерновых компонентов

Агрегат легко монтируется и не требует больших помещений, применение тензометрической системы весового дозирования позволяет уменьшить погрешность дозы до 1,5 %, при этом однородность смешивания составляет не менее 93 %.

Для приёма и подачи кормовых компонентов разработаны и выпускаются промышленностью бункеры-питатели: БД-2, БД-1, БД-1,5.

Для измельчения компонентов комбикормов разработаны дробилки кормов, которые могут применяться как в составе технологических линий кормоцеха, так и самостоятельно. Это молотковые дробилки АДК-1Э (ДМ-5), ДМ-8, вертикальные дробилки ВД-1 и ВД-3 [1, 2], техническая характеристика которых представлена в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики дробилок

Параметры	ДМ-5	ДМ-10	Р1-БДК-5М	ВД-1	ВД-3
Производительность, т/ч	4—6	8—10	4—5	0,8—1,0	3,0
Мощность электродвигателя, кВт	18,5	30,0	38,75	5,5	11
Количество молотков, шт.	64	96	—	8—24	8—24
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	3200	2950	—	4700	3200
Диаметр отверстий решета, мм	3,2; 4,2; 6,3; 8,0	3,2; 4,2; 6,3; 8,0	3,0; 5,0; 7,0	2,0; 3,0; 4,0	2,0; 3,0; 4,0
Габаритные размеры, мм	1314x1070x1650	1840x1040x1260	—	880x470x330	1100x1750x600
Масса, кг	670	860	1000	136	280

Эти дробилки имеют меньшую энергоёмкость процесса измельчения за счёт выбора более рациональных кинематических и конструктивных параметров.

Для шелушения ячменя была разработана шелушилка ШЗ-01.

Для смешивания компонентов комбикорма авторами совместно с ООО «Агротехнопарк» разработаны и выпускаются смесители кормов: вертикальные УСК-3, УСК-6; горизонтальные СК-15Н, СК-15П, СК-3, технические характеристики которых приведены в таблице 2.

Таблица 2

Технические характеристики смесителей

Параметры	СК-15Н	СК-3	УСК-3	УСК-6	Р1-БСК
Производительность при: периодическом, непрерывном режиме смешивания, т/ч	2,0 10,0	6,0 —	4,0 —	6,0 —	до 6,0 —
Однородность смешивания при: периодическом, непрерывном режиме, %	95,0 90,0	95,0 —	93,0 —	90,0 —	до 95,0 —
Продолжительность смешивания при периодическом смешивании, мин	4,0	6,0	3,0	4,0	3—7
Ёмкость, м ³	0,6	3,0	2,0	6,0	2,2
Установленная мощность электродвигателя, кВт	5,5	7,5	8,1	14,0	7,5
Габаритные размеры, мм	2200x800x1600	2500x1850x2050	2850x2450x2480	3770x3150x3350	2530x1300x2800
Масса, кг	500	800	1200	2200	480

Для балансирования комбикормов обогащающими и лекарственными микродобавками (премиксами) в условиях внутрихозяйственного комбикормового цеха авторами совместно с ООО «Канио» была разработана установка АП-100 (рис. 2), включающая приёмный бункер для наполнителя, смеситель предварительного смешивания микроингредиентов и наполнителя, смеситель-нормализатор для окончательного смешивания, шнеки и механизм привода, электрозадвижки и шкаф управления АСУ ТП с микропроцессором.



Рис. 2. Общий вид агрегата АГ-100

Технические характеристики агрегатов АКА-3.322 и АП-100 представлены в таблице 3. Такие агрегаты успешно эксплуатируются в ЗАО «Русь» Белгородской области, в ЗАО «Родина» Новокубанского района Краснодарского края и других хозяйствах. Как показала практика, затраты на создание линии (агрегата) приготовления премиксов окупаются в первые полгода эксплуатации.

Таблица 3

Технические характеристики агрегатов

Параметры	АКА-3.322	АП-100
Производительность, т/ч	3—5	до 0,2
Установленная мощность, кВт	45,1	10,7
Потребляемая мощность, кВт	не более 25,0	7,0
Однородность смешивания, %	93,0	97,0
Погрешность дозирования, %	±1,0	±0,3
Ёмкость бункера (смесителя-дозатора), м ³	2,0	—
Ёмкость смесителя предварительного смешивания, м ³	—	0,03
Ёмкость смесителя основного смешивания, м ³	—	0,10
Ёмкость приёмного бункера, м ³	—	1,0
Габаритные размеры, мм	3520x1820x2226	3995x2173x2970
Масса, кг	2300	400

Для управления технологическим процессом приготовления комбикормов авторами совместно с ООО «Канио» разработана и успешно применяется автоматизированная система управления на базе отечественной микропроцессорной техники, полностью адаптированной к условиям сельской местности и её современной технологической базе, позволяющая работать с 12 компонентами комбикормов и любым вспомогательным технологическим оборудованием.

Вышеперечисленное оборудование позволяет комплектовать комбикормовые предприятия производительностью от 2 до 12 т/ч.

Особое внимание в последнее время авторами уделяется созданию технологических модулей: приготовления и ввода ферментных и других биологически активных добавок в сухом виде, повышающих усвояемость кормовых компонентов и кормовую ценность кормовых смесей; приготовления и ввода жидких обогащающих и лекарственных (витаминных) эмульсий; высокоинтенсивной тепловой обработки ингредиентов комбикорма с использованием конвективного нагрева и СВЧ-нагрева.

Экспериментальными исследованиями рабочего процесса опытных образцов установлено, что базовое оборудование:

- технологической линии ввода ферментных и других биологически активных добавок (сухих) в состав комбикормовых смесей на базе агрегата для приготовления обогащающих и лекарственных добавок АП-100 надёжно выполняет технологический процесс и удовлетворяет агрозоотехническим требованиям к подготовке компонентов и качеству приготовленных обогащающих смесей. Так, однородность смеси по технологической линии в целом составляет 96,3 %, точность дозирования — $\pm 0,18$ %, производительность за час основного времени — 215 кг/ч при удельных затратах энергии 27,7 кВт·ч/т. Коэффициент надёжности выполнения технологического процесса — 0,99;

- технологического модуля подготовки и ввода в состав комбикормов жидких обогащающих и лекарственных (витаминных) эмульсий (рис. 3) достигает требуемой однородности смешивания (не ниже 95 %) комбикорма с потоком жидкого компонента (растительное масло или масловодная эмульсия при температуре 50—55 °С) при частоте вращения валов смесителя с вильчатыми лопатками равной 250—300 мин⁻¹ и длительности смешивания 4—5 мин (в режиме циклического действия). Доза внесения масла при этом 2—3 % (по массе). Удельная энергоёмкость процесса при рациональных параметрах и режимах работы смесителя составила 0,27—0,31 кВт·ч/т. Производительность смесителя 3,1 т/ч [3].



Рис. 3. Технологический модуль ввода жидких обогащающих добавок и лекарственных (витаминных) эмульсий

При работе технологического модуля в непрерывном цикле, когда компоненты комбикорма подаются в смеситель в виде «слоёного пирога», требуемая однородность смешивания комбикорма и растительного масла (водомасляной эмульсии) достигнута при размещении форсунок по длине смесителя с шагом 500 мм; угол установки вильчатых лопастей смешивающих валов соста-

вил 45° ; частота вращения валов — 310 мин^{-1} ; температура жидких добавок — 55°C ; форсунки — центробежные; диаметр отверстий форсунок — $1,5 \text{ мм}$; рабочее давление масла в системе — $0,3 \text{ МПа}$. Производительность технологического модуля при этих параметрах составила $12,6\text{--}15,1 \text{ т/ч}$, в зависимости от рецепта приготавливаемого комбикорма, при удельных затратах энергии $0,32\text{--}0,35 \text{ кВт}\cdot\text{ч/т}$.

В соответствии с принятой технологией подготовки кормовых компонентов и приготовления полнорационных комбикормов в условиях сельскохозяйственного производства были разработаны базовые варианты технических предложений на создание хозяйственных комбикормовых цехов производительностью $16\text{--}24$, $45\text{--}50$, $60\text{--}80$, $120\text{--}160 \text{ т/смену}$.

Так, базовый вариант размещения оборудования комбикормового цеха производительностью $45\text{--}40 \text{ т/смену}$, представленный на рис. 4, предполагает следующую комплектацию: отделение приёма и очистки зернофуража в составе бункера ВС-06, сепаратора зернофуража СФ-50, подающего и распределительного шнеков; размольно-смесительное отделение, включающее бункер зерновых компонентов, комбикормовые агрегаты АКА-3.322, загружающие шнеки; отделение приготовления белково-минерально-витаминных добавок в составе бункеров добавок БД-1,5, дробилки молотковой ДМ-5, смесителя УСК-3, системы шнековых транспортёров для подачи компонентов БМВД и выдачи готовой смеси; отделение приготовления жидких добавок в составе оперативной ёмкости, форсунок, насоса; отделение хранения и выдачи готового комбикорма, включающее бункера готовой продукции со шнеками выдачи; отделение приготовления обогащающих и лекарственных добавок на базе агрегата АП-100.

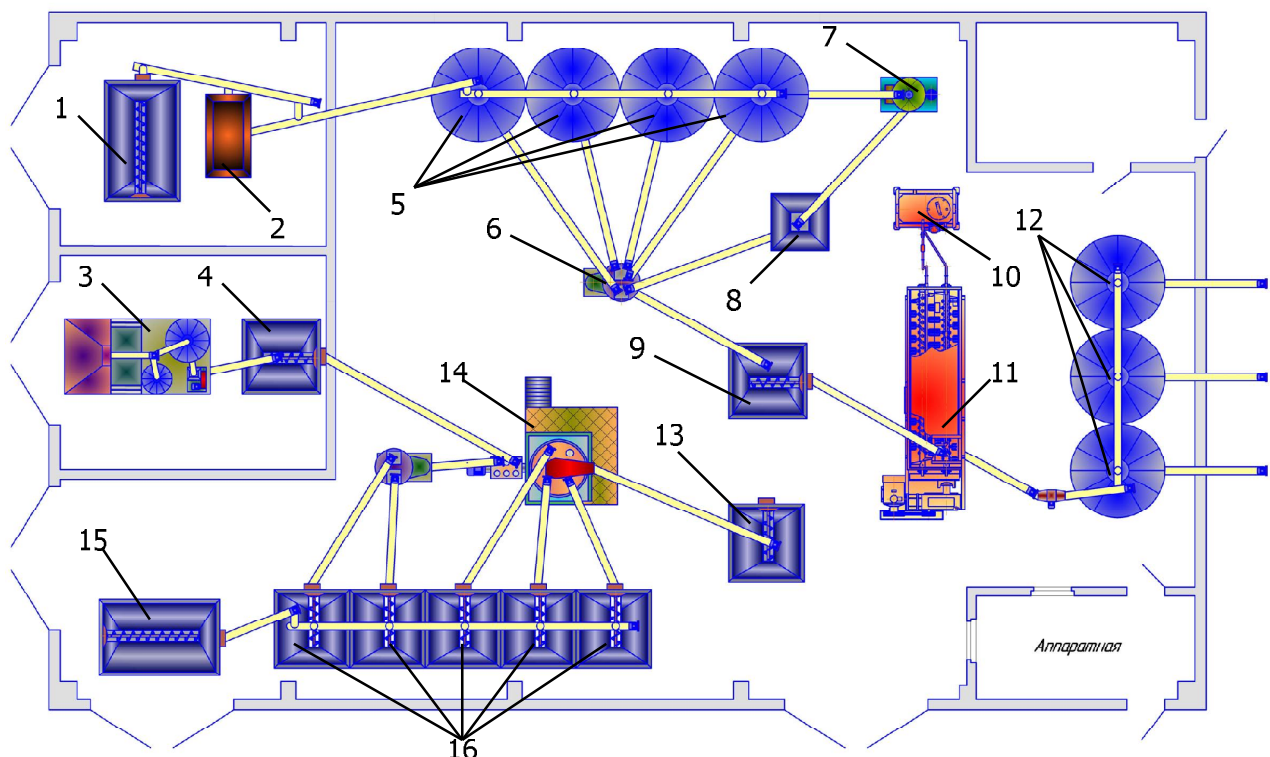


Рис. 4. Схема комбикормового цеха производительностью $45\text{--}50 \text{ т/смену}$:

1, 15 — бункер добавок БД-15-1; 2 — сепаратор зернофуража СЗ-50; 3 — агрегат приготовления премиксов и лекарственных смесей АП-100; 4 — бункер добавок БД-5; 5, 8, 12, 13, 16 — бункер загрузочный для зерновых компонентов; 6 — дробилка молотковая; 7 — шелушитель зерна ШЗ-01М; 9 — бункер промежуточный на весах; 10 — модуль подготовки и ввода в состав комбикормов жидких обогащающих и лекарственных (витаминных) эмульсий; 11 — горизонтальный смеситель кормов СК-15; 14 — вертикальный смеситель ВС-02

Управление технологическим процессом приготовления комбикорма осуществляется с помощью автоматизированной системы управления на базе микропроцессорной техники.

Заключение. СКНИИМЭСХ совместно с партнёрами (ООО «Агротехнопарк», ЗАО «Грант», ООО «Канию» и другими предприятиями) построено более 90 и реконструировано более 200 комбикормовых предприятий нового поколения в 19 регионах Российской Федерации.

Применение внутрихозяйственных комбикормовых предприятий позволило повысить продуктивность животных и птицы на 15—18 %, снизить энергоёмкость процесса приготовления полнорационных комбикормов в 1,4—1,6 раза. Фактический годовой эффект одного предприятия составил в среднем около 4 млн рублей, срок окупаемости капитальных вложений — 1,5—2 года.

Библиографический список

1. Ястребов, А. В. Система производства комбикормового оборудования и монтажа кормоцехов / А. В. Ястребов, В. А. Ястребов, В. И. Пахомов // Техника в сельском хозяйстве. — 2007. — № 1. — С. 19—22.

2. Молотковая дробилка с вертикальным валом ротора: патент на полезную модель Рос. Федерация: F26 B3 / 14 / Н. И. Бахчевников, Е. С. Кочегура, В. А. Михайлов, А. В. Смоленский. — № 2011126793 / 13; заявл. 29.06.11; опубл. 27.11.11, Бюл. № 33. — 3 с.

3. Смоленский, А. В. Установка для смешивания водно-масляных эмульсий с сухими компонентами комбикорма / А. В. Смоленский, А. С. Алфёров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 2011. — № 8. — С. 19—20.

Материал поступил в редакцию 11.07.2012.

References

1. Yastrebov, A.V., Yastrebov, V.A., Pakhomov, V.I. *Sistema proizvodstva kombikormovogo oborudovaniya i montazha kormotsekhov*. [Production system of feed equipment and feed rooms assembly.] *Tekhnika v selskom khozyaystve*, 2007, no. 1, pp. 19–22 (in Russian).

2. Bakhchevnikov, N.I., Kochegura, E.S., Mikhailov, V.A., Smolenskiy, A.V. *Molotkovaya drobilka s vertikalnym valom rotora: patent na poleznuyu model Ros. Federatsiya: F26 B3 / 14* [Hammer grinder with vertical-shaft rotor: utility model patent RF: F26 B3 / 14], no. 2011126793/13, 2011 (in Russian).

3. Smolenskiy, A.V., Alferov, A.S. *Ustanovka dlya smeshvaniya vodno-maslyanykh emulsiy s sukhimi komponentami kombikorma*. [Unit for water-oil emulsions and dry feed ingredients mixing.] *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya selskogo khozyaystva*, 2011, no. 8, pp. 19–20 (in Russian).

COMPLETE FEED EQUIPMENT UNDER INTRAFARM CONDITIONS

V. I. Pakhomov, A. V. Smolenskiy, A. S. Alferov

(North Caucasian Research Institute of Agricultural Engineering and Electrification of Agriculture, Russian Academy of Agricultural Sciences)

Organization and engineering concepts of establishing the productive intrafarm feed manufacture based on the building block system of separate processing lines and their use, both independently and as part of the whole feed-milling complexes, are proved. The developed system of machinery and equipment, its technical features, and operating modes of this equipment under the feed ingredients processing and complete feed making are described. The research on the process module prototypes of preparing and applying liquid fortifying and medicinal (vitamin) emulsions into the complete feed, the processing line of applying enzymatic and other nutritional (dry) supplements is resulted. The automated feed workshop basic diagram based on the modular principle of separate processing lines, and economic effectiveness of its application are developed.

Keywords: mixed feed, mixers, grinders, building block system.