

# ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМОВ



**В. АФАНАСЬЕВ**, д-р тех. наук, генеральный директор,  
**И. БОГОМОЛОВ, Е. ОРЛОВ**, кандидаты тех. наук, ОАО «ВНИИКП»

Состояние комбикормового производства в нашей стране по-прежнему не в полной мере удовлетворяет потребности животноводства и птицеводства в высококачественных комбикормах. Возможно, предлагаемые в статье отечественные технические решения в производстве комбикормов будут востребованы, а также помогут избежать многих проблем и снизить зависимость от внешних поставок.

ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности» имеет более чем полувековой опыт работы в комбикормовом производстве. Многолетнее проведение научно-исследовательских работ, изучение и обобщение отечественного и зарубежного опыта производства комбикормов и проектов действующих современных комбикормовых предприятий позволили собрать значительный аналитический материал по конструкторским особенностям оборудования и построению различных технологических схем, которые применяются нами в проектах.

## ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ

Нашим институтом разработаны и предлагаются две оптимальные схемы построения технологического процесса. В соответствии с первой схемой каждый вид зернового или гранулированного сырья, а также шрот и жмых измельчаются отдельно. По второй схеме эти компоненты сначала дозируются, а затем измельчаются в смеси. Преимущество этой схемы над другими: необходимо меньшее число дробилок, следовательно, ниже удельная энергоёмкость (на 15–20%); обеспечивается оперативный переход с рецепта на рецепт; эффективнее перерабатываются трудно измельчаемые

компоненты (ячмень, овес); повышается коэффициент использования дробилок и всего технологического оборудования.

Измельчаются зерновое и гранулированное сырьё, шроты или их смеси в основном в молотковых дробилках с горизонтальным расположением ротора. В последнее время в нашей стране и за рубежом с этой целью начали применять вальцевые станки, что позволяет получить более выровненный гранулометрический состав и на 75–80% снизить удельный расход электроэнергии.

На многих комбикормовых заводах и в цехах в основном одноступенчатое измельчение, двухступенчатое — реже. Но, как показывает практика, первое не всегда обеспечивает требуемую крупность рассыпного комбикорма. Использование пневмосистемы в молотковых дробилках на базе локальных фильтров уменьшает переизмельчение путем удаления воздухом измельченного продукта из зоны дробления. А подобрав определенный размер отверстий сит дробилки, можно получить требуемую крупность и снижение расхода электроэнергии.

Другой перспективный способ добиться необходимой крупности измельчения — использование на дробилке двухскоростного двигателя.

Обеспечивая два варианта окружной скорости молотков — 50 и 100 м/с, он тем самым влияет на степень размола. К недостаткам двухскоростного двигателя относятся большая стоимость и отсутствие регулирования числа оборотов в широком диапазоне. Для расширения возможности изменения крупности измельчения ВНИИКП провел на зерне пшеницы производственные испытания серийно выпускаемой им дробилки УЗ-ДБМ-5 производительностью 5 т/ч (рис. 1). Технические параметры дробилки: частота вращения ротора  $n = 3000$  об/мин, окружная скорость молотков  $V_0 = 77$  м/с, мощ-



Рис. 1. Дробилка молотковая  
УЗ-ДБМ-5

### Результаты испытаний различных режимов измельчения на дробилке УЗ-ДБМ-5

Частота вращения и окружная скорость ротора	Диаметр отверстий сита дробилки, мм					
	4,0			5,5		
	Производительность, т/ч	Средний размер частиц, мм	Содержание целых зерен, %	Производительность, т/ч	Средний размер частиц, мм	Содержание целых зерен, %
$n = 1500$ об/мин $V_0 = 38$ м/с	4,52	2,06	10,2	6,56	2,70	20,1
$n = 2000$ об/мин $V_0 = 51$ м/с	4,81	1,71	4,1	6,72	2,38	8,2
$n = 2500$ об/мин $V_0 = 64$ м/с	5,23	1,54	3,0	6,81	2,11	4,5
$n = 3000$ об/мин $V_0 = 77$ м/с	5,51	1,31	2,0	6,79	1,81	3,2

ность электродвигателя  $N = 45$  кВт. С помощью преобразователя частоты меняли частоту вращения ротора дробилки от 3000 до 1500 об/мин, на ситах с отверстиями диаметром 4,0 и 5,5 мм определяли производительность, средний размер частиц, наличие целых зерен. Результаты испытаний приведены в таблице. При измельчении пшеницы на сите с отверстиями диаметром 4,0 мм средний размер частиц при изменении частоты вращения ротора от 1500 до 3000 об/мин уменьшается с 2,06 до 1,31 мм и, соответственно, снижается содержание целых зерен с 10,2 до 2,0%, при этом производительность дробилки увеличивается на 20%. Аналогичная зависимость наблюдается и при диаметре 5,5 мм, но производительность дробилки при этом практически не меняется.

Таким образом, в производственных условиях возможно получить необходимый размер измельчаемых частиц путем подбора частоты вращения ротора двигателя и определенного размера сит. Этот вариант наиболее простой в техническом исполнении и относительно дешевый.

Анализ показывает, что для обеспечения выровненности гранулометрического состава и необходимой крупности может быть использован любой из перечисленных вариантов, имеющих свои преимущества и недостатки.

### ДОЗИРОВАНИЕ

На линиях дозирования используются тензометрические весы (класс точности 0,1) и системы микродозирования микрокомпонентов. Следует отметить особый наш подход к решению проблемы ввода в комбикорма компонентов в количестве менее 1% (аминокислоты, ферменты, стабилизаторов, витаминов, лекарственных препаратов и др.). Для этого мы создали модуль микродозирования, позволяющий вводить дозу 100 г на тонну комбикорма с погрешностью 1% (рис. 2).

Данный модуль работает в автоматическом режиме и полностью исключает человеческий фактор, присутствующий при работе в ручном режиме.



Рис. 2. Модуль микродозирования

### СМЕШИВАНИЕ

Смешивать все компоненты предпочтительнее в двухвальных лопастных смесителях, обеспечивающих однородность смешивания не менее 98% в течение 1 мин.

### ТЕРМООБРАБОТКА

Для повышения питательной ценности комбикормов и зернового сырья, их обеззараживания широко применяются методы термической обработки. Этого требуют и «Правила определения зоосанитарного статуса свиноводческих хозяйств...»: «в корм животным в хозяйствах используются исключительно корма и кормовые добавки, подвергнутые стерилизующей обработке, термообработке (гранулированию)».

ОАО «ВНИИКП» при поддержке Постоянного комитета Союзного государства и Минсельхоза России разработало и выпускает оборудование для следующих методов обработки:

- термомеханические — гранулирование, экструдирование, экспандирование;
- гидротермические — холодное или горячее кондиционирование, пропаривание с плющением;
- термические — сухой нагрев воздухом (конвективный), поджаривание (кондуктивный), конвективно-кондуктивный, микронизация (обработка) ИК-лучами с дальнейшим плющением.

Наиболее часто применяемыми на практике являются гранулирование, экструдирование, экспандирование. Гранулированный комбикорм вырабатывается в на матрицах с отверстиями диаметром 2,0; 3,2 и 5,0 мм. Процесс гранулирования энергозатратный — 10–12 кВт на 1 т продукции и требует наличия пара — 6–8 атм. По сравнению с этим видом обработки экструдирование более энергозатратное — 100 кВт на 1 т и используется в основном при выработке комбикорма для молодняка.

Другим, не менее эффективным, но менее энергоемким вариантом термомеханической обработки продуктов, в том числе и в комбикормовом производстве, является экспандирование. Принцип действия экспандера и отчасти его конструкция аналогичны экструдеру. Отличие состоит в том, что выпрессовывание продукта происходит не через матрицу с фильерами, а через кольцевой зазор, величина которого регулируется гидравлической системой. Корпус экспандера обогревается, обеспечивая дополнительный прогрев продукта. Благодаря перечисленным отличиям удельный расход электроэнергии составляет 25–60 кВт·ч/т.

В последнее время на комбикормовых заводах используются кондиционеры длительной выдержки — до 240 с, которые предназначены для уничтожения болезнетворных бактерий и микроорганизмов, а также для бережного нагрева, позволяющего сохранить активность витаминов и ферментов. Кондиционеры применяются для обработки как рассыпных, так и гранулированных комбикормов.

### ВАРИАНТЫ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ

При строительстве и реконструкции комбикормовых заводов (цехов) возможны различные варианты объемно-планировочных решений. Для размещения в невысоком одноэтажном здании предлагается плоскостная схема расположения линий. Такой вариант приемлем для заводов (цехов) производительностью до 10 т/ч и реализован нами, в частности, в ОАО «Комбинат мясной Калачеевский» и ООО «Инвестагропромкомплекс» в Воронежской области.

Если нет ограничений по высоте помещения, то, как правило, применяется вертикальный вариант блочно-модульного или этажного исполнения. Конструкция блочно-модульных



Рис. 3. Сборка модулей на строительной площадке

комбикормовых заводов основана на компоновке бункеров, площадок, стоек, лестниц, технологического и транспортного оборудования, образующих модули (рис. 3).

Блочные модули изготавливаются и собираются в цехе ВНИИКП, затем доставляются автомобильным или железнодорожным транспортом на строительную площадку. Срок строительства такого завода (от проекта до запуска в эксплуатацию) не более 9 мес. Данный вариант особенно приемлем для «глубинки», где остро ощущается дефицит квалифицированных



Рис. 4. Комбикормовый завод производительностью 10 т/ч в блочно-модульном исполнении



Рис. 5. Двухвальный смеситель периодического действия УЗ-ДСП

монтажников. Блочно-модульные комбикормовые заводы производительностью от 5 до 15 т/ч (рис. 4) построены в ЗАО «Птицефабрика Иртышская» и КХП «Люфт» (Омская область), ПАО «Молвест» и ОАО «Верхнехавский элеватор» (Воронежская область), ОАО «Надежда» (Курская область), ЗАО «Раненбургское» (Липецкая область) и др. Эти заводы оснащены оборудованием ВНИИКП.

Разработанные нами заводы, начиная с приема сырья и до отпуски готовой продукции, полностью автоматизированы. Автоматизированная система управления заводом построена на базе операторской ЭВМ. Режимы работы производством задаются при помощи компьютера, на котором установлен программный комплекс АСУТП. На экране дисплея показана технологическая схема, на которой в динамическом режиме в форме мультипликации отражаются изменения в работе оборудования. Во время работы система получает сигналы, приходящие с контроллера или с другого работающего оборудования, анализирует их и делает заключение о правильности его работы. В случае неисправности оборудования выдается сигнал тревоги (авария), и программа выключает аварийный участок. Информация о причинах отказов или сбоев в работе оборудования выводится на экран.

Функционирование системы управления начинается с решения задачи

расчета рецептов. Программный комплекс по расчету оптимальных рецептов комбикормов и кормовых концентратов разработан на основе последней редакции «Методических рекомендаций по обеспечению расчетов рецептов комбикормовой продукции с целью увеличения потребности в продукции растениеводства, используемой на корм животным». Включенная в него обновленная база данных имеет полное соответствие с действующими нормативными документами и носит открытый характер, что позволяет пользователю самостоятельно корректировать ее, дополнять и изменять. Возможен также расчет рецептов адресных комбикормов. Данные о процентном соотношении компонентов передаются в операторскую ЭВМ в виде рецепта, содержащего необходимую информацию, и поступают непосредственно в контроллеры управления соответствующими линиями дозирования, которые начинают выработку продукции. После чего данные о фактическом расходе каждого компонента, а также о количестве произведенной продукции, передаются из контроллера в программный учетный комплекс. Эффективность такого комплексного подхода очевидна. Это максимальное использование преимуществ компьютерного оборудования, высокая достоверность информации, минимизация человеческого фактора.

На заводах предусмотрена аспирация оборудования с использованием локальных фильтров или батарейных циклонов типа ББЦ.

Все проекты заводов разрабатываются ВНИИКП в соответствии с нормами проектирования, правилами организации и ведения технологических процессов производства комбикормовой продукции, с соблюдением СНиП и новых требований Ростехнадзора по взрывопожарной безопасности.

На основании собственных научных исследований, изучения зарубежного опыта ОАО «ВНИИКП» в начале 90-х организовало серийное производство

основных видов технологического оборудования, которое широко применяется как в комбикормовой отрасли, так и в других отраслях промышленности. Это:

- двухвальные смесители для смешивания компонентов комбикормов и премиксов, а также других продуктов восьми типоразмеров, вместимостью от 100 до 10 000 л, обеспечивающие однородность смешивания не менее 98% (рис. 5);
- одновальные смесители периодического действия вместимостью 3000 и 6000 л, обеспечивающие смешивание не менее 95%;
- магнитные колонки и магнитные сепараторы восьми типоразмеров, производительностью от 6 до 600 т/ч;
- сепараторы для очистки зернового, мучнистого сырья, шротов от крупных не кормовых примесей, производительностью 50 и 175 т/ч;
- просеивающие машины для отделения мелкой фракции от гранул и сортирования измельченных гранул, производительностью 10 и 30 т/ч;
- молотковые дробилки для измельчения зерновых компонентов, зерносмесей, шротов пяти типоразмеров, производительностью от 2 до 20 т/ч;
- весы бункерные тензометрические семи типоразмеров (класс точности 0,1);
- смесители непрерывного действия для смешивания сыпучих компонентов с жидкостями различной вязкости пяти типоразмеров, производительностью от 10 до 100 т/ч;
- винтовые конвейеры, питатели;
- задвижки винтовые и клапаны перекидные электрические;
- циклоны десяти типоразмеров;
- модули микродозирования витаминов и солей микроэлементов;
- установки периодического и непрерывного действия для ввода жидких компонентов в комбикорма.

Все выпускаемое нами оборудование по своему функциональному назначению и надежности при эксплуатации соответствуют мировому уровню. ■