

КАК ОБЕСПЕЧИТЬ ПЛОТНОСТЬ ГРАНУЛ

Е. ЧЕТВЕРОВА, экспорт-менеджер, компания ALB Group

Доказано, что животные охотнее потребляют гранулированный комбикорм, нежели рассыпной, демонстрируя при этом наилучшие показатели. Достигаются они благодаря улучшению усвояемости корма, вследствие его обработки паром и теплом при кондиционировании и гранулировании, при которых происходит расщепление крахмала, его желатинизация. Каждое животное получает хорошо сбалансированный рацион без возможности избирательного потребления тех или иных компонентов. Уменьшаются потери корма при поедании.

Задача гранулирования комбикорма состоит в том, чтобы в каждую его гранулу были заключены все питательные вещества в соответствии с заданной рецептурой и в требуемом количестве. Это гарантирует стабильный результат при выращивании сельскохозяйственных животных и птицы. При несомненных плюсах использования корма в виде гранул важно помнить, что с увеличением содержания мелкой фракции их физические показатели пропорционально ухудшаются, и прежде всего плотность. Если она низкая, то возможно истирание и разрушение гранул в процессе транспортировки, в продукте появляется много пылевидных частиц. Это негативно сказывается на эффективности скармливания корма: недополучив необходимые компоненты, поголовье не даст равномерного прироста.

На рисунке 1 показано устройство прибора Холмена для определения индекса прочности гранул (ИПГ) [1]. Он имитирует условия прохождения гранул от участка охлаждения до бункера хранения, в результате чего от них отделяются крупные и мелкие частицы и образуется разница в весе, что позволяет определить ИПГ по формуле:

$$K = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \%,$$

где m_1 — масса гранул до испытаний, г;

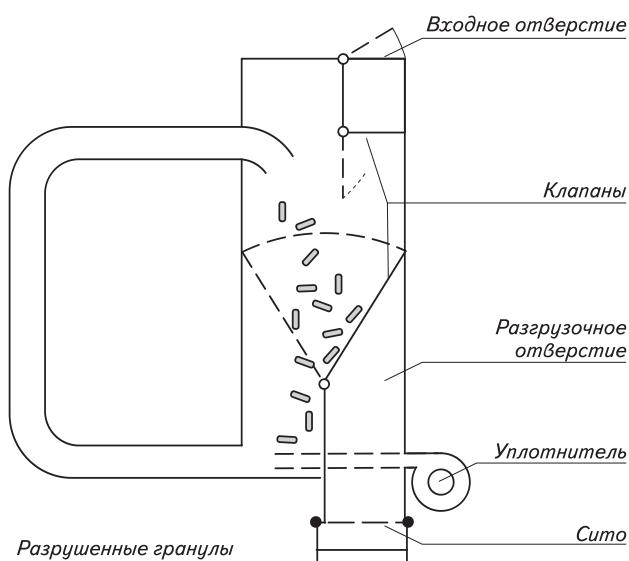
m_2 — масса гранул, сохранившихся целыми
после испытаний, г.

Идеальный ИПГ комбикормов для бройлеров составляет 94% (допустимое значение — 92%). Значение 88% и ниже недопустимо. При такой величине гранулировать корм экономически нецелесообразно: энергопотребление высокое (70% от общих затрат), а эффективность скармливания низкая из-за наличия мелких частиц.

Итак, от каких факторов зависит прочность гранул комбикорма? В первую очередь следует поговорить о производственном процессе. Три «столпа», которые не-

посредственно влияют на обсуждаемый нами предмет: предварительное увлажнение сырья паром; гранулирование (тип используемой матрицы, настройка зазора между матрицей и пресс-вальцами, скорость вращения матрицы и т.д.); охлаждение. Разберем каждый из этих этапов более подробно.

Рис. 1. Устройство прибора Холмена



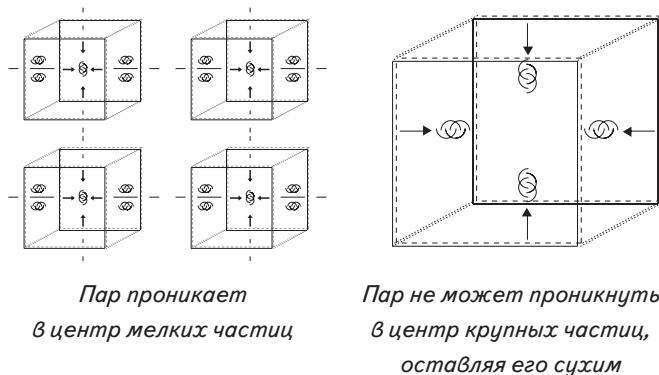
УВЛАЖНЕНИЕ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

Для увлажнения и кондиционирования рассыпного комбикорма перед гранулированием (с целью придания ему желаемых свойств) наиболее часто используется горизонтальный цилиндрический смеситель, оборудованный вращающимся валом с лопастями, штуцерами загрузки и выгрузки продукта, форсунками для ввода жидкой фазы. Благодаря газообразному состоянию пар однородно распределается по кормовой массе во время смещивания. При его конденсации на частицах корма образуется тонкая водная пленка, которая, наряду с увеличением температуры, облегчает «прилипание» частиц друг к другу.

Помимо прочего, достаточное увлажнение кормовой смеси запускает ряд физических и химических процессов. В частности, крахмал, содержащийся в исходном сырье, трансформируется в моносахариды, что делает гранулы более плотными. Горячий пар выполняет еще одну важную задачу — обеспечивает обеззараживание продукта. Отметим также, что наилучшее качество увлажн-

нения достигается за счет уменьшения размера частиц корма: пар быстрее проникает в центр более мелких частиц, делая их мягкими и эластичными. В отличие от них, пар не может проникнуть в сердцевину крупных частиц из-за недостатка времени их пребывания в смесителе-кондиционере (рис. 2) [2].

Рис. 2. Зависимость качества увлажнения от размера частиц



ГРАНУЛИРОВАНИЕ

Гранулы формируются в процессе прохождения корма через отверстия (фильтры) матрицы. Основным параметром, влияющим на их плотность, является степень сжатия материала. Она может существенно варьироваться в зависимости от состава комбикорма, в первую очередь от наличия в нем жидких компонентов. На рисунке 3 приведен чертеж канала матрицы. Степень сжатия рассчитывается как отношение длины рабочего канала к диаметру отверстия матрицы:

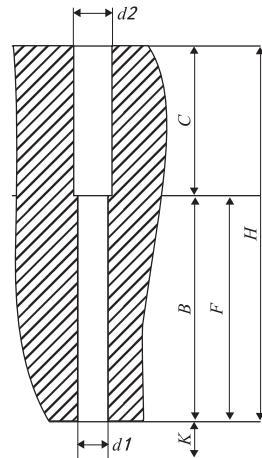
$$\text{Степень сжатия} = \frac{F}{d_1}.$$

Недостаточная степень сжатия влечет за собой формирование некачественных гранул с низкой плотностью. В то же время и избыточная степень сжатия негативно сказывается на процессе гранулирования: повышается нагрузка на основной привод пресс-гранулятора, падает производительность, гранула начинает «гореть» и приобретает короткую таблетообразную форму. Таким образом, степень сжатия должна точно подбираться под

конкретный вид материала, значительное отклонение может привести к невозможности формирования гранул. Как правило, для комбикормов без жидких компонентов применяется степень сжатия 1:9, а при их добавлении может быть существенно выше. Например, в реализованном компанией ALB Group проекте в ЗАО Птицефабрика «Ново-Барышевская» при производстве гранулированного комбикорма с добавлением 5% подсолнечного масла применяется матрица со степенью сжатия 1:18. Данный параметр был подобран совместно с инженерами заказчика, предъявляющими высокие требования к качеству корма и, в частности, к плотности гранул.

Рис. 3. Чертеж канала матрицы:

- d₁* — диаметр рабочего канала матрицы (соответствует диаметру гранулы);
- d₂* — диаметр встречного канала;
- H* — общая длина канала;
- K* — длина зенковки;
- B* — длина рабочего канала без зенковки;
- F* — длина рабочего канала;
- C* — длина встречного канала.



Другой важный параметр процесса гранулирования — расстояние между пресс-вальцами и матрицей. Исследование, проведенное в 1989 г. K.F. Robohm и J.Apelt («Повышение гибкости за счет применения процесса гранулирования с предварительной стадией сжатия»), показало, что прочность гранул напрямую зависит от величины зазора между пресс-вальцами и матрицей [3]. С увеличением зазора плотность и прочность гранул сначала повышаются, но впоследствии снижаются. На примере комбикорма для свиней ученые установили, что максимальная прочность достигается при зазоре 2 мм, дальнейшее его увеличение до 4 мм демонстрировало снижение прочности до 97,2% при возрастании потребления электроэнергии (таблица).

Зависимость прочности гранул от величины зазора

Величина зазора, мм	Прочность гранул, %*	Потребление электроэнергии, кВт/т	Температура гранул на выходе из пресс-гранулятора, °С**
0	96,5	10	75
1	97,5	11	80
2	97,7	16	85
3	97,5	20	90
4	97,2	26	95

*Измерение проводилось на приборе Холмена; **температура корма после смесителя-кондиционера составляла 68 °С.



Рис. 4. Птицефабрика «Ново-Барышевская»

Первоначальное повышение прочности гранул объясняется наличием плотного слоя материала, образующегося в результате длительного предварительного сжатия. Последующее увеличение зазора способствует уменьшению стабильности нахождения кормового продукта на стыке пресс-вальцов и матрицы, что приводит к его боковой «утечке».

Помимо перечисленных выше факторов, на плотность гранул влияет и качество матрицы в целом. При ненадлежащем ее качестве невозможно добиться стабильного результата, и даже при идентичных физических параметрах фильеры он может существенно отличаться. На изготавливаемые нами пресс-грануляторы мы устанавливаем матрицы исключительно европейского производства (General Dies, Италия; GRAF GmbH и Münch-Edelstahl GmbH, Германия; др.) и рекомендуем нашим клиентам впоследствии поступать аналогичным образом, а не пытаться сэкономить на основном рабочем органе гранулятора. Разумеется, качественными должны быть не только матрицы, но и весь пресс-гранулятор, который способен продавить продукт через отверстия матрицы с нужной степенью сжатия, обеспечивая при этом заданную производительность.

ОХЛАЖДЕНИЕ

На выходе из прессующего узла гранулы имеют избыточные температуру (до 95°C) и влажность. Для придания конечной твердости и плотности их принудительно остужают, пропуская через колонну охлаждения, где они продуваются воздухом из окружающей среды. На этапе

охлаждения и сушки растворимые компоненты комби-корма рекристаллизуются, вязкость некоторых повышается, что способствует поддержанию структурной целостности гранул. Стоит, однако, отметить, что при избыточной скорости воздушных потоков в колонне охлаждения внешний слой гранул высыпает так быстро, что в нем возникает чрезмерное напряжение, приводящее к появлению трещин на поверхности гранул, и они становятся восприимчивыми к истиранию. Учитывая влияние процесса охлаждения на прочность, необходимо использовать качественные охладители соответствующей производительности.

В заключение хотелось бы также отметить значимость человеческого фактора. Наряду с выбором высококачественного оборудования, ключевую роль в получении эффективного корма играет оператор линии гранулирования. Он должен внимательно следить за технологическим процессом, знать его тонкости, уметь вносить необходимые изменения в режимы, настройки и т.д.

Литература

1. Menno Thomas, Physical quality of pelleted feed: a feed model study, Вагенингенский университет и научно-исследовательский центр, Нидерланды.
2. The pelleting process / <https://www.cpm.net/downloads/Animal%20Feed%20Pelleting.pdf>.
3. Increase of the flexibility by applying the pressing process with preliminary compression stage // Forschungsinstitut Futtermitteltechnik der IFF, Braunschweig (Germany, F.R.). ■