

# КАЧЕСТВО ГРАНУЛ: ПРОБЛЕМЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИХ РЕШЕНИЮ\*

**А. КЛИМЕНКО, А. ГУЩЕВА-МИТРОПОЛЬСКАЯ**, компания «Эвоник Химия»

Для того чтобы производить корма с гранулами лучшего качества, мы предлагаем использовать схему технологического процесса в качестве руководства по определению деталей процесса и последующей проверкой каждого элемента оборудования.

**ШАГ 1: определение качества гранул и производительности линии** — на этом основываются все характеристики схемы технологического процесса и эксплуатационные параметры. С учетом бразильской схемы и рекомендаций, приведенных в этой статье, используются следующие общие показатели качества гранул: крошимость (индекс крошимости гранул/PDI) содержание мелких частиц после транспортировки (%). При этом PDI должен быть более 90%, а содержание мелких частиц после транспортировки менее 10%. Необходимо определить среднюю производительность линии (т/ч), так как она будет использоваться для проверки конкретного оборудования.

**ШАГ 2: тип корма.** В нашем примере рассматривается корм на основе кукурузы и сои для птицы и свиней.

**ШАГ 3: условия предварительной обработки.** Измельчение — это основной процесс, который влияет на размер частиц. Для получения гранул хорошего качества рекомендуется обеспечивать размол компонентов до 700 мкм (Klein, 2009). Этому требованию отвечают корма для свиней со средним размером частиц 500 мкм, для выращивания бройлеров — от 800 до 1000 мкм. Однако во втором

случае установленный размер частиц не обеспечивает хорошее качество гранул. Что касается в целом кормов для птицы, то здесь следует учитывать и другие факторы, которые влияют на качество гранул. Следует обеспечить грубый размер частиц в микроструктуре, что оптимизирует использование питательных веществ. Практический опыт показывает: когда состав корма сам по себе способствует производству гранул хорошего качества, разница в размере частиц не имеет большого значения.

Дозирование — соответствующее определение количества и грузоподъемности весов, размера дозирующих устройств, а также надлежащая система контроля, которая обеспечивает однородность корма и стабильность при гранулировании. Смешивание считается ключевым производственным процессом на комбикормовом предприятии. Вместе с дозированием определяет однородность корма и стабильность процесса гранулирования.

**ШАГ 4: анализ кормового сырья.** В комбикормовом производстве важно, чтобы оптимальный состав рациона сочетался с его минимальной стоимостью. При этом одной из наибольших проблем гранулирования кукурузно-соевых рационов являются свойства кукурузы. В отличие от пшеницы, кукуруза не позволяет получить агглютинацию (склеивание) частиц при стандартной температуре кондиционирования. Чтобы улучшить этот процесс, необходимо принять следующие меры:

- повысить влажность корма путем добавления воды и пара в кондиционер;

- поддерживать температуру кондиционирования на уровне не ниже 82°C, но и не выше 85°C, чтобы не снизить питательную ценность корма. Кстати, если бы во внимание принимались только физические качества гранулированного корма, то в этом случае температура кондиционирования могла бы достигать 90–95°C;

- увеличить время прохождения продукта через кондиционер до 45–60 с, повысив тем самым абсорбцию добавленной воды;

- обеспечить оптимальное соотношение толщины матрицы и ее диаметра — не ниже 15. Хотя сложно дать точное определение этого параметра, так как он должен меняться в зависимости от конкретной ситуации, вплоть до 18. Для гранул размером 4 мм необходимо использовать соотношение от 60 до 70. Этот показатель является наиболее значимым в спецификации матрицы для обеспечения высокого качества гранул. Например, Cutlip и соавт. (2008) считают, что оптимальное соотношение толщины матрицы и ее диаметра в США должно составлять 10. Тем не менее, это зависит от конкретных условий. В Бразилии, к примеру, соотношение, равное 10, приведет к ухудшению качества гранул из-за специфики местных сортов кукурузы. Необходимо соблюдать осторожность при использовании высокого соотношения толщины матрицы и ее диаметра, поскольку в этом случае могут снизиться пропускная способность и качество корма из-за повышенного трения при продавливании корма через отверстия матрицы;
- иметь установленную мощность обычного оборудования для гранули-

\*Продолжение. Начало в №7–8–2016

рования 10–11 кВт/т при производстве кормов для бройлеров и 12–13 кВт/т при производстве кормов для свиней (Lara, 2009).

• установить необходимую пропускную способность пресс-гранулятора.

В корма деактивированная соя обычно вводится в виде соевого шрота, который является отходом масложировой промышленности. В некоторых регионах, где рынок соевого шрота плохо развит, применяется в небольшом объеме деактивированная полножирная соя. При их использовании следует учитывать содержание масла, физическую форму и необходимость добавления жидкого жира/масла. Соевый шрот, например, содержит менее 2% жира, поэтому требует добавления в смесь большего количества жидкого масла в отличие от термически обработанной полножирной сои, характеризующейся высоким содержанием внутриклеточного масла. Однако в процессе экструзии жир из ее частиц выдавливается наружу, приводя к снижению качества гранул.

При использовании сои и продуктов ее переработки необходимо учитывать следующее. В случае с соевым шротом следует добавлять жидкие жировые компоненты после гранулирования корма. Жир в полножирной сое, прошедшей тепловую обработку в вакуумной среде, остается внутри клеток, обеспечивая лучшее качество гранул. При экструдировании сои желательнее извлекать из нее масло путем прессования, иначе масло на поверхности частиц может ухудшить качество гранул. Для его обеспечения в смеси следует добавлять не более 1% масла или жира. Полностью без жира невозможно обойтись: его отсутствие приведет к значительной потере производительности и чрезмерному нагреванию корма во время его прохождения через отверстия в матрице, что может повлечь за собой ухудшение питательности. Если ввод масла не предусмотрен рецептурой, добавление воды в кондиционер обеспечит требуемую смазку для матрицы.

При производстве кормов для свиней проблем с гранулированием, как правило, не возникает, поскольку они не содержат в большом количестве жидких жировых компонентов. Престартеры для бройлеров, как и корма для свиней, отличаются гранулами лучшего качества. Другие виды кормового сырья также могут снижать или повышать качество гранул, но в бразильском сценарии кукуруза и соя оказывают на него наиболее сильное влияние. Однако если следовать приведенным выше рекомендациям, можно получить гранулы высокого качества.

**ШАГ 5: кондиционирование.** Также необходимо добавить следующее. Применять стандартный кондиционер с целью надлежащего смешивания (под действием лопастей и высокой осевой скорости) и обработки паром. При производстве престартеров для бройлеров сочетание добавления воды в кондиционер с увеличением времени обработки и использованием финишного напыления жидких компонентов является оптимальным с экономической точки зрения решением, если цель заключается в получении гранул более высокого качества. Использование экспандера при производстве кормов для свиней может быть альтернативным решением, так как позволяет повысить переваримость корма и качество гранул.

На практике давление пара в диапазоне от 0,5 до 1 бар обеспечивает хорошее качество гранулированных кормов для свиней и бройлеров. Размер кондиционера подбирается в соответствии с планируемыми давлением и потоком пара. Производительность кондиционера должна составлять 5% от производительности пресс-гранулятора. Качество пара должно быть высоким. Тем не менее, на практике его довольно трудно определить. Лучше всего, чтобы пар был немного перегрет, в этом случае он легко идентифицируется датчиками. Температуру нужно держать немного выше температуры насыщенного пара при определенном давлении (используйте таблицу для насыщенного пара).

Необходимость выработки высококачественного пара и рекомендации по добавлению воды в кондиционер для увеличения влажности кормовой смеси кажутся противоречивыми. В связи с этим возникает ряд вопросов: почему бы не закрыть все конденсатоотводчики, чтобы обеспечить получение пара более высокой влажности, или почему бы не генерировать пар при более низком давлении с помощью бойлера для повышения влажности пара? Ответом на эти вопросы является то, что невозможно контролировать процент влажности, который в определенные промежутки времени может быть выше или ниже в зависимости от работы бойлера, такие колебания могут ухудшить работу пресс-гранулятора. Именно поэтому требуется слегка перегретый пар и контролируемое добавление воды.

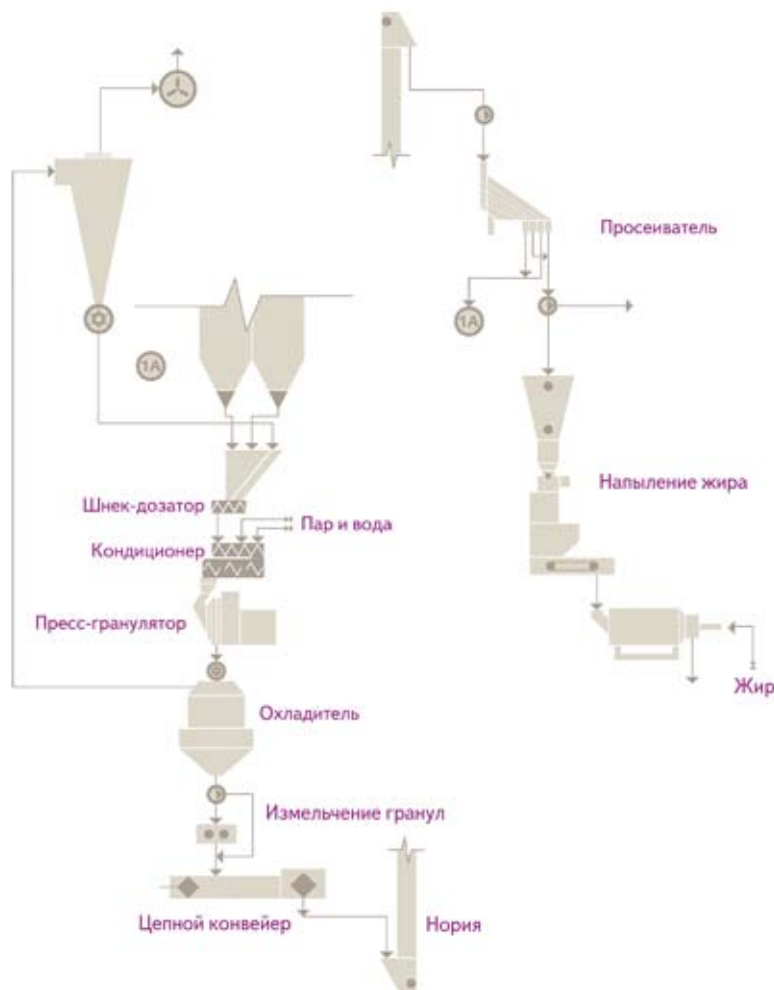
**ШАГ 6: определение структурной схемы линии гранулирования.** На рисунке показана структурная схема линии гранулирования и соответствующее оборудование, предложенное для улучшения качества гранул при производстве кормов, основными компонентами которых являются кукуруза и соя.

*Двойной бункер над пресс-гранулятором* обеспечивает непрерывную его работу, несмотря на возможные кратковременные остановки перед линией гранулирования. Использование сдвоенного бункера большой вместимости позволяет сократить время между сменой рецептов без снижения производительности оборудования. Благодаря их конической форме выполняется принцип «первым пришел, первым ушел» (FIFO). Таким образом, предотвращается самосортирование рассыпного корма.

*Две загрузочные воронки пресс-гранулятора* установлены под углом 90°, а две другие — под углом более 70°. Отделение в его задней части для возврата мелких частиц из циклона или просеивателя обеспечивает их постоянное поступление в кормовую смесь.

*Кондиционер* предназначен для эффективного перемешивания корма с паром и водой. Увеличение времени

### Структурная схема линии гранулирования



нахождения в нем корма обеспечивает наибольшую абсорбцию воды его частицами, повышая таким образом склеивающие качества. Кроме того, кондиционер выполняет функцию термического обеззараживания корма.

При покупке *пресс-гранулятора* необходимо обращать внимание на мощность электродвигателя главного пресс-гранулятора (кВт/т); автоматизацию, обеспечивающую стабильность работы и пропускную способность; скорость вращения матрицы (как правило, она составляет 5–9 м/с, при производстве кормов для птицы или свиней — 8–9 м/с. Пресс-грануляторы с шестереночным или ременным приводом имеют фиксированную скорость вращения).

При работе пресс-гранулятора нужно следить, чтобы: давление пара находилось в пределах 0,5–1 бар;

температура кондиционирования составляла 82°C, а время обработки — 45–60 с; пропускная способность (т/ч), влияющая на качество гранул, была установлена в соответствии с типом производимого корма; применялись ножи в основном для резки длинных гранул, а если позволяет тип гранулятора, вообще отказаться от их использования; отбирались и анализировались пробы гранулированного корма.

*Охладитель*, который применяется на линиях гранулирования, работает по принципу противотока. Он прост в обслуживании, не требует на это больших затрат, легко чистится. Необходимо определять три параметра противоточного охладителя: площадь охлаждения, объем воздуха (20 м<sup>3</sup>/мин/т) и скорость воздуха, которая не вызывает чрезмерного движения

гранул (примерно 0,9 м/с, учитывая площадь секции охладителя).

Гранулы выходят из пресс-гранулятора очень хрупкими, поэтому должны направляться в охладитель под действием гравитации. Если это невозможно, следует использовать щадящую транспортную систему, которая не приведет к их повреждению. При правильном охлаждении удаляется влага из гранул, и они затвердевают.

*Измельчитель* гранул устанавливают, например, на линиях по производству престартерных кормов для молодняка птицы, в том числе бройлеров. Цыплята охотнее поедают крупку. Качество работы измельчителя зависит от качества гранул, поэтому его также нельзя упускать из виду.

Функция *просеивателя* заключается в снижении количества мелких частиц в готовом продукте. Проход через сито возвращается на гранулирование. Стоимость данного вида оборудования значительно ниже другого, применяемого на линии гранулирования. Обычно крупку не просеивают, но если это необходимо, то применяют сито площадью, обеспечивающей высокую эффективность данного процесса (пропускная способность снижается примерно на 50% по сравнению с просеиванием гранул). Возможна установка обходов просеивателя.

*Система для ввода жидких компонентов* позволяет напылять на гранулы не введенную в смеситель часть жидкостей. Затраты средств на это оборудование значительные, тем не менее, оно характеризуется низкими энергопотреблением и эксплуатационными расходами. А если учесть количество жидкого жира/масла, которое необходимо добавлять в корма для птицы, то это оборудование имеет большое значение.

В Бразилии жир редко добавляют после гранулирования, возможно, из-за отсутствия инвестиционных ресурсов. Однако на него следует обращать внимание, если стоит задача повысить качество гранул, например, при производстве кормов для бройлеров. Кроме того, вложения оправ-

дываются современной тенденцией к добавлению жидких ферментов после гранулирования. Таким образом, при анализе окупаемости затрат на такое оборудование необходимо учитывать его использование как для добавления жиров, так и ферментов. При производстве кормов для свиней, в которые редко добавляется большое количество жира, необходимости в таком оборудовании нет.

В условиях роста цен на сырье гранулирование позволяет существенно снизить затраты на производство продукции животноводства. Оно способ-

ствует улучшению конверсии корма и, как результат, снижает себестоимость конечной продукции, увеличивает прибыль производителей.

Требования к пресс-гранулятору и качеству гранул должны приниматься во внимание при планировании инвестиций в линию гранулирования или, если она уже установлена, при оценке качества работы оборудования и корректировке отклонений от рекомендуемых параметров. Для получения высококачественных гранул не нужна волшебная палочка — необходимо вкладывать средства в производство.

При выработке комбикормов, основными компонентами которых являются кукуруза и соя, выполнение следующих условий позволит получить гранулы высокого качества: напылять жир после гранулирования в специальном оборудовании, чтобы в наименьшем количестве вводить его в смеситель; применять правильное кондиционирование; в дополнение к пару добавлять воду в количестве 1–1,5%; установить просеиватель перед экспандером, а также обеспечивать другие важные технологические параметры. ■



## ИНФОРМАЦИЯ

**Правительство России утвердило** «Правила государственного карантинного фитосанитарного контроля (надзора) в пунктах пропуска через государственную границу РФ». Соответствующее постановление от 13 августа 2016 г. №792 подписал премьер-министр РФ Дмитрий Медведев, сообщает правительственная пресс-служба. Правилами, в частности, предусмотрено, что государственный карантинный фитосанитарный контроль проводится Россельхознадзором и его территориальными органами, а также таможенными органами в части, касающейся проверки документов на подкарантинную продукцию в пунктах пропуска. Также документом определяется последовательность действий и порядок принятия решений должностными лицами таможенных органов, Россельхознадзора или его территориальных органов при приеме и проверке таможенными органами документов, необходимых для государственного карантинного фитосанитарного контроля.

*Агентство АгроФак*

**Предприятия Белгородской области** наращивают элеваторные мощности, сообщает пресс-служба губернатора и правительства Белгородской области. Так, зерносушильный комплекс, введенный в эксплуатацию в Вейделевском районе весной 2016 г., в ходе нынешней уборочной кампании вышел на проектную мощность. Это первый из двух одобренных региональным правительством элеваторов, которые в сентябре 2014 г. решено было строить на производственных площадках агрохолдинга «Зеленая долина» в селе Малакеево Вейделевского района и в селе Купино Шебекинского района.

Технические характеристики предприятий полностью идентичны: производственная мощность — 50 т/ч, максимальный объем хранения — 20 тыс. т. Зернохранилище в Шебекинском районе планируется ввести в строй до конца этого года.

С вводом в строй этих предприятий в сельской местности будут открыты 20 рабочих мест. Поступление налогов в консолидированный бюджет области увеличится на 2 млн руб. в год. При этом общая стоимость проекта составляет 190 млн руб., а срок его окупаемости — 8 лет.

**В ООО «ПсковАгроИнвест»** построен элеватор для хранения зерна мощностью 8 тыс. т.

Основной вид деятельности ООО «ПсковАгроИнвест» — производство свинины и молока. Сегодня это предприятие с развитой инфраструктурой. В хозяйстве построены и оборудованы племенная ферма, корпуса в племенном секторе, откормочные помещения. На 1 января 2016 г. в комплексе с учетом откормочной площадки совхоза «Шелонский», где проведены модернизация производства, в том числе систем кормления и поения, микроклимата, а также механизация трудоемких процессов, содержалось около 53 тыс. свиней. В 2015 г. здесь произведено более 6 тыс. т свинины.

В 2005 г. хозяйство приобрело статус племенного репродуктора по разведению крупного рогатого скота черно-пестрой породы.

Посевная площадь предприятия в этом году составила более 5 тыс. га. Поля засеяны зернобобовыми и многолетними травами.

На элеваторе сейчас проводятся монтажные и пусконаладочные работы, завершается благоустройство территории. Зернохранилище напрямую соединено с комбикормовым заводом транспортерными галереями. Уже сейчас элеватор готов принимать зерно. С учетом мощности старого элеватора предприятие одновременно может хранить до 10 тыс. т зерна.

*Главное  
государственное управление  
сельского хозяйства Псковской области*