

СОВЕРШЕННЫЙ ЗАВОД — СОВЕРШЕННЫЕ КОМБИКОРМА

А. СПЕСИВЦЕВ, инженер-технолог по хранению и переработке зерна



Несмотря на бурно развивающиеся мировые науку и практику животноводства и кормопроизводства, резервы в области оптимизации рецептур, улучшения качества сырья, совершенствования технологии производства комбикормов, создания, модернизации и компоновки технологического, транспортирующего, аспирационного и другого оборудования еще имеются.

В 1989 г. на одном из семинаров компании «Бюлер» докладчик Р. Вильд представил собственную концепцию развития комбикормового производства; определил его цели и назначение; сформулировал понятие «когерентный комбикорм» (соотношение компонентов в когерентном комбикорме остается неизменным на всем протяжении его перемещения — от смесителя до кормушек животных). Это понятие в определенной степени совпадает с понятием совершенного корма — распределение всех без исключения компонентов в суточных рационах с оптимальным коэффициентом вариации (коэффициент неоднородности выборки).

Влияющий фактор	Коэффициент вариации V_c , %			
	1949 г.	1969 г.	1989 г.	В будущем
Сырье	15	15	10	3
Рецептура	10	10	2	2
Дозирование	10	5	5	3
Смешивание	10	5	5	3
Расслоение	10	10	3	3
Все перечисленные выше факторы	25	22	13	6

Данные одной из таблиц, которые были продемонстрированы Р. Вильдом на семинаре, а сейчас приведены в этой статье, наглядно демонстрируют, что:

с 1949 по 1969 гг. не происходило осязаемого прогресса в области стабилизации качественных показателей сырья, развития науки о кормлении животных (создания оптимальных рецептур комбикормов), производства эффективного транспортирующего оборудования и технологии производства комбикормовой продукции. Автоматизация процессов дозирования и смешивания позволила вдвое улучшить однородность комбикорма.

с 1969 по 1989 гг. качественные показатели сырья для производства комбикормов в определенной степени стабилизировались. В будущем ожидался более значительный прогресс. Следует отметить, что методика оптимизации размеров частиц, приведенная в статье «Новые возможности для производства высокоэффективных кор-

мов» (см. журнал «Комбикорма» № 1-2011 г.), позволяет не только оптимизировать распределение компонентов в готовой продукции, но и подтверждает оптимистичный прогноз Р. Вильда в этой области. Наука о кормлении животных добилась значительных результатов в области оптимизации рецептур комбикормовой продукции, не оставив осязаемого резерва на обозримое будущее. Автоматизация процессов дозирования и смешивания не привела к осязаемому прогрессу в этих процессах. Более того, с огорчением можно констатировать, что эффективность смешивания с 1969 г. по настоящее время не повысилась. В борьбе с расслоением (сегрегацией) готовой продукции достигнуты существенные сдвиги, чему предшествовала огромная работа инженеров и конструкторов по созданию более совершенных транспортных средств и оптимизации технологии производства комбикормовой продукции. Резерва для совершенствования в этой области в обозримом будущем не предвидится.

В первую очередь нам интересны те позиции, на которые мы можем повлиять: сырье, дозирование, смешивание, расслоение. По первой позиции мы уже внесли определенный вклад, предложив методику оптимизации размеров частиц компонентов, вводимых в комбикорм в составе кормовых концентратов, премиксов, других предварительных смесей или вводимых непосредственно в основной смеситель комбикормового завода в количестве от нескольких долей грамма до нескольких сотен килограммов на тонну комбикорма. Кроме того, эта методика позволяет проанализировать гранулометрический состав сырья, что, безусловно, поможет производителям комбикормов лучше ориентироваться при выборе сырья, точнее регулировать процесс измельчения компонентов, а поставщикам — правильно оценивать потребительские свойства своих продуктов.

Рассмотрим более подробно три последние позиции, так как снижение вариаций по каждой из них позволит приблизиться к производству совершенного корма для животных.

Смешивание и корректная оценка смесителей. Большинство производителей оборудования для комбикормовой промышленности в качестве характеристики смесителей предлагают два взаимосвязанных показателя: при уровне ввода компонента в количестве 10 г на тонну готовой продукции (1:100 000) коэффициент вариации его распределения не должен превышать 5%. Но как известно, количество, например, витаминов K_3 , B_1 , B_2 , B_6 в тонне комбикорма не более 10 г, а таких компонентов, как фолиевая кислота, витамин B_{12} , селенит натрия, соли кобальта и йода зачастую и вовсе не превышает 1 г. Следовательно, предлагаемые на рынке смесители для производства комбикормов не могут обеспечить должное распределение около десятка важнейших компонентов, существенно влияющих на продуктивность и конверсию корма в животноводстве. В то же время при выработке, например, 1%-ных премиксов уровень ввода этих препаратов в тонну готовой продукции повышается ровно в 100 раз, поэтому подобные смесители формально, по рассмотренным показателям, вполне подходят для производства премиксов.

Давайте теперь разберемся, достаточно ли нам декларируемых поставщиками характеристик смесителей, чтобы сделать правильный выбор?

При тестировании смесителей на эффективность смешивания используют индикаторный компонент, который вводят в декларируемом количестве — 10 г на 1 т комбикорма. При этом коэффициент вариации его распределения зависит и от размера частиц, а фактически от их числа, и от выборки (M_B), то есть от суточного рациона корма, в котором он распределяется. Условимся, что под размером частиц компонентов мы будем подразумевать диаметр отверстий сита, через которое проходит 50% массы компонента при определении его гранулометрического состава ситовым способом, принятым в комбикормовой промышленности.

Если мы захотим протестировать свой смеситель и определить, может ли он обеспечить распределение в выборке, например, 20 г компонента с декларируемым коэффициентом вариации 5%, то для этого мы должны будем использовать поваренную соль — самый распространенный индикатор (плотность 2,97 г/см³) с размером частиц менее 68,5 мк — 60 или 65 мк, например. В этом случае в 1 т комбикорма будет содержаться более 20 млн частиц поваренной соли. Если размер частиц индикаторного компонента будет более 68,5 мк, то их не хватит, чтобы распределиться с декларируемым коэффициентом вариации в принятой выборке. При вводе компонента в количестве 1 г на 1 т комбикорма и той же выборке (20 г) нам придется воспользоваться поваренной солью с частицами диаметром менее 31,8 мк. Если при вводе 1 г компонента выборку увеличить до 150 г, то частицы должны быть диаметром до 62,2 мк (например 55 или 60 мк). Эти расчеты очень просто выполнить на компьютере с помощью упомянутой выше методики.

Таким образом, при подборе смесителя основные характеристики важно дополнить, по крайней мере, еще одним показателем — величиной выборки. Тогда будет понятно: при вводе всех без исключения компонентов, например, в количестве 10 г и более в тонну комбикорма (1:100 000) производитель гарантирует, что коэффициент вариации их распределения, например, в 20 г (если смеситель намечается использовать для производства кормов для молодняка) не будет превышать 5%. Желательно также знать число проведенных при испытании смесителя измерений содержания индикаторного компонента в единице массы; в каких точках производились измерения; какой индикаторный компонент при этом использовался, его основные характеристики (плотность, размер частиц и др.). При этом надо помнить, что выбранная нами в качестве индикатора поваренная соль оптимальным индикатором вовсе не является. Например, при работе с селенитом натрия надо быть особенно внимательными. Он обладает высокой токсичностью и для распределения в суточных рационах корма для молодняка животных ($M_B = 20$ г с коэффициентом вариации $V_c = 5\%$) его частицы должны быть очень малого размера — менее 31,3 мк при уровне ввода до 1 г на тонну комбикорма. При некомпетентной организации ввода масла в премиксы такие частицы слипаются между собой, что приводит к недостатку их в одной порции корма и к избытку, близкому к летальным дозам, — в другой порции.

И, наконец, основное. Для того чтобы обеспечить распределение компонентов с уровнем ввода около 1 г в тонне комбикорма для молодняка животных и птицы, необходимы смесители с лучшими характеристиками: при массе выборки (M_B) 20 г способные обеспечивать распределение частиц в соотношении 1:1 000 000. И, кроме того, возможно, уже пришло время уточнить коэффициент вариации

распределения компонентов в суточных рационах корма животных? По этому вопросу хотелось бы знать мнение специалистов по кормлению.

Оперативный контроль процесса дозирования менее трудоемок, чем контроль смешивания, поэтому его можно вести постоянно, определяя коэффициент вариации веса интересующих нас дозируемых компонентов в партиях вырабатываемого комбикорма по формуле:

$$V_c = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100\%,$$

где S — стандартное отклонение;

\bar{X} — среднее значение массы дозируемого компонента.

Дисперсию (D) в процессе дозирования можно рассчитать по формуле:

$$D = S^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2,$$

где X_i — текущее значение массы дозируемого компонента, n — число наблюдений.

Тогда стандартное отклонение будет равно

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}},$$

а формула для расчета коэффициента вариации окончательно примет вид:

$$V_c = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / (n-1)}}{\bar{X}} \cdot 100\%.$$

С помощью этой простейшей формулы возможно не только оценить работу дозаторов и смесителей на действующих предприятиях, но и анализировать технические решения при проектировании узлов дозирования. Например, на комбикормовом заводе производственной мощностью 20 т/ч (10 циклов в час) дозирование премиксов можно организовать на современном весовом дозаторе грузоподъемностью 400 кг, который, как правило, имеет следующие характеристики: абсолютную погрешность, которая составляет $\pm 0,4$ кг, минимальную дозируемую массу 10 кг (в соответствии со стандартами, принятыми ведущими кормопроизводящими компаниями в Европе, относительная погрешность к дозируемой массе не должна превышать 4%). То есть на этом дозаторе допустимо дозировать как 10 кг 0,5%-ных, так и 20 кг 1%-ных премиксов. Допустим, что партия состоит из десяти замесов, в пяти из которых значение сдозированной массы 1%-ных премиксов будет иметь максимальное отклонение в большую сторону ($20 + 0,4 = 20,4$ кг), а в оставшихся пяти — в меньшую ($20 - 0,4 = 19,6$ кг). В этом случае коэффициент вариации (V_c) равен 2,1082%. При дозировании на этом же дозаторе 0,5%-ных премиксов коэффициент вариации равен 4,2164%, то есть в 2 раза больше, чем при дозировании 1%-ных премиксов.

В своих рассуждениях мы умышленно поставили премикс в один ряд с другими компонентами. Но это — мультикомпонент, состоящий из множества других компонентов. Их коэффициенты вариации при дозировании, смешивании, упаковке в мешки на премиксном заводе и транспортировании также имели определенные значения. Следовательно, чтобы оптимизировать вариации распределения компонентов, вводимых в комбикорма в составе премиксов, мы должны стремиться минимизировать коэффициент вариации на этапе ввода премиксов в комбикорма. Для этой цели ведущие европейские компании на новых заводах по производству комбикормов и концентратов начали устанавливать специализированный дозатор для премиксов или концентрированных смесей БАВ, в част-

ности дозатор грузоподъемностью 20 кг с абсолютной погрешностью $\pm 0,02$ кг. На этом дозаторе возможно дозирование как 0,5%-ных премиксов с уровнем ввода 10 кг и коэффициентом вариации (V_c), составляющим 0,2108%, так и 1%-ных премиксов с уровнем ввода 20 кг и коэффициентом вариации (V_c), составляющим 0,1054%, а также более концентрированных смесей.

Таким образом, установив специализированный дозатор для премиксов, мы почти в 20 раз снижаем коэффициент вариации при дозировании десятков важнейших биологически активных веществ на этом этапе и в определенной степени вариации корма в кормушках животных.

Теперь о концепции построения технологической схемы и компоновки совершенного комбикормового завода. Принципиальная технологическая схема производства комбикормов с применением порционного дозирования и смешивания, когда компоненты, подлежащие измельчению, сначала дозируют, а потом совместно измельчают, столь проста и практична, что, вероятно, еще несколько десятков лет она не будет принципиально изменяться. В то же время для совершенствования компоновки оборудования имеются значительные ресурсы.

Определенное влияние на **расслоение комбикормов** могут оказывать транспортные коммуникации. В этой статье мы не будем давать сравнительную оценку различных видов транспортного оборудования, скажем лишь, что наименьшие вариации наблюдаются при перемещении готовой продукции самотеком по трубопроводам. При этом минимальные значения они принимают при движении всей массы продукта с малой скоростью, как, например, при разгрузке смесителя, оборудованного бомболюком, в оптимально сконструированный подсмесительный бункер. Следует отметить, что размеры и конструктивные особенности бункеров также влияют на качество готовой продукции, иногда весьма радикально.

Так как путь готовой продукции на любом комбикормовом заводе начинается от смесителя, то компоновку оборудования, когда смеситель устанавливают выше бункера над гранулятором, можно считать оптимальной для производства совершенных комбикормов. (К сожалению, в России в отличие от других стран такая компоновка внедряется медленнее.) Совершенный корм, безусловно, должен быть гранулированным, так как вариации рассыпной продукции могут принимать недопустимые значения. Из практики эксплуатации заводов с несовершенной компоновкой оборудования известны случаи, когда коэффициент вариации индикаторного компонента в смесителе был равен 3%, а в рассыпной продукции, засыпанной в мешок на весовыбойном аппарате, он возрос до 20%.

Если на совершенном заводе планируется производить дорогостоящие высокотехнологичные престоартерные и стартерные комбикорма, то целесообразно охлажденные гранулы или крупку самотеком направлять в бункер над весовыбойным аппаратом. Если же на таком заводе будут производить и более простые корма, отгружаемые навалом в авто- и железнодорожный транспорт, то крупку, полученную после измельчения гранул, желательнее поднимать в бункер над просеивающей машиной, выделить на ней мелкую фракцию, а сход с сита по кратчайшим коммуникациям направить в накопительные бункера, предназначенные для отпуска покупателю.


Дозатор, оптимальную грузоподъемность которого мы определили выше, для премиксов и микрокомпонентов целесообразно установить над смесителем, куда и разгружать их, минуя надсмесительный бункер. Ряд предприятий-производителей комбикормовой продукции нашли другие варианты компоновки этого узла.

Например, когда указанный дозатор с поддозаторным бункером располагаются ниже смесителя, а вверх по специальной направляющей перемещается лишь поддозаторный бункер, который затем фиксируется над смесителем. Этот компромиссный вариант позволяет значительно снизить высоту производственного здания при строительстве новых заводов и проще установить оборудование в существующие конструкции. Но при этом следует помнить: компромиссы с технологией могут отрицательно повлиять на качество продукции.

В статье затронуты лишь основные положения концепции компоновки совершенного комбикормового завода, оставлена за скобками гидротермическая обработка отдельных видов сырья и комбикормов с целью повышения их питательности, придания им реологических и прочих свойств, а также многие другие факторы, действующие индивидуально и в определенной совокупности, без учета которых невозможно произвести высококачественную, конкурентоспособную на современном рынке продукцию.

Надеюсь, что приведенные в статье примеры помогут специалистам отрасли легче находить оптимальные решения назревших вопросов. ■

E-mail: assps775@mail.ru



ООО «ЗерноВентСервис»
Проектное монтажно-наладочное предприятие

Модернизация на комбикормовых заводах, элеваторах и других предприятиях АПК:

- транспортно-технологических линий с установкой современного высокопроизводительного оборудования
- аспирационных и пневмотранспортных установок

Выполняемые работы:

- обследование с выдачей предложений
- проектирование с защитой в экспертизе
- демонтаж, монтаж, пусконаладка

Преимущества:

- минимальное время на реализацию работ
- повышение производительности и качества продукции
- снижение энергозатрат
- сокращение аспирационных сетей в 2–3 раза
- обеспечение ПДК 4–6 мг/м³
- уменьшение пылевых выбросов в 20–30 раз

СРО-П-037-26102009 (проектирование)
СРО-С-055-26102009 (монтаж)

тел. (+916) 515-04-19
E-mail : Zernoventservis@mail.ru
<http://www.zernoventservis.ru>